

ISBN 978-602-71108-9-3



Pembangunan Bidang Pertanian Dalam Rangka Meningkatkan Ketahanan Pangan Nasional

EDITOR:
AHMAD NI'MATULLAH AL-BAARRI, DKK

Penerbit
Indonesian Food Technologists

PEMBANGUNAN BIDANG PERTANIAN DALAM RANGKA MENINGKATKAN KETAHANAN PANGAN NASIONAL

Editor:

Ahmad Ni'matullah Al-Baarri, dkk.

Penerbit:



Indonesian Food Technologists®

© 2020 Penerbit Indonesian Food Technologists

**PEMBANGUNAN BIDANG PERTANIAN DALAM RANGKA MENINGKATKAN
KETAHANAN PANGAN NASIONAL**

vi + 148 hlm.; 21 x 29,7 cm

ISBN 978-602-71169-9-3

Ketua Tim Editor : Ahmad Ni'matullah Al-Baarri
Proofreader : Fatma Puji Lestari
Sri Mulyani
Heni Rizqiati
Bhakti Etza Setiani
Yoga Pratama
Didik Wisnu Widjajanto
Eny Fuskhah
Yoyok Budi Pramono
Mukson
Desainer sampul : Ahmad Ni'matullah Al-Baarri
Cetakan I : November 2020

Diterbitkan oleh
Penerbit Indonesian Food Technologists
Gedung Laboratorium Terpadu Lantai 3
Jl. Prof. Soedarto, Tembalang, Semarang Telp. (024) 7474750
E-mail: redaksi@ift.or.id

Hak cipta dilindungi Undang-undang. Dilarang mengutip atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku, tanpa izin tertulis dari penulis & penerbit.

Kata Pengantar

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Kuasa atas selesainya penyusunan buku dengan judul “Pembangunan Bidang Pertanian Dalam Rangka Meningkatkan Ketahanan Pangan Nasional”. Pembuatan buku ini merupakan serangkaian kegiatan peringatan Sewindu Departemen Pertanian Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro yang jatuh pada tahun 2020. Buku ini disusun dalam rangka upaya kaum akademisi, dalam hal ini adalah para dosen di Departemen Pertanian dan juga para kolega guna memberikan sumbangsih pemikiran untuk meningkatkan ketahanan pangan nasional.

Terbitnya buku ini merupakan sebuah langkah strategis guna menambah wawasan kepada masyarakat luas sekaligus memberikan ide pemikiran dari para dosen yang mempunyai kompetensi tinggi dibidangnya guna membantu menjawab berbagai problema yang muncul dalam rangka meningkatkan ketahanan pangan nasional yang ditinjau dalam berbagai aspek: bidang sosial, bidang produksi, dan juga bidang teknologi pasca panen.

Secara khusus buku ini diterbitkan untuk dipersembahkan kepada para penentu kebijakan dalam membuat strategi dalam mencapai ketahanan pangan nasional terutama pada masa saat ini, dalam masa pandemik covid-19 juga pada masa datang. Kehadiran buku ini diharapkan mampu memberikan angin segar dalam mendukung pencapaian ketahanan pangan nasional sehingga dapat menjamin keberadaan dan kemajuan bangsa. Tanpa ketersediaan pangan yang baik dan distribusi yang merata keseluruhan masyarakat ketahanan pangan nasional tidak dalam kondisi baik yang tentu berdampak bagi pembangunan bangsa dan negara.

Terimakasih disampaikan kepada para penulis dan tim pendukungnya yang telah membantu secara aktif dalam program penyusunan buku ini. Bagi yang belum memberikan kontribusi pemikiran dalam buku ini waktu untuk berbuat yang terbaik bagi Departemen Pertanian, FPP UNDIP masih terbuka lebar. Besar harapan kami buku ini mendapat respon yang sangat baik dari para dosen dan civitas akademika serta lingkungan akademisi lain dari berbagai universitas di Indonesia.

Tanpa peran aktif seluruh warga civitas akademika departemen tidak berarti apa-apa. Oleh karena itu, marilah kita bersama bersatu padu demi kemajuan dan kejayaan bersama. Bersama kita bisa, maju dan jayalah Departemen Pertanian, FPP UNDIP.

Semarang, November 2020
Ketua Departemen Pertanian
Fakultas Peternakan dan Pertanian
Universitas Diponegoro

Ir. Didik Wisnu Widjanto, MScRes., PhD

Daftar isi

Kata Pengantar.....	iv
Teknologi Pukan Plus untuk Mewujudkan Program Pertanian Organik.....	1
Peran Urban Farming dalam Mendukung Ketahanan Pangan.....	6
Pemanfaatan Lahan Marginal untuk Pemenuhan Kebutuhan Pangan	12
Perakitan Pupuk Organik Untuk Tanah Padi Sawah Organik Berbasis Bio-Slurry dari Tiga Lokasi di Jawa Tengah	19
Upaya Mewujudkan Kedaulatan Buah Tropis Indonesia	26
Pengurangan Kehilangan Pangan dan Limbah Pangan dalam Mendukung Ketahanan Pangan	31
A Story of Ecological Rice Production in China.....	36
Pertanian Berkelanjutan di Era -Omics: Mengejar Ketertinggalan Melalui Konsep Laboratorium Pemuliaan Tanaman Minimalis yang Logis untuk Diwujudkan	40
Induksi Sistem Pertahanan Antioksidan Tanaman Guna Memperkecil Resiko Gagal Panen dan Pemanfaatannya untuk Kesehatan Manusia.....	46
Antagonistic Relationship of Water Hyacinth (<i>Eichhornia crassipes</i> SOLMS) As Aquatic Weeds and Its Role in Organic Agricultural Systems.....	53
Aplikasi Pupuk Hayati untuk Mendukung Ketahanan Pangan Nasional	58
Aplikasi Bioteknologi Pangan untuk Program Ketahanan Pangan	67
Diversifikasi Pangan Lokal untuk Mendukung Ketahanan Pangan Nasional	70
Kedaulatan Pangan Pokok untuk Mewujudkan Ketahanan Pangan Nasional.....	76
Kualitas “Orak-Arik Pindang” dalam Kemasan Vakum	85
Kefir Minuman Fungsional Probiotik Untuk Meningkatkan Imunitas Tubuh	90
Sentuhan Teknologi Untuk Kearifan Lokal Penanganan Pasca Panen dan Pengolahan Aneka Pangan Pokok Masyarakat Jawa Tengah.....	96
Petis, si Hitam Manis Asal Indonesia	99
Sifat Fungsional Pangan Fermentasi Indonesia Berbasis Bahan Nabati	103
Susu Kerbau: Potensi Pangan Lokal yang Belum Maksimal	108
Evaluasi Penerapan SSOP (<i>Standard Sanitation Operating Procedure</i>) dengan Metode Skoring Pada Industri Minuman Ringan di Indonesia untuk Menjamin Keamanan Pangan	111
Efisiensi dan Optimasi Produksi Usaha Ternak Sapi Potong Pola Penggemukan di Jawa Tengah	118
Potensi dan Strategi Penguatan Diversifikasi Pangan Lokal untuk Mendukung Ketahanan Pangan.....	121
Pendekatan Kelembagaan dalam Mendukung Stabilitas Pasokan Padi di Sukoharjo	127
Pertanian Organik : Prospek Bisnis Ramah Lingkungan	130
Konsep Pengembangan Agroindustri Hilir.....	136

Teknologi Pukan Plus untuk Mewujudkan Program Pertanian Organik

Dwi Retno Lukiwati

Laboratorium Fisiologi dan Pemuliaan Tanaman
Departemen Pertanian, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro
Email: drlukiwati_07@yahoo.com

Pendahuluan

Kebutuhan pangan terus meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk dan kebutuhan untuk hidup layak, sehingga memacu upaya peningkatan produksi pangan berbasis ketahanan pangan. Ketahanan pangan menurut UU nomer 7 tahun 1996 adalah kondisi terpenuhinya pangan bagi rumah tangga yang tercermin dari tersedianya pangan yang cukup, baik jumlah maupun mutunya, aman, merata dan terjangkau. Salah satu aspek untuk terwujudnya ketahanan pangan nasional adalah tersedianya bahan pangan yang cukup serta bebas cemaran kimia yang dapat mengganggu kesehatan manusia. Aspek ketersediaan bahan pangan yang cukup dan sehat dapat tercapai antara lain dengan penerapan teknologi pertanian agroekologi yaitu meningkatkan penggunaan pupuk organik dan mengurangi pupuk anorganik.

Pupuk organik misalnya pupuk kandang mengandung unsur hara makro maupun mikro, namun bersifat *slow release* dan kadarnya sangat rendah dibanding pupuk anorganik. Sedangkan pupuk anorganik larut dalam air, sehingga dapat diabsorpsi oleh akar tanaman tetapi harganya mahal serta tidak ramah lingkungan dan terkadang langka ketika dibutuhkan oleh petani. Oleh karena itu perlu alternatif sumberdaya lokal misalnya pupuk N dan P yang lebih murah serta ramah lingkungan, sebagai contoh N-legum (*Leucaena leucocephala*, *Gliricidia sepium*) dan fosfat alam contohnya batuan fosfat (BP). Alternatif tersebut perlu dibarengi dengan asupan teknologi sederhana yaitu pupuk kandang diperkaya N-legum dan P-BP selanjutnya disebut pukan plus, diharapkan dapat mendukung terwujudnya program pertanian organik menuju tercapainya ketahanan pangan nasional.

Pupuk Organik

Pupuk organik adalah nama umum untuk semua jenis bahan organik asal tanaman maupun hewan atau ternak yang telah mengalami perombakan (dekomposisi) sehingga menjadi hara tersedia dan dapat diabsorpsi oleh akar tanaman. Pupuk organik berperan dalam memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah, jika dilengkapi dengan pemupukan anorganik secara rasional maka pada gilirannya akan meningkatkan produksi tanaman. Menurut Permentan No.2/Pert/Hk.060/2/2006 bahan baku pupuk organik berasal dari tanaman dan atau hewan/ ternak yang telah melalui proses rekayasa, dapat berbentuk padat atau cair, digunakan untuk mensuplai bahan organik. Dengan demikian pupuk organik lebih ditujukan pada kandungan C-organik atau bahan organik daripada kadar haranya. Nilai C-organik itulah yang menjadi pembeda dengan pupuk anorganik. Beberapa contoh pupuk organik antara lain pupuk kandang dan pupuk hijau. Pupuk kandang dapat berasal dari ternak ruminansia (sapi, kambing, domba) maupun non-ruminansia (unggas). Pupuk hijau dapat berasal dari dedaunan kacang2an atau legum misalnya *Leucaena leucocephala* dan *Gliricidea sepium*.

Pupuk organik merupakan salah satu komponen dalam pertanian organik, tetapi bukan monopoli pertanian organik. Sesuai Permentan No. 64/Permentan/OT.140/5/2013 bahwa sistem pertanian organik adalah sistem manajemen produksi untuk meningkatkan dan mengembangkan kesehatan agroekosistem, termasuk juga keragaman hayati, siklus biologi, dan aktivitas biologi tanah. Penggunaan pupuk organik saja, tidak akan dapat meningkatkan produktivitas tanaman dan mewujudkan ketahanan pangan. Oleh karena itu, sistem pengelolaan hara terpadu antara pupuk organik dan anorganik dalam rangka meningkatkan produktivitas lahan dan kelestarian lingkungan perlu ditingkatkan. Diharapkan dengan sistem pengelolaan hara terpadu maka keberlanjutan produksi tanaman dan kelestarian lingkungan dapat dipertahankan.

Pupuk Kandang

Bahan baku pupuk kandang adalah feses ternak (sapi, kambing, domba, unggas) bercampur urin serta sisa pakan dan alas kandang. Komposisi hara pada masing-masing feses ternak berbeda, bergantung pada jenis dan umur ternak, serta jumlah dan jenis pakan ternaknya maupun alas kandang dan lama waktu dekomposisi. Perubahan sifat biologi tanah lebih dominan dibanding sifat kimia tanah sebagai efek pemberian pupuk kandang, misalnya C-mic (biomassa karbon mikroorganisme) merupakan parameter indikator kualitas tanah daripada C-organik total maupun sifat fisik tanah. Penambahan pupuk kandang dapat meningkatkan kandungan asam humat dan fulfat pada tanah serta aktivitas mikroorganisme.

Status nutrisi pupuk kandang (pupuk organik) lebih rendah dibanding pupuk anorganik. Karena bentuk unsur N, P dan unsur lainnya terdapat dalam bentuk senyawa kompleks organo protein atau senyawa asam humat atau lignin yang tidak mudah terdekomposisi. Namun status nutrisi pupuk kandang (pukan) tersebut dapat diperkaya dengan N-legum dan P-batuan fosfat (BP). Batuan fosfat sebagai hasil tambang merupakan bahan baku lokal tersedia di beberapa propinsi di Indonesia. Pukan dari limbah ternak sapi, kambing dan ayam diperkaya N-legum dan P-BP selanjutnya disebut pukan plus merupakan inovasi teknologi pukan terdahulu (pukan diperkaya P-BP) sehingga dihasilkan pukan berkualitas tinggi setara dengan pupuk N dan P anorganik (urea/ ZA, TSP). Dengan inovasi teknologi, pukan plus tersebut berpotensi sebagai pengganti pupuk anorganik dan dapat diproduksi secara komersial berbahan baku lokal untuk mengatasi permasalahan nasional yaitu rendahnya kesuburan tanah. Sehingga biaya produksi tanaman dapat ditekan dan tidak bergantung pada pupuk anorganik, serta dapat mendukung ketahanan dan keamanan pangan nasional sesuai bidang unggulan riset Undip (2016-2021) yaitu *'Pengembangan dan pemberdayaan sumberdaya lokal Indonesia untuk peningkatan ketahanan dan keamanan pangan, derajat kesehatan, dan ketersediaan energi dan air secara berkelanjutan'*.

Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa pukan ayam memberikan respon tanaman tertinggi dibanding pukan lainnya. Hal ini disebabkan karena pukan ayam lebih mudah dirombak (dekomposisi) serta kadar hara lebih tinggi terutama kadar P, bergantung jenis pakan konsentrat yang diberikan. Sedangkan feses sapi, kadar serat (selulosa) dan air lebih tinggi dibanding pukan lainnya dengan rasio C/N mencapai >40 sebelum dekomposisi. Oleh karena itu untuk memaksimalkan penggunaan pukan tersebut, memerlukan waktu dekomposisi lebih lama dibanding pukan lainnya untuk mencapai rasio C/N <20. Pukan kambing/ domba teksturnya berbeda dibanding feses ternak ruminansia lainnya karena bentuknya butiran dan sulit dihancurkan secara fisik. Keadaan tersebut berpengaruh pada lama waktu proses dekomposisi, demikian pula ketersediaan haranya. Nilai rasio C/N pukan kambing mencapai angka 30 sebelum dekomposisi, dengan kadar air lebih rendah dibanding pukan sapi dan lebih tinggi dibanding feses ayam. Kadar kalium pukan kambing lebih tinggi dibanding pukan lainnya, sedang kadar N dan P hampir sama.

Pupuk kandang yang digunakan oleh petani-peternak untuk pemupukan lahan kebun atau sawahnya, pada umumnya berasal dari feses sapi, kambing/ domba dan ayam. Apabila diasumsikan tiap ekor ternak sapi menghasilkan feses 3 kg/hari, kambing/domba 1 kg/hari dan ayam 200 g/hari, maka dapat dihitung ketersediaan bahan baku pukan per hari sesuai jumlah kepemilikan ternak maupun jenis ternak yang dipelihara petani-peternak. Demikian pula halnya produksi bahan baku pukan untuk skala nasional per tahun, dapat dihitung atau di estimasikan berdasarkan populasi ternak ruminansia maupun unggas di Indonesia.

Pupuk Fosfat

Fosfor merupakan unsur mineral yang diperlukan untuk sintesis ATP (adenosin tri phosphate) sebagai kunci utama dalam reaksi-reaksi energetik pada berbagai proses metabolisme tumbuhan. Unsur hara P berperan dalam pembentukan sistem perakaran dan memacu pertumbuhan fase generatif tanaman. Terdapat beberapa macam sumber pupuk P yaitu P-alam (batuan fosfat), P-organik (guano) dan P-anorganik (TSP). Deposit fosfat merupakan sumberdaya alam yang sangat penting dalam industri pupuk fosfat untuk pertanian. Hanya beberapa negara yang beruntung ditemukannya deposit fosfat yang ekonomis untuk industri pupuk maupun digunakan secara langsung sebagai pupuk. Deposit fosfat alam di Indonesia pada umumnya terdapat di daerah pegunungan karang, batu gamping atau dolomitik yang merupakan deposit goa tersebar di Aceh, Sumatera Utara, Sumatera Barat, Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur, Nusa

Tenggara dan Papua. Reaktivitas P-alam atau kelarutan P-alam yang menentukan kemampuannya melepas P untuk tanaman sangat bervariasi yaitu <1 – 18% P₂O₅. Berdasarkan hasil survey yang dilakukan oleh Pusat Sumberdaya Geologi tahun 2008 dilaporkan bahwa bentuk P bervariasi Ca Al-P, Fe Al-P, Fe-P dan Ca-P.

Telah diuraikan bahwa deposit fosfat sebagai sumberdaya alam atau bahan baku industri pupuk fosfat untuk pertanian. Sebagai contoh pupuk TSP merupakan hasil reaksi antara batuan fosfat dengan asam sulfat sebagai berikut $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \text{CaF}_2 + 7 \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 3 \text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 + 7 \text{CaSO}_4 + 2 \text{HF}$, bersifat larut dalam air, sehingga dapat diabsorpsi oleh akar tanaman. Namun mahalannya harga pupuk TSP bahkan langka ketika dibutuhkan oleh petani- peternak, menyebabkan perlunya adanya upaya untuk memanfaatkan pupuk P-organik (guano) maupun P-alam (batuan fosfat).

P-Guano

Feses (kotoran) kelelawar sering disebut guano berpotensi besar sebagai pupuk P-organik. Sekitar 1000 goa di Indonesia diperkirakan potensial menjadi salah satu solusi bagi problem kesulitan pupuk di Indonesia saat ini. Guano selain mengandung fosfor juga unsur hara nitrogen maupun kalium bahkan juga mineral mikro yang dibutuhkan tanaman. Salah satu goa penghasil P-guano terbesar dan berkualitas tinggi yaitu di daerah Gunung Kidul dengan kadar P mencapai 20%, sedangkan di daerah lain (Gombang, Pati, Rembang, Kudus, Purwodadi dan Tuban) lebih rendah produksi maupun kadar unsur haranya. Deposit P-guano umumnya ditemukan dalam bentuk karbonat hidroksi apatit $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4\text{CO}_3)_6 \text{OH}_2$.

P-Batuan Fosfat

Secara kimiawi, batuan fosfat dikategorikan sebagai fosfat alam dengan dominasi Ca-P atau Al-P dan Fe-P, sedangkan lainnya merupakan unsur ikutan yang bermanfaat dan sebagian lainnya kurang bermanfaat bagi tanaman. Oleh karena batuan fosfat dengan rumus $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ larut dalam kondisi asam tetapi tidak larut dalam air maka bersifat lambat tersedia bagi akar tanaman. Oleh karena itu tanaman yang dipupuk SP atau TSP hasilnya lebih tinggi dibanding jika dipupuk BP, sebagai contoh produksi jagung varietas Bisma lebih tinggi dengan pemupukan SP dibanding BP pada dosis pemupukan P yang sama.

Kelarutan P-BP tinggi pada kondisi masam, oleh karena itu sangat sesuai apabila digunakan pada tanah masam misalnya ultisol, oxisol dan sebagian inceptisol. Batuan fosfat kurang sesuai jika digunakan pada tanah bereaksi netral atau alkalin. Produksi pupuk BP di Indonesia sekitar 1000 ton pada tahun 1988, dan termasuk urutan terakhir dalam skala dunia yaitu nomer 35. Negara-negara yang termasuk empat besar produsen pupuk BP yaitu Amerika, Soviet, Maroko dan China. Penggunaan pupuk BP di Indonesia mencapai 13.000 ton (tahun 1980) dan 69.000 ton (tahun 1998) terutama dikonsentrasikan pada tanaman perkebunan. Efisiensi pemupukan P untuk produksi biji jagung tertinggi dicapai pada dosis 66 kg P/ha atau 150 kg P₂O₅/ha. Pemupukan P-BP dapat meningkatkan pH tanah, tetapi cenderung akan kembali pada pH tanah semula setelah 4 kali musim tanam.

Legum Sumber N-organik

Bahan organik yang mengandung N tinggi misalnya jenis legum *Gliricidea sepium* dan *Leucaena leucocephala* sebagai pupuk hijau mampu meningkatkan ketersediaan N tanah, selain itu juga dapat memperbaiki kesuburan fisik, kimia dan biologi tanah. Proses dekomposisi legum lebih cepat dibanding jenis nonlegume, sehingga penyediaan haranya juga lebih cepat. Bahan baku pupuk hijau disebut berkualitas tinggi apabila kadar N minimal 2,5%. Oleh karena itu *Gliricidea sepium* dan *Leucaena leucocephala* sesuai sebagai sumber N-organik dengan kadar N mencapai sekitar 4 - 6%.

Pukan Plus

Telah diuraikan bahwa pukan meskipun mengandung unsur hara makro dan mikro, namun kadarnya sangat rendah dan dapat ditingkatkan kualitasnya dengan penambahan P-BP dan N-legum. Tambang BP yang masih aktif antara lain di Kabupaten Pati (Jawa Tengah) sebagai sumber fosfat alam, sedangkan sumber N-organik dari hijauan spesies legum misalnya lamtoro (*Leucaena leucocephala*) dan gamal (*Gliricidea sepium*). Spesies legum tersebut banyak ditanam sebagai tanaman pagar maupun peneduh di

perdesaan maupun di perkotaan dapat digunakan sebagai sumber N-organik untuk meningkatkan kualitas pukan. Dengan demikian pupuk kandang, batuan fosfat dan biomass legum lamtoro maupun gamal sebagai sumberdaya lokal dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pupuk kandang diperkaya N-legum dan P-BP dan selanjutnya disebut sebagai pukan plus.

Pukan diperkaya P-BP mampu meningkatkan ketersediaan P dibanding ketika pukan dan BP diberikan terpisah masing-masing ke dalam tanah. Hal ini disebabkan karena fosfat alam akan meningkat ketersediaannya dengan adanya asam-asam organik yang dihasilkan selama proses fermentasi atau dekomposisi pukan diperkaya BP. Pukan diperkaya N-gamal mampu menghasilkan tongkol jagung pulut (*Zea mays ceratina* L) setara dengan pemupukan TSP+ZA. Pukan diperkaya P-BP maupun P-guano, masing-masing dapat menghasilkan tongkol jagung pulut setara dengan pemupukan TSP bahkan masih terdapat residu yang bermanfaat untuk musim tanam jagung berikutnya. Nutrisi pukan plus (pukan sapi diperkaya P-BP atau P-guano dan N-gamal) lebih tinggi dibanding pukan sapi dan mampu menghasilkan tongkol jagung manis setara dengan pemupukan TSP_ZA. Nutrisi pukan plus (pukan sapi, kambing, ayam diperkaya N-lamtoro dan P-BP) lebih tinggi dibanding pukan (sapi, kambing, ayam), dan mampu menghasilkan tongkol jagung manis setara dengan pemupukan TSP+ZA. Dengan demikian pukan plus mampu menggantikan pupuk anorganik untuk meningkatkan produksi jagung.

Kesimpulan

Hasil-hasil penelitian menunjukkan bahwa pukan plus mampu menghasilkan produksi jagung setara dengan pemupukan anorganik, bahkan masih ada residu pukan plus yang dapat dimanfaatkan pada musim tanam berikutnya. Dengan demikian teknologi pukan plus, selain dapat menekan kebergantungan pada pupuk anorganik, diharapkan dapat mendukung terwujudnya program pertanian organik menuju tercapainya ketahanan pangan nasional. Disamping itu, juga dapat menjaga kelestarian kesuburan tanah sekaligus menghemat biaya pemupukan. dan berujung pada peningkatan produksi tanaman pangan yang sehat.

Daftar Pustaka

- Budi, S.F. dan A. Purbasari. 2009. Pembentukan pupuk fosfat dan batuan fosfat alam secara acidulasi. J. Teknik, 30(2): 93-98.
- Hartatik, W., D. Setyorini, S. Widati, J. Ourwani, dan A. Miswan. 2006. Laporan Akhir Dipa: Penelitian Teknologi Pengelolaan Hara pada Budidaya Pertanian Organik. Satker. Balai Penelitian Tanah. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Bogor.
- Hartatik, W., E. Santosa, dan S. Widodo. 2009. Laporan Akhir Dipa: Penelitian Pupuk Organik dan Organisme Tanah untuk Meningkatkan Kualitas Tanah dan Efisiensi Pupuk dan Produktivitas Tanaman Padi dan Sayuran >20% dalam Sistem Pertanian Organik. Satker. Balai Penelitian Tanah. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Bogor.
- Haryanto, K. Idris, R.I. Kawalusan, dan E.I. Sisworo. 2008. Pengaruh pupuk fosfat alam pada tanah masam terhadap pertumbuhan jagung serta serapan N-ZA dan N-urea. J. Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi. 4(2): 130-142.
- Koten, B.B. R.D. Soetrisno, N. Ngadiyono, dan B. Soewignyo. 2013. Penampilan produksi hijauan hasil tumpengsari Arbila (*Phaseolus lunatus*) ber inokulum Rhizobium dan sorghum (*Sorghum bicolor*) pada jarak tanam arbila dan jumlah baris sorghum. Sains Peternakan, 11(1): 26-33).
- Kustiono, G., J. Herawati, dan Indarwati. 2012. Kajian aplikasi pemberian kombinasi pupuk organik dan anorganik terhadap produksi padi sawah. Di dalam Prosiding Seminar Nasional Kedaulatan Pangan dan Energi. Fakultas Pertanian Universitas Trunojoyo Madura, 27 Juni. hlm. 57-64.
- Lukiwati, D.R. 2002. Effect of rock phosphate and superphosphate fertilizer on the productivity of maize var. Bisma. In: Proc.of International Workshop Food Security in Nutrient-Stressed Environments: Exploiting Plant's Genetic Capabilities. International Crops Research Institute for Semi-Arid Tropics (ICRISAT) Patancheru, India, 27-30 September 1999. Kluwer Academic Publishers. Netherlands. p.183-187.

- Lukiwati, D.R. 2011. Penerapan Bioteknologi Mikoriza untuk Peningkatan Produksi dan Kualitas Hijauan Pakan. Pidato Pengukuhan Guru Besar. Badan Penerbit Universitas Diponegoro. ISBN: 978-979-097-100-4
- Lukiwati, D.R., F. Kusmiyati, dan B. Herwibawa. 2018. Effect of manure plus and inorganic fertilizer on maize production and nutrient uptake in Central Java Indonesia. Proc. of the 5th International Conf. on Agric. 1: 1-6
- Lukiwati, D.R., F. Kusmiyati, Yafizham, dan S. Anwar. 2019. Improvement of plant growth and production of waxy corn with organic-NP enriched manure and inorganic fertilizer in Sragen District of Central Java Indonesia. IOP Conf.Ser.: Earth Environ. Sci. **292** 012056
- Lukiwati, D.R. dan R.I. Pujaningsih. 2015. Efek sisa pupuk kandang diperkaya fosfat alam dalam bentuk granular dan inokulasi biodekomposer terhadap nutrisi jerami jagung manis di lahan kering. J. Pastura, 4(2): 78-82
- Lukiwati, D.R., dan Yafizham (alm.). 2020. Pengaruh pakan plus dan pupuk anorganik terhadap hasil jagung manis dan nutrisi jerami sebagai pakan ternak. J. Pastura, 9 (2):60-64
- Lukiwati, D.R., Yafizham (alm.), dan W. Slamet. 2020. Penerapan pakan plus dalam system integrasi tanaman jagung manis dan ternak di lahan sub optimal wilayah pesisir. Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian Agribisnis IV. Fakultas Pertanian Universitas Galuh Ciamis, 4 April, hlm.232-237
- Sutriadi, M.S., S. Rochayati, dan A. Rachman. 2009. Pemanfaatan Fosfat Alam Ditinjau Dari Aspek Lingkungan. Book Chapter dalam: Fosfat Alam: Pemanfaatan Fosfat Alam yang Digunakan Langsung sebagai Pupuk Sumber P. Diterbitkan Oleh Balai Penelitian Tanah Deptan. Bogor hlm. 124-144.
- Triana, V., D.R. Lukiwati, dan Yafizham. 2019. Pengaruh pupuk organik dan anorganik terhadap pertumbuhan dan produksi jagung manis (*Zea mays saccharata*) di Jepara. Jurnal Pertanian Tropik, 6 (2): 262-269

Peran Urban Farming dalam Mendukung Ketahanan Pangan

Endang Dwi Purbajanti
Laboratorium Ekologi dan Produksi Tanaman
Departemen Pertanian, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro.
Email : edpurbajanti@yahoo.com

Pendahuluan

Pertanian perkotaan merupakan kegiatan pertumbuhan, pengolahan, dan distribusi pangan serta produk lainnya melalui budidaya tanaman dan peternakan yang intensif di perkotaan dan daerah sekitarnya, dan menggunakan (kembali) sumber daya alam dan limbah perkotaan, untuk memperoleh keragaman hasil panen dan hewan ternak (FAO, 2008). Urgensi pertanian kota menjadi meningkat ketika krisis ekonomi menyebabkan keamanan pangan menjadi pertanyaan besar. Keamanan pangan, khususnya bagi masyarakat miskin kota tampaknya akan menjadi isu yang penting di masa depan. Haletky dan Taylor (2006) berpendapat bahwa pertanian kota adalah salah satu komponen kunci pembangunan sistem pangan masyarakat yang berkelanjutan dan jika dirancang secara tepat akan dapat mengentaskan permasalahan kerawanan pangan.

Kemandirian dimaksudkan sebagai perwujudan kemampuan seseorang untuk memanfaatkan potensi dirinya sendiri dalam memenuhi kebutuhan hidupnya, yang dicirikan oleh kemampuan dan kebebasan menentukan pilihan yang terbaik. Kemandirian akan memungkinkan seseorang meningkatkan kualitas dirinya yang mencakup aspek kualitas hidup, kerja, karya, dan pikir (Hubeis 2002). Senada dengan hal tersebut, Fonchingong dan Fonjong (2003) menyebutkan bahwa kemandirian dimulai dengan pemahaman/pemikiran yang menganggap diri sendiri dan sumber daya sendiri sebagai modal utama untuk mencapai tujuan, kemudian mampu mengelola sumber daya yang dimiliki, dan mampu memenuhi kebutuhan dasar mereka sendiri. Dalam tulisan ini akan dibahas tentang kegiatan urban farming dalam mendukung pembangunan nasional

Pengertian dan Tujuan Urban Farming

Urban farming didefinisikan sebagai setiap kegiatan pertanian yang tumbuh, Tindakan pemrosesan dan mendistribusikan produk-produk pertanian dan jumlah sumber daya manusia di dalam kota dan sekitar kota (FAO, 2001). Definisi urban farming yang diberikan FAO adalah sebuah industri yang memproduksi, memproses, dan memasarkan produk dan bahan bakar nabati, terutama dalam menanggapi permintaan harian konsumen di dalam perkotaan, yang menerapkan metode produksi intensif, memanfaatkan dan mendaur ulang sumberdaya dan limbah perkotaan untuk menghasilkan beragam tanaman dan hewan ternak (FAO, 2001). Pertanian perkotaan berkontribusi untuk peningkatan keberlanjutan dalam kota dengan meningkatkan kualitas lingkungan (Rezai *et al.*, 2016). Lahan yang digunakan untuk urban farming meliputi pekarangan, balkon, atau atap-atap bangunan, pinggir jalan umum, atau tepi sungai (FAO,2001). Pertanian perkotaan menggabungkan masalah pertanian dengan yang terkait dengan pembangunan kota. Pertanian di daerah perkotaan umumnya dilihat sebagai sumberdaya yang memberikan kontribusi terhadap ketahanan pangan bagi keluarga dan masyarakat dan perbaikan kondisi lingkungan miskin di negara berkembang dan industri(Sanye- Mengual *et al.*, 2019).

Tujuan Urban Farming

Dampak Positif dari urban farming antara lain: peningkatan gizi dan kesehatan, perbaikan lingkungan hidup,meningkatkan kewirausahaan, dan peningkatan kesetaraan. Pada intinya *Pertanian perkotaan* adalah proses utama pengentasan kemiskinan selama periode pemulihan ekonomi. Hal ini juga meningkatkan kualitas lingkungan perkotaan melalui penghijauan dan pengurangan polusi dimulai di lingkungan berpenghasilan rendah. Sektor ini juga memperkuat basis ekonomi suatu kota dengan

menambahkan “substitusi impor” industri yang meliputi produksi, pengolahan, pengemasan dan pemasaran dan akhirnya, pertanian perkotaan membuat kontribusi besar untuk menyeimbangkan ekologi global

Manfaat Urban Farming

Adapun para pendukung dari pertanian perkotaan mengutarakan beberapa manfaat ke pertanian perkotaan (Kaufman, 2000), meliputi: 1. mengurangi lahan kota yang tidak produktif di bawah manajemen pemerintah daerah; 2. meningkatkan citra publik dari lingkungan bermasalah; 3. meningkatkan jumlah kawasan ruang hijau; 4. memasok penduduk berpenghasilan rendah dengan sehat dan lebih bergizi; 5. mengembangkan swasembada bagi penduduk dalam kota yang menanam makanan untuk diri mereka sendiri dan orang lain; 6. revitalisasi lingkungan termiskin dengan menciptakan lapangan kerja berbasis pangan (terutama bagi kaum muda), sehingga membawa lebih banyak pendapatan untuk penduduk; 7. menyediakan kegiatan program non-tradisional yang baru untuk nirlaba berbasis organisasi masyarakat; 8. mengkonversi limbah makanan dari supermarket menjadi kompos dan pupuk yang digunakan dalam produksi pangan; 9. mengurangi transportasi makanan melalui ketersediaan yang lebih besar dari produk lokal; 10. mendukung sistem pangan lokal dan regional secara umum.

Konsep Urban Farming

Konsep Urban Farming adalah memanfaatkan lahan tidur di perkotaan yang dikonversi menjadi lahan pertanian produktif hijau yang dilakukan oleh masyarakat dan komunitas sehingga dapat memberikan manfaat bagi mereka. Urbanisasi menciptakan masyarakat yang secara ekonomis memadai bagi berkembangnya berbagai media.

Strategi pemanfaatan ruang sempit ditengah kota, sebagai kawasan berkebun yang asri dan nyaman perlu dilakukan secara kreatif, sehingga konversi lahan tersebut dapat berjalan efektif. Pengolahan pemanfaatan lahan minimalis menjadi lahan produktif dapat mendukung terealisasinya pembangunan berkelanjutan (sustainable development). Urban farming (pertanian perkotaan) merupakan sebuah upaya pemanfaatan ruang minimalis yang terdapat di perkotaan untuk dimanfaatkan agar dapat menghasilkan produksi. Produksi ini berkaitan dengan pemenuhan kebutuhan pangan, kenyamanan hidup ditengah polusi udara perkotaan dan menghadirkan nuansa estetika di rumah kota. Urban farming tidak hanya melibatkan pemikiran orang-orang yang telah lama terlibat dalam dunia pertanian, akan tetapi juga melibatkan peternakan, perikanan bahkan kehutanan. Semua dibangun dalam sebuah tatanan holistik kehidupan bermasyarakat. Urban farming memberikan kontribusi untuk keamanan pangan dalam dua cara: pertama, meningkatkan jumlah makanan yang tersedia bagi orang yang tinggal di kota, dan kedua, memungkinkan sayuran segar dan buah-buahan.

Tiga Pilar Urban farming

Menurut Ackerman *et al.* (2014) pertanian perkotaan menyentuh pada ketiga pilar keberlanjutan yaitu ekonomi, masyarakat, dan lingkungan.

Economic Benefits of Urban Agriculture

Ketahanan pangan dan keamanan ekonomi tiga alasan paling umum yang menentukan dalam urban farming. Urban farming tidak hanya memperkuat ikatan sosial dan memberikan rezeki sehat yang mungkin akan kurang, juga berkontribusi terhadap pendapatan rumah tangga, keseimbangan kebutuhan makanan, dan menciptakan lapangan kerja. Ketahanan pangan dipengaruhi oleh kuantitas dan kualitas makanan yang tersedia untuk rumah tangga. Bahkan di lokasi di mana pertanian perkotaan tidak berkontribusi signifikan untuk kerja, keamanan pangan menjadi perhatian utama bagi petani urban.

Perbedaan antara pertanian urban dan non-urban bisa cukup besar, dan tantangan yang ada pada pertanian urban merupakan kekuatan yang dimiliki. Variasi kondisi sosio-ekonomi perkotaan, budaya, hingga geografi, iklim, dan luas lahan menimbulkan berbagai inovasi dan kebijakan pemerintahan setempat. Diversitas yang membedakan antara satu kota dan kota lain mampu menciptakan keunikan tersendiri. Pertanian ini pun menimbulkan berbagai gerakan lokal seperti "foodies", "locavores", "organic growers" dan sebagainya yang berfungsi sebagai sarana berbagi informasi dan fasilitas jual beli produk setempat, sehingga mendatangkan penghasilan, mengurangi risiko pestisida dan bahan kimia berlebih

dalam konsumsi masyarakat, hingga meningkatkan ketahanan pangan. Karena pertanian urban dikatakan mempersempit jarak antara produsen dan konsumen sehingga bahan pengawet dan proses tambahan tidak dibutuhkan. Hal ini membuat konsumen mendapatkan jaminan bahan pangan yang didapatkan begitu segar.

Societal Benefits of Urban Agriculture

Aspek sosial adalah alasan lain bagi penduduk untuk terlibat dalam urban farming. Sebuah taman atau urban farming yang terletak di atap adalah tempat di mana orang dapat datang bersama-sama untuk saling berinteraksi. Urban farming sering dimanfaatkan sebagai sarana pembinaan pemberdayaan masyarakat atau sebagai kesempatan untuk penduduk perkotaan yang secara langsung terlibat dengan produksi pangan dan pengadaan makanan. Urban farming juga berpartisipasi dalam program pengayaan masyarakat seperti pengembangan keterampilan, pelatihan kerja dan program pendidikan lainnya.

Environmental Benefits of Urban Agriculture

Urban farming dapat memainkan peran penting dalam lingkungan keberlanjutan kota. Sebagai bentuk infrastruktur hijau, urban farming dan kebun pangan masyarakat dapat membantu mengurangi efek suhu panas, mengurangi dampak air hujan.

Urban Farming dan Ketahanan Pangan

Di Indonesia, definisi ketahanan mengacu pada Peraturan Pemerintah No. 68 Tahun 2002 tentang Ketahanan Pangan yang menyebutkan bahwa ketahanan pangan merupakan kondisi terpenuhinya kebutuhan pangan bagi rumah tangga yang tercermin dari tersedianya pangan secara cukup, baik dari jumlah maupun mutunya, aman, merata dan terjangkau. Efek regeneratif urban farming terutama terlihat ketika banyak lahan kosong diubah dari lahan tandus, sampah menjadi kebun, indah dan aman yang memberi makan tubuh dan jiwa bangsa.

1. Penanaman di lahan tidur

Kota juga memiliki sumber lahan tidur yang diubah ke dalam produksi pangan dengan pendukung urban farming. Misalnya, kebun telah dikembangkan di lingkungan sekitar seperti sekolah dan rumah sakit yang biasanya berbentuk taman. Bagian dari taman kota juga telah dikonversi. Sementara ruang parkir terbuka secara tradisional dianggap sebagai rekreasi dan estetika tapi tidak produktif, urban farming memberikan alternatif penggunaan yang baik dari sisi estetika dan produktif. Lahan publik dan swasta di daerah rawan, seperti di lereng curam atau dataran banjir, dapat diubah oleh usaha urban farming.

2. Penggunaan Air Limbah Perkotaan

Bagian dari aliran limbah kota bisa diubah dari masalah menjadi sumber daya bagi pembangunan berkelanjutan melalui urban farming. Urban farming menggunakan kembali sampah dan limbah dari sektor lain untuk menghasilkan nutrisi. Misalnya, menggunakan kompos di urban farming mengurangi intake dan output dalam aliran sumber daya, sehingga sumber daya yang lebih sedikit dikonsumsi dan mengurangi polusi. Hal ini pada gilirannya dapat membuat kota mempunyai ekologis seimbang.

3. Pembangunan Kembali Hubungan Pasokan Makanan Kota dengan Pinggiran

Lingkup urban farming muncul jika kota ini terlihat berhubungan dengan pinggiran perkotaan dan daerah sekitarnya. Penduduk kota membutuhkan pasokan makanan untuk tetap sehat, berlimpah, dan dapat diakses. Ini jauh lebih mudah dilakukan ketika pemasok, distributor, dan konsumen memiliki kesempatan untuk lebih hubungan lokal langsung, seperti dengan usaha perkotaan dan pinggiran kota pertanian yang menyediakan makanan segar melalui pertanian masyarakat yang didukung, pasar petani, restoran, dan pendidikan dan lembaga lain. Konsumen dapat memantau akuntabilitas produsen makanan, sehingga meningkatkan kemungkinan bahwa makanan secara berkelanjutan yang tidak membahayakan bumi dan orang-orang yang mengkonsumsi. Ketika konsumen membeli makanan lebih banyak, mereka dapat memilih dan mendukung praktek hortikultura dan hubungan kerja yang lebih baik untuk menjadi berkelanjutan dan adil. Ini sayangnya kurang mungkin dengan makanan yang dibawa dari luar sistem pangan perkotaan dan regional. Dalam sistem distribusi pangan industri dengan subsidi yang tersembunyi untuk transportasi dan energi, makanan perjalanan rata-rata 1.400 mil untuk mencapai konsumen. Selain

biaya-biaya transportasi yang kompleks, orang semakin khawatir tentang makanan mengangkat dan didistribusikan melalui sistem industri skala besar produksi pangan perusahaan. Sebagai pengawasan pemerintah dari produksi pangan dan pengolahan menurun, ketakutan masyarakat telah meningkat dalam hal berbagai masalah keamanan pangan - dari kontaminasi *e-coli* dengan konsekuensi yang tidak diketahui dari makanan yang mengandung organisme yang dimodifikasi secara genetik.

Potensi Bertanam Bahan Pangan di Perkotaan

Urban farming merupakan kegiatan ekonomi yang merupakan pusat kehidupan puluhan juta orang di seluruh dunia. Ada banyak bukti di sini dan di luar negeri, bahwa potensi urban farming untuk ketahanan pangan sangat nyata. Urban farming telah menjadi faktor penting untuk subsistem antara penduduk kota yang terperangkap dalam konflik regional atau dalam pergolakan penyesuaian ekonomi. Ketika jalur transportasi ke pedesaan terganggu atau ketika konsumen tidak mampu membeli buah-buahan dan sayuran, kebun kadang-kadang menawarkan urban-satunya penyangga terhadap kelaparan.

Pada awalnya konsep ketahanan pangan dibuat dalam konteks yang sempit yaitu ketahanan pangan tidak mensyaratkan untuk melakukan swasembada produksi pangan karena tergantung pada sumberdaya yang dimiliki. Pengertian ketahanan pangan dalam lingkup sempit adalah suatu negara bisa menghasilkan kemudian mengeksport komoditas pertanian yang bernilai ekonomi tinggi dan barang-barang industri kemudian membeli komoditas pangan di pasar internasional.

Beberapa contoh kegiatan urban farming

Vertikultur

Vertikultur merupakan sistem bertanam bertingkat menggunakan pot. Vertikultur merupakan solusi bagi yang berminat budidaya tanaman namun lahan sangat terbatas. Sistem pertanian vertikultur menghemat pemakaian pupuk dan pestisida, mempermudah pemeliharaan tanaman.

Hidroponik

Menurut Purbajanti *et al* (2015) hidroponik, atau tanaman yang tumbuh di media akar larutan hara, adalah perkembangan dari produksi pangan komersial dan juga digunakan untuk produksi pangan pada skala rumah tangga, juga biasa ditekuni karena hobi bertanam. Hidroponik merupakan bagian dari hydroculture, yaitu pertumbuhan tanaman dengan media tanpa tanah, atau lingkungan perairan. Hidroponik digunakan untuk menumbuhkan tanaman menggunakan larutan hara dan mineral untuk memberi makan tanaman dalam air.

Bagi kita yang suka tanaman, hidroponik merupakan hal yang menarik. Hidroponik tidak dibatasi oleh iklim atau musim. Dengan sistem hidroponik hampir setiap tanaman di hampir setiap tanaman dapat tumbuh setiap saat sepanjang tahun. Sistem hidroponik berkembang pesat, mulai dari yang sederhana sampai dengan tambahan pencahayaan. Bertanam secara hidroponik dapat dilakukan di mana dan kapan saja. Dalam hidroponik, tanah diganti dengan bahan media untuk memberikan pijakan akar, dan hara disediakan dalam air yang langsung diberikan pada akar tanaman. Dengan cara ini jumlah dan kombinasi hara yang diberikan kepada tanaman secara terus-menerus, sehingga pertumbuhan tanaman optimal.

Akuaponik

Akuaponik merupakan bertanam sayuran atau bunga secara hidroponik yang digabungkan dengan memelihara ikan. sumber nutrisi organik bagi tanaman dan pada saat yang sama tanaman juga berfungsi sebagai filter air alami untuk kolam ikan. Selain itu juga melibatkan bantuan dari bakteri mikroba yang membantu proses nitrifikasi yang terjadi pada media tanam hidroponik. Mikroba inilah yang mengubah asam amonia dari kotoran ikan menjadi nitrat yang merupakan nutrisi bagi tanaman.

Pemanfaatan pekarangan

Pekarangan di perkotaan umumnya mempunyai lahan sempit. Pemanfaatan pekarangan dengan tanaman produktif seperti sayuran, lidah buaya dengan menggunakan polibag dengan sistem vertikultur dapat diadopsi untuk menunjang kebutuhan sehari-hari.

Pemanfaatan atap gedung (*Roof garden*)

Keberadaan taman atap, terutama di kota-kota besar (metropolitan) memiliki peran penting serta ruang hijau lainnya. Ancaman terhadap keberadaan ruang hijau akibat pembangunan infrastruktur kota dapat diimbangi atau dikompensasi dengan mengembangkan taman atap. Menurut Indraprahasta (2013) secara umum, manfaat dari taman atap (*roof garden*) adalah sebagai berikut :

1. mengurangi tingkat polusi udara, vegetasi pada taman atap dapat mengubah polutan (toksin) di udara menjadi senyawa berbahaya melalui reoksigenation, taman atap juga berperan dalam menstabilkan jumlah gas rumah kaca (karbon dioksida) di atmosfer kota sehingga untuk menekan efek rumah kaca,
2. menurunkan suhu, kehadiran taman atap dapat mengurangi efek radiasi panas dari matahari dan dari dinding tanah (panas efek pulau), konservasi air, taman atap dapat menyimpan sebagian besar air berasal dari air hujan sehingga menyediakan mekanisme evaporasi-transpirasi yang lebih efisien, mengurangi polusi suara / kebisingan, komposisi vegetasi pada taman atap memiliki potensi yang baik dalam mengurangi kebisingan yang berasal dari luar bangunan (kebisingan dari kendaraan bermotor atau kegiatan industri)
3. menampilkan keindahan aspek bangunan (estetika), serta fungsi dari taman pada umumnya, taman atap (atap hijau) memberikan aspek pembangunan keindahan yang terlihat lebih hidup, indah, dan nyaman, meningkatkan keanekaragaman hayati keragaman kota, taman atap dapat berfungsi sebagai penghubung bagi gerakan serta organisme habitat (satwa) antara ruang hijau di daerah perkotaan

Peran Urban Farming dalam Mendukung Pembangunan Nasional Secara Mandiri

Konsep multifungsi cocok dalam visi sistematis sektor pertanian, di mana perhatian terhadap fungsi non-pencernaan atau sekunder akan lebih terfokus. Secara khusus, multifungsi pertanian tidak hanya menawarkan makanan dan serat, tetapi juga layanan untuk kolektivitas. Pendekatan yang lebih multifungsi di bidang pertanian adalah kondisi awal untuk pertanian berkelanjutan. Konsep keberlanjutan sebagian besar berfokus pada kemampuan mengembangkan gaya hidup dan tingkat mengkonsumsi berorientasi pada pelestarian sumber daya (Borrelli 2016)

Pergeseran menuju pertanian berkelanjutan akan tergantung pada banyak kerangka kerja, termasuk biologi dan kesuburan tanah, pengelolaan air, konservasi keanekaragaman hayati dan sistem pangan, meliputi banyak lintas memotong masalah sosial ekonomi. Di antara faktor-faktor ekonomi dan sosial, pertanian berkelanjutan dapat dicapai dengan mendukung petani kecil di negara-negara miskin, dengan mempromosikan teknik pertanian yang ramah lingkungan, dengan menggunakan teknologi yang efisien dan dengan menyelenggarakan metode padat karya produksi. Pertanian yang berkelanjutan membuat keamanan pangan terutama di negara-negara berkembang dan untuk kepentingan petani kecil dan miskin (Bianco, 2015).

Penutup

Peran urban farming untuk keamanan dan keselamatan pangan dalam dua jalan: Pertama, meningkatkan jumlah makanan yang tersedia bagi orang yang tinggal di kota, Kedua, tersedianya buah-buahan dan sayur- mayur segar untuk konsumen- konsumen kota. Karena itu urban farming sebagai promosi penghematan energi produksi makanan lokal, pertanian kota dan pinggiran kota adalah praktek-praktek ketahanan pangan.

Daftar Pustaka

Akimowicz, M., H. Cummings, K. Landman. 2016. Green lights in the Greenbelt? A qualitative analysis of farm investment decision-making in peri-urban Southern Ontario Land Use Policy 55 (2016) 24–36

- Bianco, A . 2015. Green Jobs and policy Measures for a Sustainable Agriculture Agriculture and Agricultural Science Procedia 8 (2016) 346 – 352
- Borrelli, I.P., 2016. Territorial sustainability and multifunctional agriculture: a case study Agriculture and Agricultural Science Procedia 8 (2016) 467 – 474
- Esther Sanyé-Mengual, Kathrin Specht, Erofil Grapsa , Francesco Orsini and Giorgio Gianquinto. 2019. How Can Innovation in Urban Agriculture Contribute to Sustainability? A Characterization and Evaluation Study from Five Western European Cities. Sustainability 2019, 11, 4221; 2-31. doi:10.3390/su11154221
- FAO, 2001. A briefing guide for the successful implementation of urban and peri-urban agriculture in developing countries and countries of transition. Revision 2, Handbook Series. Volume III. Rome.
- Food and Agriculture Organization (FAO). 2008. Urban Agriculture For Sustainable Poverty Alleviation and Food Security. 84p
- Fonchingong, C.C., dan Fonjong, L.N., 2003. The Concept of SelfReliance in Community Development Initiatives in The Cameroon Grassfields. Nordic Journal of African Studies. 12 (2) :196–219
- Haletky ,N. and Taylor, O., 2006. Urban Agriculture as a Solution to Food Insecurity: West Oakland and People’s Grocery. Urban Agriculture in West Oakland
- Hubies, H.V.S., 2002. Tantangan dan Prospek Teknologi Informasi dan Komunikasi dalam Otonomi Daerah. Dalam: Pambudy, R., dan Adhi, A.K. (ed), Pemberdayaan Sumber Daya Manusia Menuju Terwujudnya Masyarakat Madani. Bogor: Pustaka Wirausaha Muda. 13-23
- Indraprahasta, G.S., 2013. The potential of urban agriculture development in Jakarta Procedia Environmental Sciences 17 (2013) 11 – 1
- Kaufman A., C.H. Wood, G. Thevel., Collaboration and Technology Linkages: A Strategic Supplier Typology. Strategic Management Journal 21 (6) : 649 – 663. DOI: [10.1002/\(SICI\)1097-0266\(200006\)21:6<649::AID-SMJ108>3.0.CO;2-U](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0266(200006)21:6<649::AID-SMJ108>3.0.CO;2-U)
- Peraturan Pemerintah No. 68 Tahun 2002 tentang Ketahanan Pangan
- Purbajanti, E.D., F. Kusmiyati, Slamet, W., 2015. Hidroponik-Bertanam Tanpa Tanah. Bahan Kuliah.
- Rezai,G., M. N. Shamsudin, Mohamed, Z., 2016. Urban Agriculture: A Way Forward to Food and Nutrition Security in Malaysia. Procedia-Social and Behavioral Sciences 216 (2016) 39 – 45.

Pemanfaatan Lahan Marginal untuk Pemenuhan Kebutuhan Pangan

Florentina Kusmiyati

Laboratorium Fisiologi dan Pemuliaan Tanaman
Departemen Pertanian, Fakultas Peternakan dan Pertanian,
Universitas Diponegoro
Email : fkusmiyati@live.undip.ac.id

Pendahuluan

Gizi seimbang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan pangan meliputi sumber karbohidrat (nasi, jagung), sayuran, buah-buahan, protein nabati (tahu, tempe) dan protein hewani. Sebagian besar sumber bahan makanan untuk memenuhi gizi seimbang tersebut berasal dari produk pertanian. Jumlah penduduk yang besar memerlukan pemenuhan ketersediaan pangan. Pertumbuhan populasi penduduk didunia diprediksi menjadi 9.3 miliar pada tahun 2050 (Lee, 2011). Kebutuhan pangan diperkirakan meningkat 70 – 110 % (Tilman *et al.*, 2011). Pemenuhan kebutuhan pangan tersebut membutuhkan sumber daya pertanian yang memadai. Salah satu sumber daya untuk mendukung pertanian adalah lahan. Lahan-lahan pertanian yang subur sekarang ini sudah semakin menyusut karena berbagai faktor seperti peralihan fungsi lahan dan perubahan iklim. Peralihan fungsi lahan pertanian cukup masif terjadi di Indonesia. Luas lahan sawah dan lahan tegal menurun 1.058.900 ha dan 6.962 ha pada tahun 2018 dibandingkan tahun 2017 (Kementerian Pertanian, 2019). Perubahan iklim menyebabkan berkurangnya ketersediaan lahan pertanian untuk mencukupi kebutuhan pangan. Peningkatan 1 – 2 ° C suhu rata-rata global akan berpengaruh negatif terhadap hasil panen (Stevanovic *et al.*, 2016).

Usaha yang dapat dilakukan untuk tetap dapat memenuhi kebutuhan pangan adalah pemanfaatan lahan-lahan marginal untuk budidaya pertanian. Lahan marginal merupakan lahan yang memiliki mutu rendah karena memiliki beberapa faktor pembatas untuk suatu keperluan tertentu, dalam hal ini untuk budidaya pertanian. Faktor pembatas tersebut dapat diatasi dengan memberikan input/masukan yang sesuai, hal tersebut tentu memerlukan biaya. Tanpa input yang berarti dan sesuai, budidaya pertanian di lahan marginal tidak akan memberikan keuntungan (Yuwono, 2009). Lahan-lahan marginal tersebut adalah lahan salin, lahan masam, lahan kering dan lahan gambut (Ilustrasi 1). Faktor-faktor pembatas pada lahan marginal tersebut berbeda-beda sehingga memerlukan input yang berbeda pula untuk dapat digunakan sebagai lahan budidaya tanaman dan menguntungkan secara ekonomi.

Lahan salin adalah lahan yang mengandung garam terlarut yang berpengaruh kurang baik terhadap pertumbuhan tanaman. Luas lahan salin di seluruh dunia dilaporkan lebih dari 800 juta hektar (6 % dari seluruh lahan) (Munns dan Tester, 2008). Di Indonesia, luas lahan salin dilaporkan mencapai lebih dari 13,2 juta yang terbagi menjadi beberapa tingkat salinitas (Abrol *et al.*, 1988). Lahan masam dicirikan dengan pH tanah yang rendah. Derajat kemasaman tanah yang rendah ini (di bawah 5,5) menyebabkan kelarutan beberapa unsur hara (seperti Al dan Mn) sehingga menjadi toksik dan mengurangi efisiensi penyerapan air dan hara tanaman (Kochian *et al.*, 2004). Lahan masam merupakan lahan marginal yang sebarannya paling luas di dunia yaitu 1,6 milyar ha, meliputi 55 % luas tanah tropis Amerika, 39 % luas tanah tropis Afrika dan 37 % luas tanah tropis Asia (Ma *et al.*, 2005). Di Indonesia, luas lahan masam mencapai 99,5 juta ha, tersebar di Sumatera, Kalimantan dan Papua (Hidayat dan Mulyani, 2002).



Ilustrasi 1.a. Lahan Salin di Kab. Rembang (koleksi pribadi)



Ilustrasi 1.b. Pengapuran pada tanah masam (<https://mitalom.com/sifat-sifat-tanah-masam-tentang-tanah-masam-gambut-dan-tanah-masam-ultisol/>)



Ilustrasi 1.c. Lahan Kering (<https://8villages.com/full/petani/article/id/5aacee710b61247a046189e4>)



Ilustrasi 1.d. Lahan Gambut (Agus dan Subiksa, 2008).

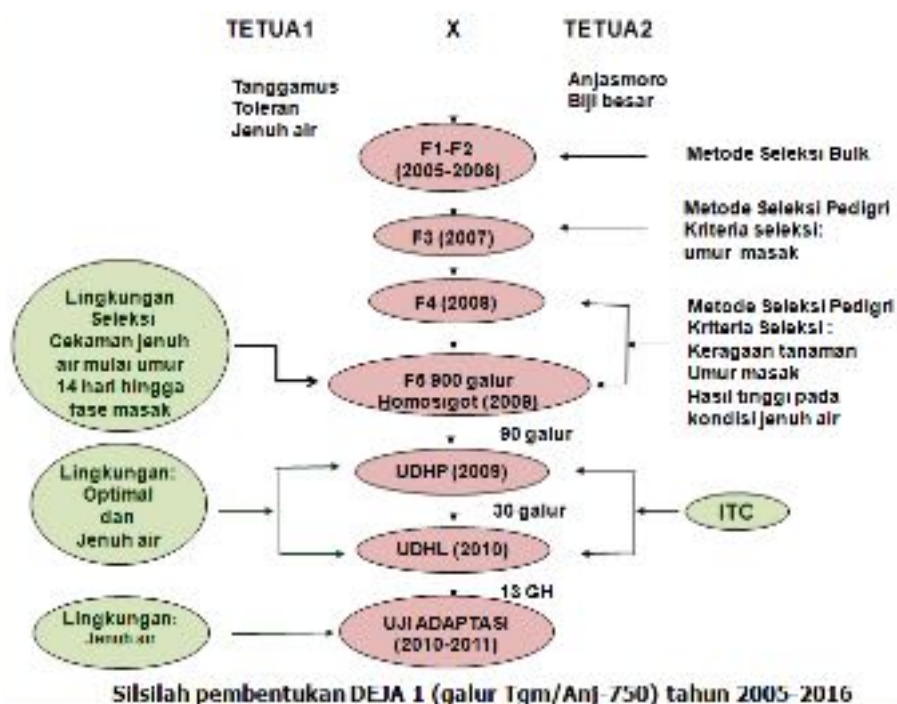
Aktifitas budidaya tanaman yang mengandalkan sumber air dari tadah hujan disebut sebagai pertanian lahan kering. Ciri dari pertanian lahan kering adalah potensi penguapan air tahunan melebihi curah hujan tahunan. Lahan kering di Indonesia terbagi menjadi dua kategori yaitu lahan kering beriklim kering (Indonesia bagian Timur) dan lahan kering beriklim basah (kawasan barat Indonesia). Lahan kering dan semi kering mencakup kurang lebih 40 % dari luas daratan di dunia (Parr *et al.*, 1990). Lahan gambut dicirikan oleh adanya lapisan gambut dengan ketebalan lebih dari 40 cm dan mengandung bahan organik lebih dari 30 %. Luas lahan gambut di Indonesia mencapai 14,95 juta ha yang tersebar di Pulau Sumatera, Kalimantan, Papua dan Sulawesi (Wahyunto *et al.*, 2014). Berdasarkan data Wetland International (2008), luas lahan gambut di dunia adalah 381,4 juta ha yang tersebar di Eropa dan Rusia (44,08 %), Amerika (40,50 %), Afrika (3,4 %), Indonesia (6,95 %), Asia lainnya (2,74 %), Australia dan Pasifik (1,91 %) dan Antartika (0,41 %).

Usaha yang dapat dilakukan untuk memanfaatkan lahan marginal tersebut sebagai lahan budidaya tanaman adalah dengan teknologi perakitan varietas tanaman dan teknologi budidaya tanaman yang tepat sesuai dengan kondisi tanah marginal.

Teknologi Perakitan Varietas Tanaman Toleran Pada Lahan Marginal

Teknologi perakitan varietas tanaman toleran pada lahan marginal dapat dilakukan dengan berbagai cara yaitu perakitan varietas tanaman secara persilangan, mutasi dan bioteknologi. Perakitan varietas tanaman secara persilangan sering disebut juga sebagai perakitan tanaman secara konvensional. Perakitan varietas tanaman dengan persilangan ini diawali dengan melakukan persilangan buatan antara dua atau

lebih tua yang memiliki sifat yang berbeda. Keragaman genetik hasil persilangan buatan ini pada umumnya akan muncul pada generasi 1 (F1) dan generasi 2 (F2). Keragaman genetik tersebut merupakan modal bagi pemulia untuk melakukan seleksi pada generasi-generasi selanjutnya berdasarkan karakter-karakter yang menjadi tujuan perakitan varietas tanaman tsb. Beberapa varietas tanaman yang toleran pada lahan marginal sudah banyak dilepas dengan teknologi perakitan secara persilangan buatan/konvensional. Kedelai toleran lahan kering masam yang telah dilepas oleh Balai Penelitian Aneka Kacang dan Umbu (Balitkabi) yaitu varietas Tanggamus, Nanti, Sibayak, Seulawah dan Ratai merupakan beberapa contoh varietas kedelai yang dirakit dengan persilangan buatan. Varietas kedelai Tanggamus merupakan persilangan tunggal varietas Kerinci dan nomer 3911 dengan wilayah adaptasi lahan kering masam. Sedangkan varietas Nanti merupakan persilangan varietas Dempo dan Nomer 3623 (Kementerian Pertanian, 2016). Teknologi perakitan varietas tanaman dengan persilangan memerlukan waktu yang lama atau sampai beberapa generasi sampai didapatkan karakter yang stabil sesuai dengan yang dikehendaki oleh pemulia. Perakitan varietas kedelai toleran jenuh air yang dikembangkan oleh Balitkabi membutuhkan waktu hingga 10 tahun (Ilustrasi 2).

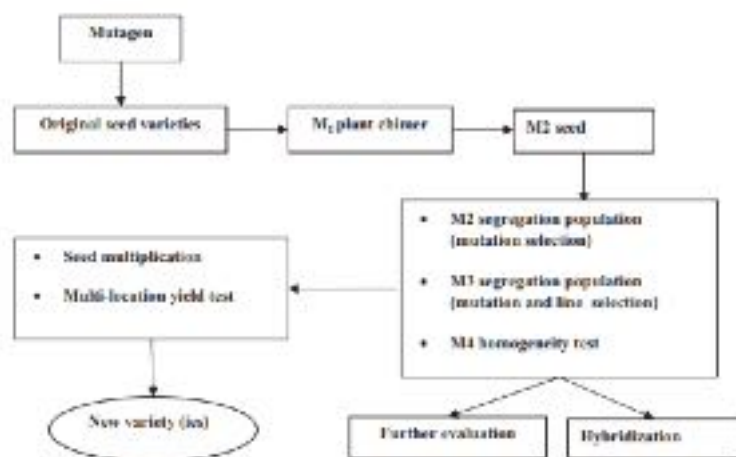


Ilustrasi 2. Contoh Perakitan Varietas Kedelai Tahan Genangan

(Sumber : Suhartina *et al.*, 2018).

Perakitan varietas tanaman dengan mutasi juga telah banyak dikembangkan. Mutasi dapat dilakukan dengan induksi secara kimia (contoh : etil metan sulfonat dan natrium azida) dan fisika (contoh : sinar gamma, sinar X). Bahan tanam yang akan diberi perlakuan mutasi dapat berupa benih, stek dan bahan perbanyak tanaman lainnya. Perlakuan induksi mutasi akan meningkatkan keragaman genetik pada generasi 1 (M_1/MV_1) atau generasi 1 (M_2/MV_2). Keragaman genetik hasil perlakuan induksi mutasi bersifat acak. Beberapa varietas hasil mutasi telah dilepas oleh Kementerian Pertanian yaitu varietas padi sawah “Atomita” yang toleran terhadap salinitas dengan daya hantar listrik (DHL) 4 – 6 dS/m, varietas padi gogo “Situgunting” yang cocok ditanam di lahan kering. Varietas kedelai “Rajabasa” dan kacang hijau “Camar” bersifat agak toleran terhadap cekaman masam. Varietas kedelai “Mitani” memiliki adaptasi pada lahan kering (Badan Tenaga Nuklir Nasional, 2015). Langkah perakitan varietas tanaman dengan mutasi dimulai

dengan pemilihan tetua/bahan tanam yang akan diberi perlakuan induksi mutasi. Langkah-langkah selanjutnya bisa dilakukan seleksi seperti pada perakitan varietas tanaman dengan persilangan (Ilustrasi 3).



Ilustrasi 3. Metode Perakitan Varietas Tanaman dengan Mutasi

(Sumber : Oladosu *et al.*, 2016)

Alternatif lain untuk perakitan varietas toleran pada lahan marginal adalah melalui bioteknologi atau rekayasa genetika dengan cara menyisipkan gen toleran ke dalam tanaman budidaya. Gen toleran dapat berasal dari tanaman lain, atau apabila gen yang dibutuhkan tidak tersedia, maka dapat diisolasi dari organisme donor misalnya virus, bakteri, jamur, serangga atau hewan. Salah satu perakitan tanaman toleran dengan bioteknologi adalah perakitan kedelai transgenik toleran aluminium (tanah masam). Gen toleran aluminium (Al) diisolasi dari tanaman Harendong (*Melastoma malabatricum*) yang memiliki kemampuan tumbuh pada lahan dengan pH rendah dan kelarutan Al tinggi (Muhaemin, 2008). Harendong (Ilustrasi 4) memiliki kemampuan tinggi untuk menyerap dan mengakumulasi Al pada daun, terutama pada sel-sel epidermis atas dan mesofil, dan seluruh jaringan akar sehingga tanaman ini disebut akumulator Al (Watanabe *et al.*, 2008). Gen toleran Al tersebut (gen *MaMt2*) disisipkan ke dalam genom kedelai dengan perantara bakteri *Agrobacterium tumefaciens* (Pardal dan Suharsono, 2016). Metode yang sama dapat kita terapkan untuk perakitan varietas toleran pada lahan marginal. Isolasi gen-gen toleransi pada lahan marginal dapat diisolasi dari tanaman-tanaman adaptif pada lahan marginal. Tanaman yang adaptif pada kondisi salin yang tinggi antara lain *Distichlis spicata* dan *Portulaca sp* yang tumbuh di lahan bergaram di Kec. Kaliori – Kab. Rembang (Ilustrasi 4). Sedangkan tanaman adaptif pada lahan pasir adalah *Spinifex littoreus* yang tumbuh pada pesisir pantai Utara (Ilustrasi 4).

Perakitan varietas tanaman toleran pada lahan marginal dengan bioteknologi membutuhkan sarana prasarana laboratorium yang mahal dan tenaga ahli. Selain itu budidaya tanaman hasil rekayasa genetika atau transgenik masih menjadi perdebatan di Indonesia. Balai Besar Penelitian Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian (BB-Biogen) telah melakukan perakitan tanaman transgenik walaupun komersialisasi produk transgenik tsb masih agak tertinggal. Pemerintah Indonesia telah mengatur keamanan pangan dan hayati produk rekayasa genetika seperti tanaman transgenik melalui keputusan bersama Menteri Pertanian, Menteri Kehutanan dan Perkebunan, Menteri Kesehatan dan Menteri Negara Pangan dan Hortikultura pada tahun 1999 tentang “Keamanan Hayati dan Keamanan Pangan Produk Pertanian Hasil Rekayasa Genetika Tanaman” No. 998.I/Kpts/OT.210/9/99; 790.a/Kptrs-IX/1999; 1145A/MENKES/SKB/IX/199; 015A/Nmeneg PHOR/09/1999. Keputusan bersama tersebut juga mengatur pemanfaatan produk tanaman transgenik agar tidak merugikan, mengganggu dan membahayakan kesehatan manusia, keanekaragaman hayati dan lingkungan. Pada tahun 2005, Keputusan bersama Empat Menteri tahun 1999 telah diangkat menjadi Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 21 Tahun

2005 tentang Keamanan Hayati PRG (Produk Rekayasa Genetik). Dalam pelaksanaannya, PP No. 21 Tahun 2005 dilandasi dengan pendekatan kehati-hatian dalam rangka mewujudkan keamanan lingkungan, keamanan pangan, dan/atau pakan dengan mempertimbangkan kaidah agama, etika, sosial budaya, dan estetika serta pelestarian. Ruang lingkup PP 21/2005 meliputi jenis dan persyaratan PRG; penelitian dan pengembangan PRG; pemasukan PRG dari luar negeri, pengkajian, pelepasan dan peredaran serta pemanfaatan PRG; pengawasan dan pengendalian PRG; kelembagaan; dan pembiayaan (Estiati dan Herman, 2015).



a



b



c



d

Ilustrasi 4.A. Melastoma malabatricum. B. Distichlis spicata. C. Portulaca sp D. Spinifex littoreus

Teknologi Budidaya Tanaman Pada Lahan Marginal

Teknologi budidaya tanaman yang tepat sesuai dengan permasalahan lahan marginal akan meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman. Paket teknologi budidaya mulai dari pengolahan tanah, perlakuan tanah sebelum tanam, sistem tanam, pemupukan dan pemeliharaan tanaman perlu diperhatikan supaya lahan marginal dapat dimanfaatkan secara optimal dan dapat menguntungkan secara ekonomi. Tidak kalah pentingnya adalah melakukan analisa tanah baik analisa sifat fisik, kimia dan biologi tanah sebelum melakukan kegiatan budidaya tanaman di lahan marginal. Kondisi iklim juga perlu diperhatikan seperti curah hujan, temperatur dan kelembaban.

Teknologi budidaya pada lahan salin dapat dilakukan dengan melakukan analisa sifat tanah salin dan kondisi iklim terlebih dahulu supaya ditemukan permasalahannya sehingga lebih mudah melakukan perbaikan yang sesuai untuk mengoptimalkan pertumbuhan tanaman. Sifat lahan salin di Kec. Kaliiori – Kab. Rembang, Jawa Tengah antara lain daya hantar listrik 8,7 dS/m (sangat salin), pH 7,9 (alkalin), N total 0,01 % (sangat rendah), natrium dapat ditukar 132,31 Cmol/kg (sangat tinggi), kapasitas tukar kation 12,99 Cmol/kg (rendah) dan C-organik 0,26 % (sangat rendah) (Kusmiyati, 2014). Jumlah hari hujan dan curah hujan tahunan berturut-turut adalah 72 hari dan 1716 mm (BPS, 2017). Teknologi budidaya tanaman yang dapat dilakukan pada lahan salin tersebut adalah 1) pencucian garam dan drainase (2) penambahan bahan organik/pupuk organik seperti pupuk kandang dan pupuk hijau, (3). modifikasi secara kimia misal

dengan gipsum, (4) penanaman tanaman toleran, (5) pencegahan garam-garam terlarut naik ke daerah perakaran melalui pengaturan penguapan misalnya dengan residu tanaman/mulsa dan pengguludan. Sistem tanam dapat dilakukan dengan monokultur atau tumpangsari legum dengan non legum.

Lahan kering di Indonesia dicirikan dengan kondisi lahan yang bergelombang hingga berbukit atau berlereng serta agregat tanah yang kurang mantap sehingga mudah mengalami kerusakan lahan akibat erosi. Kesuburan tanah di lahan kering sangat rendah dengan kandungan hara utama nitrogen, fosfor dan kalium yang relatif rendah serta kandungan bahan organik juga rendah. Faktor pembatas utama lainnya di lahan kering adalah keterbatasan ketersediaan sumber daya air. Kondisi iklim di lahan kering Indonesia bagian Timur yaitu Nusa Tenggara Timur yaitu iklim kering, serta intensitas dan distribusi curah hujan yang tidak merata dan tidak menentu. Teknologi budidaya yang dapat dilakukan pada lahan kering ber iklim kering adalah (1) pengendalian erosi dengan usaha tani konservasi, (2) penambahan bahan organik, (3) pengaturan penguapan tanah dan tanaman dengan menggunakan mulsa, (4). penanaman legum penutup tanah seperti *Centrosema pubescens*, *Phaseolus lunatus*, *Crotolaria juncea* dan *Mucuna pruriens*, (5) pembuatan embung untuk penampungan kelebihan air di musim hujan. Sistem tanam yang dapat dilakukan sebaiknya adalah sistem tanam tumpangsari.

Lahan masam dicirikan dengan kemasaman tanah tinggi (pH tanah < 4,5), aluminium dapat dipertukarkan (Al_{dd}), kejenuhan Al tanah tinggi dan kadar besi (Fe) tinggi sehingga potensial menjadi racun dan menghambat ketersediaan fosfor (P). Teknologi budidaya yang dapat dilakukan pada tanah masam adalah (1) penggunaan amelioran tanah dengan bahan baku mineral seperti kapur pertanian/pengapuran (kalsit/CaCO₃ dan kapur tohor/CaOH), dolomit dan zeolit, (2). perbaikan kesuburan fisik melalui penyiapan lahan untuk mencapai kondisi solum tanah cukup dalam (40-50 cm), struktur tanah gembur, daya simpan lengas meningkat, (3) Pemupukan organik dan anorganik (NPK, dan hara mikro), (4) perbaikan kesuburan hayati dengan pupuk hayati yang mengandung mikroba tanah terutama bakteri pelarut fosfat, mikoriza, dan bakteri penambat N nonsimbiotik, dan (5) pengaturan pola tanam atau rotasi tanaman yang lebih produktif (Sudaryono, 2009).

Lahan gambut memiliki kadar air tanah yang tinggi berkisar antara 100 – 1.300 % dari berat keringnya sehingga menyebabkan berat isi tanah menjadi rendah dan daya menahan bebannya rendah. Sifat fisik tanah gambut lainnya adalah sifat mengering tidak balik. Lahan gambut di Indonesia umumnya mengandung mineral kurang dari 5 % dan sisanya adalah bahan organik. Tingkat kemasaman lahan gambut relatif tinggi (pH 3 – 5). Tingkat kesuburan lahan gambut juga rendah karena unsur hara rendah dan kandungan asam-asam organik yang sebagian bersifat racun bagi tanaman. Lahan gambut berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai lahan budidaya tanaman pangan dan tanaman tahunan dengan pengelolaan yang tepat. Pemanfaatan lahan gambut untuk budidaya tanaman pangan disarankan pada gambut dangkal (< 100 cm). Teknologi budidaya tanaman yang dapat dilakukan pada lahan gambut adalah (1) pengelolaan air sesuai karakteristik gambut dan jenis tanaman, (2) penambahan ameliorasi (kapur, tanah mineral, abu sisa pembakaran), (3) pemupukan unsur hara makro (N, P, K, Ca dan Mg) dan unsur hara mikro, (4) pemupukan harus dilakukan beberapa kali dengan dosis rendah agar hara tidak banyak tercuci, (5) penggunaan pupuk yang ketersediaan lambat seperti fosfat alam akan lebih baik (Agus dan Subiksa, 2008).

Simpulan

Usaha yang dapat dilakukan untuk tetap dapat memenuhi kebutuhan pangan adalah pemanfaatan lahan-lahan marginal untuk budidaya pertanian. Lahan marginal merupakan lahan yang memiliki mutu rendah karena memiliki beberapa faktor pembatas untuk budidaya pertanian. Pemanfaatan lahan marginal dapat dilakukan dengan menanam tanaman yang toleran pada lahan marginal dan menerapkan teknologi budidaya tanaman yang sesuai dengan kondisi lahan marginal. Tanaman toleran pada lahan marginal dapat dirakit dengan teknologi persilangan buatan, mutasi dan bioteknologi/rekayasa genetika.

Daftar Pustaka

Abrol, I.P., J.S.V. Yadav dan Massaud, F.I., 1988. Salt-Affected Soil and The Management. FAO, Rome.

- Agus, F. dan Subiksa, I.G.M., 2008. Lahan Gambut : Potensi untuk Pertanian dan Aspek Lingkungan. Balai Penelitian Tanah dan World Agroforestry Centre (ICRAF), Bogor.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Rembang. 2017. Kabupaten Rembang dalam Angka. Badan Pusat Statistik Kabupaten Rembang
- Badan Tenaga Atom Nasional (BATAN). 2015. Hasil pemuliaan mutasi radiasi. BATAN.
- Estiati, A. dan M. Herman. 2015. Regulasi keamanan hayati produk rekayasa genetik di Indonesia. Analisis Kebijakan Pertanian. 13 : 129 – 146.
- Hidayat, A., A. Mulyani. 2002. Lahan Kering untuk Pertanian. Dalam : A. Adimihardja, Mappaona, A. Saleh (Eds), Teknologi Pengelolaan Lahan Kering. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat, Badan Litbang Deptan, Bogor.
- Kementerian Pertanian. 2016. Deskripsi Varietas Kedelai 1918 – 2016. Kementerian Pertanian.
- Kementerian. Pertanian. 2018. Statistik Data Lahan Pertanian Tahun 2013 – 2017.. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian, Sekretariat Jenderal Kementerian Pertanian.
- Kochian, L.V., O.A. Hoekenga, M.A. Pineros. 2004. How do crop plants tolerate acid soils? mechanisms of aluminium tolerance and phosphorus efficiency? Annual Review of Plant Biology 55: 459-493 doi: 10.1146/annurev.arplant.55.031903.141655.
- Kusmiyati, F. 2014. Model Produksi Tanaman Pakan di Tanah Salin untuk Peningkatan Produksi dan Kualitas Pakan Ruminansia. Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro (Disertasi)
- Lee, R. 2011. The outlook for population growth. Science 333 : 569 – 573.
- Ma, J.F., S. Nagao, C.F. Huang, M. Nishimura. 2005. Isolation and characterization of a rice hypersensitive to Al. Plant and Cell Physiology 46 (7): 1054-1061 doi: 10.1093/pcp/pci116
- Muhaemn. 2008. Analisis pertumbuhan *Melastoma (Melastoma malabathricum* auct. Non L dan *M. affine* D. Don) yang mendapat cekaman pH rendah dan alumunium. Tesis, Program Pascasarjana, IPB.
- Munns, R., dan M. Tester. 2008. Mechanism of salinity tolerance. Annu. Rev. Plant. Biol. 59 : 651 – 681.
- Oladosu, Y., M. Y. Rafii, N. Abdullah, G. Hussin, A. Ramli, H. A. Rahim, G. Miah dan M. Usman. 2016. Principle and application of plant mutagenesis in crop improvement : a review Biotechnology and Biotechnology Equipment. 30 : 1 – 16.
- Pardal, S. J. dan Suharsono. 2016. Evaluasi galur kedelai transgenik toleran alumunium pada fasilitas uji terbatas. Penelitian Pertanian Tanaman Pangan. 35 : 155 – 162.
- Parr, J. F., B.A. Stewart, S.B. Homick dan R.P. Singh. 1990. Improving the sustainability of dryland farming systems : aglobal perspective. Advances in Soil Sci. 13 : 1 – 8.
- Stevanovic, M., A. Popp, H.L. Campen, J.P. Dietrich, C. Muller, M. Bonsch, C. Schmitz, B.L. Bodirsky, F. Humpenoder, I. Weindl. 2016. The impact of high-end climate change on agriculture welfare. Science advances 2 (8): e1501452 doi: 10.1126/sciadv.1501452.
- Sudaryono. 2009. Pengelolaan lahan kering masam untuk budidaya kedelai. Iptek Tanaman Pangan. 4 : 49 – 58.
- Suhartina, Purwantoro dan N. Nugrahaeni. 2018. Deja 1 dan Deja 2 : varietas unggul baru kedelai toleran jenuh air. Prosiding Seminar Nasional Perhimpunan Ilmu Pemuliaan Indonesia. Ed. D. Hayati, Sutoyo dan M. Fadli. Hal. 81 – 94.
- Tilman, D., C. Balzer, J. Hill dan B. L. Befort. 2011. Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. Proc. Natl. Acad. Sci U.S.A. 108.
- Wahyunto, K. Nugroho, S. Ritung, dan Y. Sulaiman. 2014. Indonesian peatland map: method, certainty, and uses. Hlm 81-96. Dalam Wihardjaka *et al.* (Eds.). Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Berkelanjutan Lahan Gambut Terdegradasi untuk Mitigasi GRK dan Peningkatan Nilai Ekonomi. Balitbangtan, Kementerian Pertanian
- Watanabe, T., S. Misawa, S. Hiradate dan M. Osaki. 2008. Root mucilage enhances aluminium accumulation in *Melastoma malabathricum*, an aluminium accumulator. Plant Signal and Behav. 3 : 603 – 605.
- Yuwono, N. W. 2009. Membangun kesuburan tanah di lahan marginal. I. I. Tanah dan Lingkungan. 9 : 137 – 141.

Perakitan Pupuk Organik Untuk Tanah Padi Sawah Organik Berbasis Bio-Slurry dari Tiga Lokasi di Jawa Tengah

Sumarsono¹⁾ dan Wulan Sumekar²⁾

¹⁾ Laboratorium Ekologi dan Produksi Tanaman,

²⁾ Laboratorium Penyuluhan dan Pemberdayaan Masyarakat

Departemen Pertanian, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro

Email : marsono53@lecturer.undip.ac.id

Pendahuluan

Pertumbuhan penduduk dunia makin meningkat dari waktu ke waktu. Menurut situs resmi United Nation menyatakan bahwa jumlah penduduk dunia di tahun 2020 adalah 7,7 milyar diperkirakan tahun 2030 mencapai 8,8 milyar. Seiring dengan pertumbuhan penduduk dunia, maka kebutuhan pangan juga akan semakin meningkat. Populasi penduduk di Indonesia tahun 2020 telah mencapai lebih dari 268,58 juta jiwa, sudah barang tentu akan membutuhkan kontinyuitas kecukupan pangan baik pangan sumber karbohidrat dan protein, tetapi juga sumber serat, vitamin dan mineral dari buah-buahan dan sayuran dalam jumlah yang cukup dan berkualitas tinggi untuk pembangunan bidang pertanian dalam rangka meningkatkan ketahanan pangan.

Upaya yang dilakukan untuk pemenuhan kebutuhan pangan mengalami dinamika, dimulai dari yang dikenal dengan Revolusi Hijau, yaitu modernisasi pertanian pangan di tahun 1960-an. Program ini dilaksanakan untuk meningkatkan produktivitas pertanian. Salah satunya melalui penerapan teknologi penggunaan pupuk dan pestisida yang menggunakan bahan kimia. Revolusi hijau menghasilkan pertanian modern yang menekankan penggunaan bahan sintesis, pupuk, pestisida, herbisida saat itu berdampak positif dengan peningkatan produktivitas.

Penggunaan pupuk anorganik yang terus menerus menyebabkan degradasi tanah yang ditandai penurunan kadar bahan organik tanah. (Sumarsono, 2008). Selama kurun waktu 20 tahun lebih diketahui bahwa penggunaan pupuk kimia berlebihan menimbulkan dampak dan gangguan ekologi yang serius yaitu punahnya varietas lokal, ledakan hama, polusi tanah dan badan air. Dampak negatif berikutnya adalah terjadi penurunan kesuburan tanah, erosi, banjir, kekeringan, dan akumulasi residu racun pada tanaman. Penggunaan pupuk buatan yang terbatas kepada unsur hara makro terutama NPK menimbulkan pengurangan unsur hara mikro lainnya sehingga keseimbangan hara terganggu produktivitas lebih ditentukan oleh unsur yang menjadi faktor minimum. Di lain pihak juga terjadi penurunan bahan organik tanah, akibatnya adalah penurunan kesuburan fisik, kimia dan biologi tanah. Bahan organik tanah adalah sumber unsur hara yang diperlukan tanaman, memperbaiki fisik tanah melalui pembentukan struktur yang baik yaitu tanah menjadi gembur, aerasi baik, daya simpan air tinggi disamping menekan pencucian unsur hara karena meningkatnya kapasitas tukar kation.

Mengatasi masalah tersebut, diterapkan berbagai metoda Pertanian Berkelanjutan, salah satunya adalah pertanian organik, yaitu pertanian yang menggunakan pupuk organik dan minimum masukan input dari luar. Penggunaan minimum masukan input dari luar dikenal sebagai teknologi LEISA (*Low External Input Sustainable Agriculture*). Teknologi ini menekankan penggunaan input produksi yang berasal usaha tani itu sendiri sehingga menekan penggunaan input dari luar yang pada gilirannya dapat menghemat biaya produksi dan meningkatkan pendapatan. Pertanian organik menurut IFOAM (2005) didefinisikan sebagai sistem produksi pertanian yang holistik dan terpadu, dengan cara mengoptimalkan kesehatan dan produktivitas agro-ekosistem secara alami, sehingga menghasilkan pangan dan serat yang cukup, berkualitas, dan berkelanjutan.

Padi merupakan komoditas yang strategis di Indonesia, dalam perkembangannya kebutuhan akan hidup sehat mulai diperhatikan oleh sebagian masyarakat, sehingga perlu dikembangkan produk yang bebas

dari bahan kimia dan aman untuk dikonsumsi. Kesadaran tentang bahaya yang ditimbulkan oleh pemakaian bahan kimia sintetis dalam pertanian menjadikan pertanian organik menarik perhatian baik di tingkat produsen maupun konsumen. Hal ini karena berbagai keunggulan komparatif antara lain: (a) masih banyak sumberdaya lahan yang dapat dibuka untuk mengembangkan sistem pertanian organik, (b) teknologi untuk mendukung pertanian organik sudah cukup tersedia seperti pembuatan kompos, tanam tanpa olah tanah, pestisida hayati dan lain-lain.

Dewasa ini pertanian padi organik telah menjadi kebijakan pertanian unggulan di beberapa Kabupaten di Jawa Tengah seperti: Sragen, Klaten, Magelang, Banyumas, Demak dan Karanganyar. Kebijakan ini didasarkan oleh (1) padi organik hanya memakai pupuk dan pestisida organik sehingga mampu melestarikan lingkungan hidup, (2) beras organik lebih sehat karena tidak menggunakan pupuk dan pestisida anorganik sehingga aman dan sehat untuk dikonsumsi, (3) segmen pasar beras organik umumnya merupakan masyarakat kelas menengah ke atas sehingga harga jualnya lebih mahal daripada beras (Amaliah, 2010). Pertanian organik merupakan kegiatan bercocok tanam yang akrab dengan lingkungan. Pertanian ini berusaha meminimalkan dampak negatif terhadap alam sekitar dengan menggunakan pupuk dan pestisida organik serta menggunakan varietas lokal (Andoko, 2008).

Pada saat ini diketahui bahwa, lahan-lahan pertanian kandungan bahan organiknya merosot dengan kandungan C organik kurang dari 1 %. Kandungan bahan organik ideal tanah-tanah mineral adalah 4 % C organik tanah (Sumarsono, 2008). Menyadari kelemahan pertanian konvensional maka muncul kesadaran kembali ke alam melalui pertanian organik. Permasalahan pertanian organik di Indonesia sejalan dengan perkembangan pertanian organik itu sendiri. Pertanian organik mutlak memerlukan pupuk organik sebagai sumber hara utama. Dalam sistem pertanian organik, ketersediaan hara bagi tanaman harus berasal dari pupuk organik. Padahal dalam pupuk organik tersebut kandungan hara per satuan berat kering bahan jauh dibawah realitas hara yang dihasilkan oleh pupuk anorganik, seperti Urea, TSP dan KCl. Permasalahan pada sarana produksi budidaya organik berkaitan dengan teknologi penyediaan sarana produksi seperti pupuk organik dan pestisida organik. Sebaran usaha budidaya organik tidak didukung oleh produksi dan distribusi pupuk organik. Akibatnya pupuk organik tidak tersedia secara merata sehingga menimbulkan permasalahan bagi petani organik.

Salah satu solusi untuk menanggulangi masalah tersebut adalah mengurangi biaya input terhadap komoditas pertanian adalah menggunakan pupuk organik yang sekaligus dapat memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Pertanian padi sawah mempunyai peluang terintegrasi dengan ternak. Ternak mendapatkan input pakan dari limbah tanaman sedangkan tanaman mendapatkan input pupuk dari kotoran ternak sebagai pupuk organik. Pupuk organik dapat diperoleh dari penggunaan langsung kotoran ternak atau kotoran ternak diolah lebih dahulu sebagai penghasil biogas, limbah bioreaktor biogas dipakai sebagai pupuk organik yang dikenal sebagai pupuk organik bioslurry. Sistem pertanian terintegrasi seperti ini memadukan lahan sebagai penghasil 4 F yaitu pangan (*Food*), pakan (*Feed*), pupuk (*Fertilizer*) dan energi (*Fuel*).

Pentingnya bahan organik tanah disadari, karena pertama-tama mengandung semua unsur yang diperlukan tanaman, meningkatkan aktivitas mikroorganisme tanah, memberikan struktur tanah yang gembur, sehingga memberikan aerasi yang baik, daya penyimpanan air yang tinggi, penetrasi akar yang baik, meningkatkan kapasitas tukar kation, menurunkan tingkat pencucian hara, mengkhelat Al dan Fe pada tanah masam sehingga ketersediaan unsur esensial meningkat juga menetralkan tanah-tanah salin (Sumarsono *et al.*, 2010). Tingkat Penerapan Teknologi Pupuk Organik di Kelompok Tani Ketapang Kecamatan Susukan Jawa Tengah : Terdapat hubungan yang nyata antara pengetahuan, sikap terhadap tingkat kultivasi pertanian organik. Tingkat kultivasi pertanian organik bervariasi di antara kelompok tani (Sumarsono *et al.*, 2017).

Bioslurry atau limbah biogas merupakan produk dari hasil pengolahan biogas berbahan campuran kotoran ternak dan air melalui proses tanpa oksigen (anaerobik) di dalam ruang tertutup. Salah satu hasil proses fermentasi anaerob pada instalasi biogas adalah terbentuknya limbah cair yang disebut bio-slurry. Limbah biogas cair maupun padat dikelompokkan sebagai pupuk organik karena seluruh bahan penyusunnya berasal dari bahan organik yaitu kotoran ternak dan telah

berfermentasi. Limbah dari sebuah instalasi biogas yang biasa kita sebut sebagai bio-slurry dapat kita manfaatkan sebagai pupuk organik (Yunnan Normal University, 2010).

Menurut Muryanto (2008), manfaat langsung selain gas bio dari pengembangan biogas adalah pupuk organik (bio-slurry) siap pakai. Kepadatan populasi ternak sapi di suatu wilayah sangat berkaitan dengan potensi pengembangan biogas. Semakin padat populasi sapi, maka potensi untuk dikembangkan biogas semakin baik. Ternak sapi potong dan sapi perah di Jawa Tengah, populasinya tersebar di 35 kabupaten. Total populasi sapi potong dan sapi perah di Jawa Tengah adalah 1.504.324 ekor, sapi-sapi tersebut akan menghasilkan kotoran sebanyak 30.086.480 kg/hari (produksi kotoran sapi rata-rata/hari 20 kg).

Bioslurry merupakan produk akhir pengolahan limbah yang berbentuk lumpur yang sangat bermanfaat sebagai sumber nutrisi untuk tanaman. Selain itu bioslurry merupakan pupuk organik berkualitas tinggi yang kaya kandungan humus (Karki dkk, cit, Hartanto. & Putri, 2013). Bio-slurry mengandung nutrisi yang sangat penting untuk pertumbuhan tanaman. Nutrisi makro yang dibutuhkan dalam jumlah yang banyak seperti Nitrogen (N), Phosphor (P), Kalium (K), Kalsium (Ca), Magnesium (Mg), dan Sulfur (S). Serta nutrisi mikro yang hanya diperlukan dalam jumlah sedikit seperti Besi (Fe), Mangan (Mn), Tembaga (Cu), dan Seng (Zn). Bio-slurry biogas mengandung bahan organik 68,59%, C-org 17,87%, N 1,47 %, P 0,52%, K 0,38%, dan C/N 9,09 % yang sangat diperlukan oleh tanaman. Ini menjadikan bio-slurry sangat baik untuk menyuburkan lahan dan meningkatkan produksi tanaman budidaya. Produk pupuk organik bio-slurry tersebut sangat bermanfaat untuk mengembalikan atau menyuburkan tanah sekaligus memenuhi kebutuhan pupuk organik tanaman padi. Sehingga pengembangan biogas di suatu wilayah akan membantu upaya konservasi lahan di wilayah tersebut.

Pupuk organik bio-slurry memiliki keunggulan komparatif dalam strategi peningkatan produksi tanaman padi sawah organik per satuan lahan melalui intensifikasi untuk memaksimalkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman padi. Adanya fenomena interaksi kespesifikan antara padi sawah organik dengan dosis pupuk bio-slurry terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman padi organik, maka rekomendasi perlakuan budidaya dilakukan berdasarkan parameter-parameter agronomis. Berdasar aspek kespesifikan respon pertumbuhan tanaman terhadap pengaruh dosis pupuk organik bio-slurry, serta optimasi hasil menjadi prioritas utama sebagai upaya untuk meningkatkan produksi. Kondisi optimum untuk pertumbuhan dan hasil tergantung respon tanaman maka diperlukan perkitan pupuk organik bioslurry spesifik lokasi yang berbeda jenis tanah, kesuburan tanah dan struktur tanah. Pada uraian berikut adalah hasil perakitan pupuk organik berbasis bio-slurry dari tanah sawah dan bio-slurry diambil dari lokasi Karanganyar, Magelang dan Demak.

Hasil Anaisis Tanah dan Bio-slury

Jenis tanah andosol dan bio-slurry asal lokasi kabupaten Karanganyar diambil dari desa Jungke kecamatan Karanganyar. Jenis tanah mediterian dan bio-slurry asal lokasi kabupaten Magelang diambil dari desa Baturoto kecamatan Salam. Jenis tanah aluvial dan bio-slurry asal lokasi kabutaen Demak diambil dari desa Karangawen kecamatan Karangawen. Hasil analisis fisik tanah di antara ke tiga wilayah mempunyai karakteristik yang berbeda (Tabel 1). Di Karanganyar dan Magelang tektur tanah cenderung berdebu dan berpasir dengan kandungan liat rendah. Tanah dengan kondisi seperti ini kurang produktif sebagai lahan padi-sawah, terutama terhadap efisiensi terhadap pemanfaatan air, terutama di Magelang. Namun lahan di Karanganyar mempunyai keistimewaaan kandungan C-Organik yang tinggi, didukung dengan KTK yang tinggi. Kesadaran tinggi atau ketidaksengajaan mempertinggi kandungan bahan organik tanah sangat mendukung sebagai lahan padi sawah. Bahan organik tanah berperan untuk memperbaiki struktur, konservasi air dan sumber unsur hara bagi tanaman. Namun kandunan BO tinggi ini menyebabkan pH tanah menjadi masam, yang didukung dengan kandungan Ca dan Mg yang sangat rendah. Keunggulan Tanah di Karanganyar juga didukung dari kandungan N dan P yang sangat tinggi, ditambah dengan kandungan K sangat tinggi. Kondisi ini menunjukkan masih belum diterapkan teknologi tepat guna melalui pemupukan berimbang dengan tetap memberikan pemupukan N dan P tinggi dan pengembalian jerami ke lahan padi sawah.

Kualitas kondisi fisik lahan di Magelang lebih rendah dibanding Karanganyar, yaitu lebih banyak berpasir, rendah debu dan liat sedikit lebih banyak, sehingga tekstur masih dalam katagori berpasir, sehingga menghasilkan KTK yang sangat rendah. Kondisi ini didukung oleh pH tanah yang agak masam, tetapi dengan kandungan N dan C-organik yang sangat rendah, dengan semua kation K, Ca, Mg sangat rendah. Hal yang istimewa pada lahan di Magelang ini mempunyai kandungan P yang sangat tinggi.

Kualitas kondisi fisik lahan yang berbeda ditunjukkan di Demak lebih, yaitu lebih banyak liat, rendah debu dan sangat sedikit pasir, sehingga tekstur masih dalam katagori lempung atau berliat, sehingga menghasilkan KTK tinggi. Tanah kondisi demikian mempunyai struktur yang buruk, dengan drainase jelek, tetapi kapasitas memegang air yang tinggi. Kondisi ini didukung oleh pH tanah yang agak alkali, hal ini sesuai bahan lahan ini terletak di daerah pantai utara Jawa Tengah. Rendahnya kualitas tanah di Demak juga diperlihatkan dari kandungan C-organik yang sangat rendah yang menyebabkan struktur tanah menjadi jelek, diikuti dengan P yang sangat rendah, Mg rendah dan Ca sedang. Namun terlihat bahwa kandungan N dan K tanah katagori tinggi. Hal ini menunjukkan petani masih sangat mengandalkan pemberian pupuk buatan N.

Tabel 1. Hasil Analisis Kimia dan Fisika Tanah

No.	Komponen tanah	Satuan	Karanganyar	Magelang	Demak
1.	Pasir	%	51,03	75,12	0,99
2.	Debu	%	48,78	13,75	27,80
3.	Liat	%	0,19	11,13	71,21
4.	Tekstur	-	Geluh pasir	Geluh pasir	Lempung
5.	pH H ₂ O	-	5,54 -- M	6,46 --AM	8,37 -- AA
6.	N	%	1,74 – ST	0,43 – SR	0,59 –T
7.	C-Organik	%	3,83 – T	0,96 – R	0,93 –SR
8.	Bray I P ₂ O ₅	Ppm	6,31 --ST	14,57 – ST	1,04 – SR
9.	K	Cmol/kg	1,3200 -- ST	0,4600 -- SR	0,7300 – T
10.	Ca	Cmol/kg	2.7827 -- R	1,7864 – SR	10,3813 – S
11.	Mg	Cmol/kg	0.3718 -- SR	0,3084 -- SR	1,0028 – R
12.	KTK	Cmol/kg	21,19 -- T	10,56 -- R	39,54 -- T
13.	C/N Ratio	-	2,20	2,23	1,57

Sumber : Sumarsono *et al.* (2018)

Hasil analisis kimia pupuk organik Bioslurry dari sampel di tiga tempat Karanganyar, Magelang dan Demak menunjukkan karakteristik yang hampir sama (Tabel 2). Pupuk organik bioslurry di Karanganyar dengan pH netral, agaknya belum terdekomposisi dengan baik, dengan ditunjukkan kandungan C-organik yang masih tinggi, kandungan N tinggi dan P tinggi, namun kandungan K rendah. Pupuk organik bioslurry di Magelang dengan pH alkalis, agaknya sudah terdekomposisi dengan baik, dengan ditunjukkan kandungan C-organik yang rendah, namun kandungan N rendah dan demikian juga P rendah, namun kandungan K tinggi. Pupuk organik bioslurry di Demak dengan pH netral, agaknya belum terdekomposisi dengan baik, dengan ditunjukkan kandungan C-organik yang tinggi, namun kandungan N tinggi dan demikian juga P dan K rendah.

Tabel 2. Hasil Analisis Kimia dan Fisika Pupuk Organik Bioslurry

No.	Komponen tanah	Satuan	Karanganyar	Magelang	Demak
1.	pH H ₂ O	-	7,06	8,63	7,06
2.	N	%	2,53	1,49	2,64
3.	C-Organik	%	24,79	11,50	22,36
4.	P ₂ O ₅	%	1,68	0,60	0,95
5.	K ₂ O	%	0,67	1,07	0,77
6.	C/N Ratio	-	9,79	7,82	8,46

Sumber : Sumarsono *et al.* (2018)

Perbaikan Hasil Anaisis Tanah dan Bio-slurry

Hasil analisis pupuk bio-slurry dari Kabupaten Karanganyar menunjukkan pupuk organik siap pakai dengan C/N ratio (9,79) kandungan N sangat tinggi (2.53%), C-organik sangat tinggi (24.79%). Namun mempunyai kandungan P₂O₅ sangat rendah (1.68%) dan kandungan K₂O sedang (0.67%), sehingga perlu ditambahkan sumber fosfat organik atau fosfat alam. Hasil analisis pupuk bio-slurry dari Kabupaten Magelang juga menunjukkan pupuk organik siap pakai dengan C/N ratio (7,82), mengandung N sangat tinggi (1.49%), C-organik sangat tinggi (11.50%). Namun P₂O₅ sangat rendah (0.60%) serta K₂O yang tinggi(1.07%),ssehingga perlu ditambahkan sumber fosfat organik atau fosfat alam. Hasil analisis pupuk Bio-slurry dari Demak juga menunjukkan pupuk organik siap pakai dengan C/N ratio (8,46), menunjukkan kandungan N sangat tinggi (2.64%), C-organik sangat tinggi (22.36%). Namun P₂O₅ sangat rendah (0.95%) serta K₂O yang sedang (0.77%), sehingga perlu ditambahkan sumber fosfat organik atau fosfat alam.

Berdasarkan kondisi analisis pupuk bio-slurry maka dapat direkomendasi pemupukan dari daerah Karanganyar pupuk bio-slurry mengandung N yang sangat tinggi sehingga tidak perlu adanya penambahan bahan organik yang dapat meningkatkan kandungan N dalam bio-slurry, sedangkan kandungan P₂O₅ yang rendah perlu penambahan sumber P dari luar seperti batuan fosfat alam agar kandungan P₂O₅ meningkat. Dari daerah Magelang dan Demak pupuk bio-slurry perlu ditambahkan bahan organik yang mengandung N dan batuan fosfat alam agar kandungan N dan P₂O₅ juga meningkat. Berdasarkan kondisi tersebut di atas maka dapat diperoleh teknologi tepat guna (TTG) sebagai berikut :

A. Pemupukan Berimbang Padi Organik

1) Lokasi Kabupaten Karanganyar

Kondisi Tanah	Dosis Bioslurry	Tambahan Sumber N	Tambahan Sumber P	Pembenahan Tanah
Tanah berpasir dengan N sangat tinggi (1,74%) dan C-Organik tinggi (3,83%) dan KTK tinggi, pH masam. P sangat tinggi (6,31ppm).. Miskin K, Ca dan Mg.	Belum perlu N dan C-organik Dosis : 0	Tidak perlu	Tidak perlu	Pengolahan tanah membalik dan mencampur tanah dan PO dan Pengapuran Dosis 2 ton/ha

2) Lokasi Kabupaten Magelang

Kondisi Tanah	Dosis Bioslurry	Tambahan Sumber N	Tambahan Sumber P	Pembenahan Tanah
Tanah berpasir dengan N sangat rendah (0,43%) dan C-Organik rendah (0,96%) dan KTK rendah, pH agak masam. P sangat tinggi (14,57ppm). Miskin K, Ca dan Mg.	Meningkatkan N dan C-organik. Dosis : 2-0,96 = 1,04 % C-organik	N-organik atau anorganik	Tidak perlu,	Pengolahan tanah membalik dan mencampur tanah dan PO dan Pengapuran Dosis 2 ton/ha

3) Lokasi Kabupaten Demak

Kondisi Tanah	Dosis Bioslurry	Tambahan Sumber N	Tambahan Sumber P	Pembenahan Tanah
Tanah berliat dengan N tinggi (0,59%) dan C-Organik sangat rendah (0,93%) dan KTK tinggi, pH agak alkalis. Miskin P, K, Ca dan Mg.	Memelihara N dan meningkatkan C-organik. Dosis : 2-0,93= 1,07 % C-organik	Belum perlu	Batuan fosfat Dosis 150 kg P ₂ O ₅ /ha.	Pengolahan tanah membalik dan mencampur tanah dan PO memperbaiki struktur dan pH tanah

B. Formulasi Pupuk Organik Bio-slurry

1) Lokasi Kabupaten Karanganyar

Kondisi Bio-slurry	Formula Bioslurry	Tambahan Sumber N	Tambahan Sumber P	Tambahan Sumber K
Pupuk organik siap pakai C/N ratio (9,79), N (2.53%), C-organik (24.79%). P ₂ O ₅ (1.68%) dan K ₂ O (0.67%).	Pupuk Organik Bio-slurry NPK (2:1:1) Tiap ton : 25,30 kg N 12,65 kg P ₂ O ₅ 12,65 kg K ₂ O	Tidak perlu	Sumber P Tidak perlu Dosis : 12,65-16,80 = 0 kg P ₂ O ₅	Sumber K Dosis : 12,65-6,70 = 6 kg K ₂ O

2) Lokasi Kabupaten Magelang

Kondisi Bi-oslurry	Formula Bioslurry	Tambahan Sumber N	Tambahan Sumber P	Tambahan Sumber K
Pupuk organik siap pakai C/N ratio (7,82), N (1.49%), C-organik (11.50%). P ₂ O ₅ (0.60%), K ₂ O (1.07%),	Pupuk Organik Bio-slurry NPK (2: 1: 1) Tiap ton : 14,90 kg N 7,45 kg P ₂ O ₅ 7,45 kg K ₂ O	Tidak perlu	Sumber P Dosis : 7,45 - 6 = 1,45 kg P ₂ O ₅	Sumber K Tidak perlu Dosis : 7,45 - 10 = 0 kg K ₂ O

3) Lokasi Kabupaten Demak

Kondisi Bi-oslurry	Formula Bioslurry	Tambahan Sumber N	Tambahan Sumber P	Tambahan Sumber K
Pupuk organik siap pakai C/N ratio (8,46), N (2.64%), C-organik (22.36%). P ₂ O ₅ (0.95%), K ₂ O (0.77%),	Pupuk Organik Bio-slurry NPK (2: 1: 1) Tiap ton : 26,40 kg N 13,20 kg P ₂ O ₅ 13,20 kg K ₂ O	Tidak perlu	Sumber P Dosis : 13,20 - 9,50 = 3,70 kg P ₂ O ₅	Sumber K Dosis : 13,20 - 7,70 = 5,50 kg K ₂ O

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis tanah asal Karanganyar maka membutuhkan pembenah tanah dengan kapur dolomit sebesar 10 gr/kg tanah atau setara dengan 2 ton/ha. Sedangkan tanah asal Magelang memerlukan pembenah tanah kapur dolomit sebesar 10 gr/kg tanah setara dengan 2 ton/ha ditambah kompos sebanyak 20 gr/kg tanah setara 40 ton/ha. Selanjutnya tanah asal Demak memerlukan pembenah tanah kompos sebanyak 20 gr/kg tanah setara dengan 40 ton/ha.

Berdasarkan hasil analisis Pupuk Bio-slurry maka perlu perbaikan sebagai pupuk berimbang NPK (2:1:1) untuk asal Karanganyar adalah tiap 10 kg Bio-slurry ditambah 1,73 kg abu sekam sumber kalium dan asal Magelang adalah tiap 10 kg Bio-slurry ditambah 96,7 gr Batuan Fosfat. Sedangkan asal Demak adalah tiap 10 kg Bio-slurry ditambah 246 gr Batuan Fosfat dan ditambah 1,68 kg Abu Sekam.

Disarankan untuk melakukan uji coba hasil perakitan pembenah tanah dan formulasi pupuk bio-slurry pada tanah asal Karanganyar, Magelang dan Demak di rumah kaca atau lapangan pada berbagai varietas tanaman padi. Dosis Pupuk Organik Bio-slurry diterapkan sesuai rekomendasi setara dengan 125 kg N/ha perlu ditingkatkan 1 ½ atau 2 kali.

Daftar Pustaka

- Amaliah, SP., 2010. Permasalahan Dalam Pengembangan Pertanian Organik. <https://amaliah84.files.wordpress.com>.
- Andoko, A., 2008. Budidaya Padi Secara Organik. Penebar Swadaya. Depok.
- Ifoam., 2008. The World of Organic Agriculture-Statistics dan Emerging Trends 2008. <http://www.soel.de/fachtheraaii>
- Muryanto, 2008. Development of biogas in cow farming industries to support land conservation in Central Java (in Indonesian). A Paper of Seminar ENAFE. Sebelas Maret University, Surakarta.
- Karki, A.B, J.N. Shrestha, S. Bajgain and Sharma, I., 2009. Biogas: As Renewable Source of Energy in Nepal Theory and Development. BSP-Nepal. 262 p.
- Sumarsono, 2008. Tanaman Pakan Pada Intervensi Sistem Pertanian Berwawasan Lingkungan. Pidato Pengukuhan Guru Besar. Badan Penerbit Universitas Diponegoro, Semarang.
- Sumarsono, S. Anwar., D.W. Widjajanto and Budiyanto, S., 2010). Organic fertilizer application on performance and production of king grass in acid soil. Proceeding International Seminar on Tropical Animal Production (ISTAP) Community Empowerment and Tropical Animal Industry, Fac. Animal Science UGM, Yogyakarta.
- Sumarsono, Yafizham and D.W. Widjajanto, 2017. The level of organic farming technology at farmer group in ketapang village, Susukan sub-district, Semarang district, Central Java Province, Indonesia. IOC Conf. Series: Earth and Environ. Sci. 102
- Sumarsono, Yafizham dan Wulan Sumekar, 2018. Studi Pengembangan Pertanian Organik Padi Sawah Organik Berdasarkan Potensi Pupuk Organik Bio-Slurry di Jawa Tengah. Laporan Akhir RPP-LPPM Universitas Diponegoro, Semarang.
- Yunnan Normal University, 2010. Training Material of Biogas Technology. International Training Workshop 2010.

Upaya Mewujudkan Kedaulatan Buah Tropis Indonesia

Anang Mohamad Legowo

Laboratorium Kimia dan Gizi Pangan, Departemen Pertanian,
Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro.
Email : anang_ml@yahoo.com

Pendahuluan

Negara dan bangsa Indonesia terus berupaya meningkatkan ketahanan pangannya, karena pangan merupakan kebutuhan azasi manusia. Berdasarkan Undang-undang RI No. 18/ 2012 tentang Pangan (UU Pangan), tujuan utama terwujudnya ketahanan pangan adalah dihasilkannya sumber daya manusia yang tangguh, yaitu individu yang sehat, aktif, dan produktif. Oleh sebab itu, pembangunan bidang pertanian adalah sangat urgen untuk meningkatkan ketahanan pangan (*food security*) dan bahkan untuk mewujudkan kedaulatan pangan (*food sovereignty*).

Konsep kedaulatan pangan dan ketahanan pangan keduanya memiliki kesamaan, yaitu bertujuan untuk memenuhi kebutuhan pangan masyarakat secara layak. Pada sistem ketahanan pangan, pemenuhan bahan pangan dapat diperoleh dari hasil produksi dalam negeri maupun berasal dari impor. Akan tetapi, pada sistem kedaulatan pangan, bahan pangan semuanya harus berasal dari produksi dalam negeri (lokal atau nasional).

Kedaulatan buah tropis (*tropical frutis sovereignty*) merupakan bagian dari kedaulatan pangan dan dapat diartikan sebagai upaya memenuhi kebutuhan konsumsi buah bagi masyarakat dari hasil produksi lokal atau nasional. Ada beberapa alasan mengapa Indonesia perlu mewujudkan kedaulatan buah tropis, antara lain yaitu: (1) Indonesia kaya akan berbagai jenis buah tropis, yang eksotik dan potensial untuk dikembangkan, (2) Indonesia memiliki lahan yang luas dan dapat dimanfaatkan untuk budidaya buah-buahan, (3) Indonesia membutuhkan banyak buah-buahan untuk keperluan konsumsi masyarakat secara nasional. Buah-buahan merupakan bagian kelompok bahan pangan yang harus dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia agar menjadi sumber daya manusia yang sehat, aktif dan produktif. Atas dasar beberapa alasan tersebut diatas, maka upaya mewujudkan kedaulatan buah tropis merupakan keniscayaan.

Konsumsi Buah dalam Sistem Ketahanan dan Kedaulatan Pangan

Konsumsi buah dalam jumlah yang cukup menjadi bagian penting dalam penilaian tercapainya ketahanan pangan berdasarkan skor Pola Pangan Harapan (PPH). PPH merupakan instrumen untuk menilai kondisi konsumsi pangan penduduk, baik jumlah maupun komposisi pangan menurut jenis pangan yang dapat memenuhi kebutuhan gizi baik dan seimbang. Semakin tinggi skor PPH maka konsumsi pangan semakin terpenuhi jumlahnya serta beragam dan bergizi seimbang. Skor PPH maksimal adalah 100 (lihat Tabel 1). Skor PPH nasional pada tahun 2016 mencapai 86,0 dan tahun 2017 meningkat menjadi 90,4 (Badan Ketahanan Pangan, 2015; 2018).

Pada Tabel 1 menunjukkan kebutuhan harian untuk konsumsi berbagai kelompok bahan pangan. Beras atau padi-padian merupakan makanan pokok bangsa Indonesia, sehingga jumlah yang dibutuhkan paling banyak, yaitu sekitar separuh dari total kebutuhan untuk konsumsi. Sayur dan buah diperlukan sebanyak 250 g dan yang menarik adalah nilai bobotnya sangat besar (5), sehingga skor PPH mencapai 30 dari total maksimum 100. Hal tersebut menunjukkan bahwa sayur dan buah merupakan kelompok bahan pangan yang dianggap penting untuk dikonsumsi sehari-hari.

Buah-buahan dikenal sebagai kelompok bahan pangan kaya zat gizi mikro yang penting untuk kesehatan tubuh. Banyak jenis buah tropis mengandung vitamin C, vitamin A, senyawa antioksidan tertentu, mineral dan serat pangan dalam jumlah relatif tinggi. Beberapa senyawa tersebut selain berperan untuk menjaga kesehatan tubuh secara umum, juga memiliki peran meningkatkan imunitas/ kekebalan tubuh dalam melawan timbulnya penyakit.

Tabel 1. Skor Pola Pangan Harapan (PPH) Nasional untuk Konsumsi Pangan

No.	Kelompok pangan	Pola Pangan Harapan Nasional				
		-----g-----	Energi (kkal)	%AKG	Bobot	Skor maks
1	Padi-padian	300	1000	50	0,5	25
2	Umbi-umbian	100	120	6	0,5	2,5
3	Pangan hewani	150	240	12	2	24
4	Minyak dan lemak	20	200	10	0,5	5
5	Buah/biji berminyak	10	60	3	0,5	1
6	Kacang-kacangan	35	100	5	2	10
7	Gula	30	100	5	0,5	2,5
8	Sayur dan buah	250	120	6	5	30
9	Lain-lain	-	60	3	0	0
	Jumlah		2000	100		100

Sumber: Badan Ketahanan Pangan (2018).

Santosa (2016) melaporkan bahwa beberapa jenis buah seperti jeruk, anggur, dan apel mempunyai kandungan senyawa antioksidan relatif tinggi. Buah jeruk (sitrus) dikenal banyak mengandung vitamin C (asam askorbat) dan senyawa flavonoid. Kandungan asam askorbat sari buah jeruk sekitar 300-450 mg/L. Buah anggur (*Vitis sp.*) pada umumnya mengandung senyawa flavonoid relatif tinggi yang berfungsi sebagai antioksidan. Buah apel juga mengandung vitamin C dan senyawa fenolik relatif tinggi. Astuti (2020) melaporkan bahwa buah carica (*Carica pubescens*, Lenne) yang banyak dibudidayakan di Dieng, Jawa Tengah memiliki kandungan vitamin C dan kalium yang tinggi, yaitu masing-masing sekitar 50-100 mg/100g dan 125 ppm, serta kaya senyawa fenolik sebagai antioksidan. Buah carica dapat diolah menjadi berbagai produk seperti selai, jus, *jelly drink*, dan minuman *pulpy*.

Kebutuhan buah-buahan dalam memenuhi kebutuhan pangan bergizi baik dan seimbang bagi masyarakat Indonesia tentu saja sangat banyak. Jumlah penduduk Indonesia saat ini mencapai lebih dari 250 juta orang diperkirakan membutuhkan buah-buahan sebanyak puluhan hingga ratusan juta ton setiap tahunnya. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS), produksi buah tropis Indonesia terus meningkat selama beberapa tahun terakhir. Pada tahun 2016, angka produksinya sebesar 18.341.289 ton kemudian meningkat menjadi 19.643.616 ton dan 21.471.318 ton pada tahun 2017 dan 2018.

Buah tropis di Indonesia ada puluhan jenis macamnya, namun beberapa jenis buah tropis yang paling banyak diproduksi, yaitu: pisang, manga, nanas, jeruk, salak, manggis, durian, papaya, rambutan, semangka, dan nangka. Pada tahun 2018, volume ekspor buah tropis Indonesia mencapai 317.762 ton dengan nilai ekspor mencapai USD 272.595.704. Negara tujuan ekspornya meliputi Amerika Serikat (AS), Singapura, Belanda, Spanyol, Jerman, Argentina, Cina, Australia, Korea, UAE, dan Meksiko. Jenis buah yang diekspor meliputi nanas, manggis, pisang, mangga, jeruk, salak, dan durian (segar dan olahan).

Langkah Menuju Kedaulatan Buah Tropis

Kedaulatan pangan, termasuk kedaulatan buah-buahan, dapat direalisasikan seiring dengan ketahanan pangan. Langkah-langkah strategis untuk mewujudkan ketahanan pangan juga dapat menjadi dasar upaya mewujudkan kedaulatan pangan. Menurut Squires dan Gaur (2020) ketahanan pangan dapat dibangun berdasarkan sistem pangan yang terdiri dari beberapa komponen kunci, yaitu: (1) proses produksi, (2) proses pengolahan, (3) proses distribusi, (4) kegiatan konsumsi, dan (5) pengelolaan limbah. Beberapa komponen kunci tersebut kegiatan-kegiatan yang saling terkait dan merupakan suatu siklus upaya mewujudkan ketahanan pangan berkelanjutan. Oleh sebab itu, siklus beberapa komponen kunci sistem pangan tersebut dapat dijadikan acuan guna mewujudkan kedaulatan buah tropis. Selanjutnya beberapa alternatif program/ langkah untuk mewujudkan kedaulatan buah tropis dapat diusulkan seperti berikut ini

Pertama, terkait dengan proses produksi maka perlu dipersiapkan lahan penanaman untuk kebun buah secara khusus pada areal yang relatif luas. Pada tahun 2013 pemerintah Indonesia melalui Kementerian BUMN telah mencanangkan program Revolusi Oranye (*Orange Revolution*). Revolusi Oranye adalah

gerakan nasional untuk mengubah secara revolusioner, pengembangan, kebijakan, dan pasar buah nusantara, melalui dukungan dan fasilitasi pengembangan produksi buah nusantara berbasis kawasan perkebunan, kampanye konsumsi buah nusantara, peningkatan ekspor buah tropis serta penurunan ketergantungan terhadap buah impor. Implementasi Revolusi oranye tersebut adalah dibukanya kawasan kawasan baru untuk budidaya dan pengembangan buah tropis.

Visi Revolusi Oranye adalah untuk memenuhi kebutuhan konsumsi buah nasional secara mandiri dan untuk menjadikan Indonesia sebagai produsen dan eksportir terbesar buah-buahan tropis di Asia Tenggara pada tahun 2025 dan dunia pada tahun 2045. Misi dari Revolusi Oranye adalah untuk secara konsisten memproduksi dan menyediakan produk buah nusantara berkualitas tinggi, serta memiliki nilai tambah dan kompetitif untuk pasar domestik dan internasional. Tim Kerja Revolusi Oranye menyatakan 6 pilar yang harus dikuatkan untuk mencapai visi dan misi Revolusi Oranye, antara lain: (1) Adanya varietas buah unggul yang sesuai dengan preferensi pasar; (2) Pengembangan industri pembibitan yang tepat varietas dan kualitas dengan skala industri; (3) Penerapan teknologi budidaya berbasis kawasan; (4) Pengembangan *cool chain system* dalam kegiatan logistik; (5) Pengembangan pasar domestik dan ekspor serta (6) Tumbuhnya agroindustri buah tropis. (Biro Kerja Sama dan Komunikasi Kemenristekdikti, 2018).

Kedua, menerapkan ilmu pengetahuan dan teknologi (Iptek) untuk pengembangan teknologi pengolahan buah yang baik, efektif dan efisien. Peran Iptek pangan dalam mewujudkan kedaulatan pangan (Legowo, 2020), dapat dijadikan pendekatan untuk mewujudkan kedaulatan buah tropis yang meliputi antara lain yaitu: (1) Membantu proses penanganan (*handling*) yang baik, sehingga dapat mengantarkan hasil panen buah secara optimal termanfaatkan sebagai bahan baku industri pengolahan, atau untuk dikonsumsi sebagai buah segar (*fresh products*) yang aman dan berkualitas baik; (2) Teknologi pengolahan yang baik dapat menghasilkan produk olahan buah yang bervariasi, bermutu baik, aman, bernilai gizi baik, dan bercitarasa menarik, serta memberi nilai tambah (*added value*) relatif besar; (3) Mendorong pengembangan produk-produk olahan baru berbasis komoditas buah tropis yang memiliki daya tarik tinggi dan prospektif; (4) Memanfaatkan produk sampingan buah menjadi produk olahan yang bermanfaat.

Secara khusus penerapan iptek dibidang teknologi pascapanen dan pengawetan buah yang baik diharapkan memberi manfaat antara lain: (1) Memperpanjang umur simpan buah agar buah-buahan dapat didistribusikan lebih luas, dan (2) Mengurangi kerusakan pasca panen dan kehilangan (*loss*) buah, sehingga ketersediaan buah makin optimal. Sejalan dengan program peningkatan produksi buah, maka pengembangan teknologi pasca panen dan teknologi pengolahan diharapkan dapat menjadi pilar penting untuk mewujudkan kedaulatan buah tropis di Indonesia.

Pengembangan teknologi pengawetan dan pengolahan buah jelas memiliki peran besar dalam meningkatkan ketahanan pangan dan sekaligus mendukung terwujudnya kedaulatan buah tropis. Aneka olahan buah tropis ataupun produk olahan makanan dan minuman berbasis buah tropis pada umumnya menarik, bagi bagi konsumen domestik maupun manca negara. Penelitian dan pengembangan terkait hal tersebut terus dilakukan oleh industri pangan, perguruan tinggi, dan berbagai lembaga/ institusi penelitian dan pengembangan.

Ketiga, peningkatan sistem distribusi buah-buahan tropis yang baik dan efisien juga menjadi urgen. Karakteristik yang bervariasi jenis buahnya dan sering sangat spesifik lokasi, mengakibatkan buah tidak dikategorikan sebagai komoditas strategis terkait pasokan dan harganya (Firdaus, 2020). Pemerintah perlu membantu produsen buah dalam sistem dan proses distribusinya agar pasokan dan harga buah dapat dikendalikan dengan tetap memberi keuntungan yang layak. Penerapan teknologi penanganan pasca panen dan pengawetan yang baik setidaknya dapat membantu untuk memperluas jangkauan distribusi buah. Peningkatan distribusi buah yang baik berarti menunjang ketersediaan buah sebagai salah satu pilar ketahanan/ kedaulatan buah tropis Indonesia.

Keempat, meningkatkan konsumsi buah-buahan tropis bagi masyarakat Indonesia. Rata-rata tingkat konsumsi buah masyarakat Indonesia saat ini masih relatif rendah. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh beberapa hal, antara lain: (1) Masih terbatasnya ketersediaan buah tropis, (2) Masih terbatasnya pemahaman masyarakat akan pentingnya mengkonsumsi buah bagi kesehatan, (3) Adanya persepsi pada sekelompok orang/ masyarakat bahwa buah impor lebih menarik dibanding buah lokal. Firdaus (2020) menyatakan

bahwa impor buah yang sudah berjalan beberapa dekade hingga saat ini masih cukup tinggi. Untuk itu, diharapkan perlu peningkatan peran dan intervensi pemerintah dalam proses impor dan ekspor buah tropis.

Banyaknya buah yang harus dikonsumsi oleh individu setiap harinya belum ada rumusan secara pasti. Pada umumnya anjuran konsumsi buah selalu digabungkan dengan konsumsi sayuran, karena kandungan zat gizi yang dominan pada buah dan sayuran ada kemiripan. Sebagai pedoman umum jika mengacu pada skor PPH, maka konsumsi buah dan sayuran 300 g per hari. Akan tetapi, porsi masing-masing untuk buah dan untuk sayuran tidak ditetapkan. Agudo (2005) menyatakan bahwa jumlah konsumsi buah dan sayuran di beberapa negara rata-rata sebesar 400 g per hari. Berdasarkan angka ini proporsi masing-masing untuk buah dan sayuran juga tidak ditetapkan secara pasti, tetapi secara umum disebutkan bahwa jumlah konsumsi sayuran lebih besar dibanding buah. Jika kebutuhan konsumsi buah ideal digunakan untuk prediksi kebutuhan buah masyarakat secara nasional dan Sebagian besar perlu dipenuhi dari produksi dalam negeri, maka jumlah buah yang harus disediakan sangat besar. Hal ini merupakan tantangan tersendiri untuk mewujudkan kedaulatan buah tropis secara nasional, namun sekaligus merupakan peluang bagi bisnis buah nasional.

Kelima, pengelolaan limbah (*waste*) secara baik dari proses produksi hingga konsumsi buah-buahan. Jumlah limbah dari proses produksi buah-buahan relatif masih besar, baik sejak proses panen, pasca panen, pengolahan, hingga saat konsumsi buah segar maupun olahan. Limbah buah merupakan masalah lingkungan dan industri pengolahan buah-buahan. Plazotta *et al.* (2017) melaporkan bahwa sekitar 40% salad potongan segar terbuang percuma selama pemrosesan, sehingga perlu teknologi baru yang bermanfaat untuk pengelolaan limbah salad potongan segar yang berkelanjutan. Strategi pengurangan, penggunaan kembali, daur ulang, dan pemulihan energi dapat diterapkan pada pengelolaan limbah buah-buahan. Pemanfaatan bahan yang berpotensi menjadi limbah untuk digunakan sebagai produk yang bermanfaat (*by-products*) menjadi alternatif yang sangat menguntungkan. Sebagai contoh pemanfaatan kulit buah-buahan diekstraksi untuk diambil pektinnya, dan pemanfaatan kulit buah manggis untuk diambil senyawa antioksidannya.

Rangkuman

Berdasarkan uraian tersebut diatas maka ada alasan yang kuat bagi Indonesia untuk mewujudkan kedaulatan buah tropis, yaitu : (1) Indonesia kaya akan buah tropis yang eksotik dan memiliki nilai ekonomi baik; (2) Indonesia memiliki lahan yang cukup luas untuk pengembangan buah tropis; (3) Masyarakat Indonesia banyak membutuhkan buah untuk dikonsumsi dalam rangka mewujudkan ketahanan pangan. Menurut sistem ketahanan pangan, ada beberapa upaya untuk mewujudkan kedaulatan buah tropis, yaitu: program peningkatan produksi buah, pengembangan teknologi pengolahan buah, peningkatan distribusi dan perdagangan buah, konsumsi buah lokal, dan pengurangan limbah buah.

Teknologi pengawetan dan pengolahan buah berperan penting dalam memenuhi kebutuhan konsumen akan berbagai jenis produk olahan buah, memberikan nilai tambah, distribusi buah yang lebih luas, pemanfaatan hasil samping, dan pengurangan limbah dari produksi buah. Program peningkatan produksi buah dan teknologi pengolahannya diharapkan dapat menjadi pilar penting untuk mewujudkan kedaulatan buah lokal di Indonesia. Pada akhirnya, upaya mewujudkan kedaulatan buah tropis bukanlah hal mudah dan masih banyak menghadapi permasalahan. Akan tetapi dengan keyakinan, tekad dan upaya yang sungguh-sungguh maka kedaulatan buah tropis di Indonesia dapat diwujudkan.

Daftar Pustaka

- Agudo, A. 2005. Measuring intake fruits and vegetables. WHO Cataloguing-in-Publication Data.
- Astuti, S. D. 2020. Diversifikasi produk berbasis buah carica. Dalam: Ketahanan dan Keamanan Pangan Indonesia, Sekarang dan Kedepan (Ed: Mahendratta, M., W. P. Rahayu, U. Santosa, Giyatmi, Ardiansyah, dan D. L. N. Fibri), PATPI dan Inerlude, Yogyakarta. P: 248-252.
- Badan Ketahanan Pangan, 2015. Panduan penghitungan pola pangan harapan. Kementerian Pertanian RI, Jakarta.

- Badan Ketahanan Pangan, 2018. Direktori perkembangan konsumsi pangan. Kementerian Pertanian RI, Jakarta.
- Biro Kerja Sama dan Komunikasi Kemenristekdikti. 2017. Siaran Pers: Pusat bibit buah nusantara sebagai pilar “Revolusi Oranye”. Kemenristekdikti RI, Jakarta.
- Firdaus, M. 2020. Impor hortikultura dalam perspektif UU Cipta Kerja. *Indopos, Kompas*, 1 November 2020.
- Legowo, A. M. 2018. Intervensi kearifan lokal untuk peningkatan dan pematapan ketahanan pangan. Dalam: *Pangan Indonesia Berkualitas* (Ed.: Santosa, U; Rahayu, W.P., Pambayun, R., Giyatmi, dan Ardiansyah). PATPI dan Interlude, Yogyakarta. P: 25-29.
- Legowo, A. M. 2020. Peran Iptek pangan dalam mewujudkan ketahanan pangan berkelanjutan. Dalam: *Manusia Indonesia, Realita dan Idealita* (Ed. Ferdinand, T. A. dan T. D. Kusworo). Fastindo, Semarang.
- Plazotta, S., L. Manzocco, and M. C. Nicoli. 2017. Fruit and vegetable waste management and the challenge of fresh-cut salad. *Trend in Food Sci and Technol.*, 63, 5, 51-59.
- Santosa, U. 2016. *Antioksidan Pangan*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Squires, V. R. and M. K. Gaur. 2020. Agricultural productivity and food security. In: *Food Security and Land Use Change under Climatic Variability* (Ed. Squires, V. R. and M. K. Gaur). Springer, Switzerland.

Pengurangan Kehilangan Pangan dan Limbah Pangan dalam Mendukung Ketahanan Pangan

V. Priyo Bintoro

Laboratorium Rekayasa Pangan dan Hasil Pertanian, Departemen Pertanian,
Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro

Email : vepebe@yahoo.com

Pendahuluan

Kehilangan pangan dan limbah pangan merupakan sesuatu yang harus diperhitungkan dalam meningkatkan produksi pertanian pangan maupun persediaan pangan. Kehilangan pangan (*food loss*) yaitu berkurangnya kuantitas sejak di panen, disimpan, sampai diproses. Limbah pangan (*food waste*) yaitu pangan setelah diproses yang karena suatu sebab tidak bisa lagi dikonsumsi oleh manusia. Penyebab sehingga pangan menjadi limbah antara lain; mis-produk, kesalahan penyimpanan, kesalahan pengemasan dan penyebab lain. Limbah pangan yang disebabkan karena gaya makan disebut kemubaziran pangan (*superfluosness*). Gaya makan dengan tanpa memperhitungkan porsi dan kesukaan, dapat menyebabkan terjadinya sisa makanan, yang kemudian akan menjadi limbah.

Limbah pangan tidak hanya mengurangi persediaan pangan, namun juga merupakan pemborosan sumber daya, misalnya tanah, air, benih, energi, dan input lain. Disamping itu, limbah pangan berpotensi menghasilkan gas metana dalam jumlah besar. Saat limbah ini membusuk dan terdegradasi, gas metana akan dikeluarkan. Gas ini lebih berbahaya 28 kali dari CO₂ dalam menangkap panas di atmosfer (Borunda, 2019).

Sepuluh tahun lalu kehilangan pangan dunia sebesar 30% dari produksi pertanian pangan, dan pada tahun 2019 menurun menjadi 14% (FAO, 2020). Bukan tidak mungkin persentase ini, masih dapat diturunkan bahkan mendekati zero. Karena itu, Sustainable Development Goals (SDGs 12.3) mengarahkan, bahwa pada tahun 2030, setengah limbah pangan per kapita menurun secara global, baik ditingkat ritel maupun konsumen, serta mengurangi kehilangan pangan dan limbah pangan di sepanjang rantai produksi dan pasokan, termasuk kerugian pasca panen.

Tujuan tulisan ini yaitu untuk memberikan tinjauan tentang kehilangan pangan, limbah pangan, penurunan, dan ruang lingkupnya. Sedangkan manfaatnya bagi kalayak konsumen, produsen, dan pelaku rantai pangan dapat dipakai sebagai pertimbangan menurunkan kehilangan pangan dan limbah pangan. Isi dari tulisan ini meliputi pendahuluan; rantai pangan; kehilangan pangan dan limbah pangan; potensi kehilangan pangan dan limbah pangan; pemanfaatan; upaya penurunan kehilangan pangan dan limbah pangan, serta simpulan. Berikut disajikan secara urut sub-bab termaksud.

Rantai Pangan

Rantai pangan merupakan alur dimana pangan mulai diproduksi sampai di konsumsi. Rantai ini meliputi ; a) produksi, b) penanganan dan penyimpanan, c) pengolahan dan pengemasan, d) distribusi dan pemasaran, dan e) konsumen. Kenyataan yang ada bahwa rantai pangan ini relatif panjang (Ilustrasi 1). Rantai pangan bisa panjang apabila semua segmen rantai dilalui. Sebaliknya, apabila ada suatu perkebunan (buah) memasarkan pada konsumen di lahan (dikonsumsi langsung), maka rantai pangan menjadi pendek.

Kehilangan pangan dan limbah pangan

Kehilangan pangan dan limbah pangan terjadi di sepanjang rantai pangan (Ilustrasi 1). Pada segmen produksi, terjadi selama dan sesaat setelah panen, yang merupakan kehilangan pangan dilahan (*on-farm*). Semakin baik dan benar cara panennya, maka kehilangannya semakin sedikit. Kondisi saat panen juga berpengaruh besar dalam kehilangan pangan. Musim hujan akan berbeda kondisinya dengan saat musim kemarau.

Kehilangan pangan setelah dipanen biasa disebut kehilangan pangan *off-farm*. Pada segmen penanganan dan penyimpanan, bahan pangan akan berpotensi hilang selama penanganan, yaitu setelah keluar dari lahan, perjalanan (*transport*) sampai penyimpanan. Karenanya, cara mengangkut, menangani dan menyimpan sangat memegang peranan penting terhadap besar kecilnya kehilangan pangan.



Ilustrasi 1. Kehilangan pangan dan limbah pangan terjadi di sepanjang rantai pertanian pangan (World Resource Institute, WRI -FAO. 2011)

Selama pengolahan dan pengemasan, bisa terjadi kehilangan pangan dan sekaligus bisa menimbulkan limbah. Bahan yang tidak memenuhi syarat untuk diproses akan menambah persentase kehilangan pangan, sedangkan pengolahan yang tidak efektif bisa menambah limbah pangan. Pengolahan pangan dengan menimbulkan limbah minimal, telah banyak dibuktikan.

Pada segmen rantai distribusi dan pasar (grosir/ pengecer), limbah pangan bisa terjadi karena transportasi, penyimpanan, dan penanganan bahan jadi yang tidak sesuai, sehingga mengakibatkan kerusakan pangan. Kerusakan pangan ini bisa sangat berhubungan dengan keamanan pangan.

Kehilangan pangan dan limbah pangan bisa terjadi pula di segmen terakhir dari rantai pangan. Konsumen (rumah tangga), restoran dan *catering* masuk di segmen ini. Pensortiran akan menambah kehilangan pangan, sedangkan kesalahan dalam menyimpan dan menangani bisa mengakibatkan bertambahnya limbah pangan. Gaya makan, misalnya porsi yang banyak dan menu bungkus atau boks, akan berpotensi menyisakan pangan (*leftover*).

Kehilangan pangan sejak diproses sampai meja makan sering disebut limbah pangan (*food waste*). Khusus pangan yang siap saji tetapi tidak termanfaatkan sebagai konsumsi (sisa, tumpah dll) bisa disebut pangan mubazir (*superfluousness*) (Bintoro, 2015). Apa saja penyebab terjadinya limbah pangan ?

Limbah pangan bisa disebabkan karena;

- Pemanenan terlalu dini, sebagai respon terhadap kebutuhan baik kebutuhan pangan atau uang.
- Teknologi farming yang kurang diperhatikan, misalnya penggunaan piranti bantu, pestisida, pupuk, dan manajemen air.
- Sistem pasar yang tidak mendukung.
- Alat transport dan penyimpan yang tidak cocok, bagi produk yang mudah busuk (*perishable*), misalnya komoditas daging, susu dan ikan

Hal-hal diatas, memberi peluang bahwa limbah pangan dapat dikelola dengan baik sehingga dampak buruk bagi lingkungan lokal maupun global dapat dikurangi. Dampak tersebut dapat dikategorikan menjadi tiga hal yaitu dampak lingkungan, finansial dan sosial.

- a. Dampak lingkungan: Limbah makanan mempunyai implikasi buruk bagi lingkungan yang signifikan. Secara global, sampah makanan menimbulkan 4,4 giga ton CO₂ atau sekitar 8% dari total emisi gas rumah kaca.
- b. Dampak finansial: Secara global, sekitar sepertiga dari total makanan yang dikonsumsi manusia menjadi sampah.
- c. Dampak sosial: USDA memperkirakan hilangnya makanan menjadi sampah setara dengan 2.615 kalori per hari per orang. Seandainya 10-25% makanan dapat dicegah menjadi sampah, maka hal itu akan cukup untuk memberi makan 8 juta hingga 20 juta orang (Gustavsson *et al.*, 2011)

Limbah pangan harus dibedakan dengan hasil-ikutan pangan (*food by-product*). Limbah pangan merupakan timbulan akhir dari pengolahan pangan atau pangan yang tidak pantas dikonsumsi (busuk, tak memenuhi standar dll), sedangkan hasil-ikutan pangan adalah hasil yang diperoleh dari prosesing pangan yang masih dapat diolah menjadi produk pangan atau produk ekonomis yang lain. Jadi secara tegas produksi hasil ikutan pangan dan limbah pangan bisa dibedakan. Hasil ikutan pangan (*food by-product*), misalnya jeroan pada penyiapan daging. Dibeberapa negara jeroan tidak termasuk bahan pangan, namun hasil ikutan ini masih mempunyai nilai cukup tinggi sebagai bahan industri farmasi dan biologi. Lain halnya, di negara-negara Asia jeroan masih dimanfaatkan sebagai bahan pangan.

Potensi kehilangan pangan dan limbah pangan

Di setiap rantai pangan ada potensi kehilangan pangan. Menurut FAO (2011), nilai rata-rata kehilangan pangan berturut-turut di tiap segmen yaitu produksi 24%, penanganan dan penyimpanan 24%, pengolahan dan pengemasan 4%, distribusi dan pemasaran 12%, dan konsumen 35%. Potensi kehilangan ini berbeda antara negara-negara maju dan berkembang. Kehilangan pangan di negara-negara maju cenderung membesar ke arah konsumen (*food waste*), sedangkan di negara-negara berkembang cenderung membesar ke arah produksi (*food loss*).

Berdasarkan berat, dunia kehilangan pangan dan limbah pangan sebesar 32% (44% berasal dari komoditas buah dan sayur. Kehilangan pangan dan limbah pangan dari nilai enersi, sebesar 24% (53% berasal dari komoditas sereal) (FAO, 2011).

Untuk memberikan gambaran, berikut diuraikan tentang perhitungan (berdasar asumsi) pemborosan pangan di Indonesia. Royte (2014) melaporkan, bahwa keluarga Amerika dengan anggota empat orang, membuang sisa pangan 1,4 kg per hari. Dengan mengasumsikan per keluarga membuang sisa makan 0,4 kg (30% dari pemborosan keluarga Amerika) per hari, maka penduduk Indonesia melakukan pemborosan sebanyak lebih dari 10 juta ton per tahun, berdasar jumlah keluarga (rumah tangga) di Indonesia 68,7 juta (BPS, 2019). Kehilangan pangan sejumlah ini, setara dengan konsumsi 20 juta orang lebih dalam setahun (500 kg/kapita/tahun). Padahal kalkulasi itu belum termasuk limbah pangan dari penyedia pangan lain, misalnya restoran, hotel, rumahsakit, super/ mini market dan *catering*.

Potensi kehilangan pangan ini akan lebih besar, bila diketahui kehilangan pangan sejak diproduksi sampai diolah. Bisa jadi peningkatan produksi per periode tidak lebih besar dari kehilangan pangan sejak dipanen sampai meja makan.

Pemanfaatan

Pemanfaatan limbah pangan harus berprinsip dua hal yaitu dijadikan pangan kembali atau didegradasi, agar tidak menimbulkan dampak lingkungan negatif yang lebih besar. Berikut diuraikan pemanfaatan limbah pangan. Salah satu limbah industri jagung pipil, adalah rambut jagung. Rambut jagung dapat dipakai sebagai teh (minuman seduhan). Minuman ini memiliki rasa seperti jagung dan mempunyai antioksidan tinggi serta bisa sebagai pencegah hipertensi (Haselina *et al.*, 2017). Selain itu, pada proses penyiapan daging terdapat timbulan limbah, yaitu serpihan daging.

Serpihan-serpihan daging akibat dari upaya merapikan potongan daging, dan serpihan daging yang tertinggal di tulang menimbulkan limbah. Limbah ini bisa dimanfaatkan sbg bahan baku pembuatan makanan. Salah satunya adalah nugget. Nugget dibuat dari serpihan-serpihan daging yang tidak terpakai,

namun masih layak konsumsi. Dengan menggiling serpihan² daging tersebut, kemudian dengan bahan pengikat pati dan telur dapat direstruktur menjadi nugget.

Limbah yang secara kepastian, fisik, biologis dan kimiawi sudah tidak bisa diolah menjadi makanan bisa diolah menjadi pupuk organik. Limbah yang tak layak untuk konsumsi manusia juga masih bisa dijadikan pakan. Ternak omnivora lebih prefer terhadap limbah pangan. Disamping itu limbah organik ini bisa dikonversi menjadi bahan bakar gas (metana), serta akhirnya dibakar (*incineration*) agar tidak menimbulkan keluarnya gas ke atmosfer.

Upaya penurunan kehilangan pangan dan limbah pangan

Upaya penurunan ini ditinjau dari tiap segmen rantai pertanian pangan, dari segmen produksi sampai konsumen. Upaya tiap segmen disajikan sebagai berikut.

a. Segmen produksi

Pendekatan yang bisa dilakukan pada segmen produksi meliputi ;

- memberikan informasi bagaimana memanfaatkan bahan pangan yang tidak laku dipasar (*unmarketable*),
- meningkatkan pelayanan penyuluhan pertanian,
- meningkatkan akses pasar dan infrastruktur, dan
- meningkatkan cara panen (*harvesting technology*)

b. Segmen penanganan dan penyimpanan

Pada segmen ini masih perlu dilakukan pendekatan yaitu ;

- meningkatkan penyerapan teknologi penyimpanan (*storage*), misalnya ruang pendingin, silo, tas penyimpan, dan cara lain yang masih diperlukan,
- meningkatkan cara-cara penanganan hasil pertanian yang dibutuhkan,
- meningkatkan infrastruktur, misalnya jalan, tempat atau area pengeringan, dan infrastruktur yang lain, dan
- meningkatkan pemakaian refrigeran aman pada sistem pendingin

c. Segmen pengolahan dan pengemasan

Di segmen ini pengurangan limbah pangan, dapat dilakukan dengan upaya-paya;

- memperbaharui rekayasa industri pengolahan yang masih menimbulkan limbah diatas rata-rata,
- meningkatkan manajemen rantai pasokan, dan
- meningkatkan teknik pengemasan agar pangan tetap segar pada penyimpanan yang lebih lama.

d. Distribusi dan pasar

Di Indonesia, segmen ini cukup banyak menimbulkan limbah pangan, untuk itu perlu pendekatan, yaitu;

- memfasilitasi pemberian donasi untuk membeli bahan pangan yang tidak terjual,
- memberikan pedoman dalam penyimpanan pangan dan penyiapan makanan pada konsumen, dan
- memberikan penjelasan arti penting dalam menginterpretasikan label kemasan pangan.

e. Konsumen

Pada segmen ini termasuk restoran, hotel, rumah sakit, dan *catering*. Di berbagai jenis konsumen ini, masih terdapat timbulan limbah yang banyak. Upaya-upaya penurunannya, meliputi;

- menyelenggarakan penyuluhan pada konsumen (termasuk penyedia makanan siap santap),
- meningkatkan kemampuan (*skill*) konsumen dalam penanganan dan pengolahan bahan pangan, dan
- mengedukasi agar makanan yang disajikan tidak tersisa (porsi, preferensi, atau selfservis).

Simpulan

Kehilangan pangan termasuk limbah pangan dunia, berkisar 14% dari seluruh produksi pangan. Kalau kondisi ini tetap seperti itu, berarti kenaikan produksi akan bermakna apabila lebih dari 14%.

Penurunan kehilangan pangan sangat dibutuhkan, agar kasus kekurangan pangan dapat dikurangi dan ancaman kerusakan lingkungan bisa diturunkan. Lebih-lebih kehilangan pangan yang begitu besar tak seharmonis dengan jumlah penduduk yang kekurangan pangan.

Persentase limbah pangan terbesar yaitu di tangan konsumen, karenanya perlu mendapatkan perhatian khusus oleh pemangku-kepentingan pangan. Hal-hal yang harus dilakukan untuk mengurangi limbah pangan, secara agregatif yaitu :

- Komitmen pada upaya-upaya untuk menuju SDGs 12.3
- Pemberian contoh-contoh praktis
- Pemberitahuan suatu kesuksesan
- Pendampingan untuk memberikan kondisi yang lebih baik
- Pencapaian hal-hal nyata

Daftar Pustaka

- Bintoro, V.P. 2015. Pangan mubazir vs kemiskinan. Suara Merdeka 21 Oktober 2015
- Borunda, A. 2019. Methane, explained. National Geographic, January 23, 2019
- FAO. 2020. Stop food loss and waste for the people, for the planet. International day of Awareness of food loss and waste. 29 September 2020
- Food and Agriculture Organization. 2011. FAO Data-bases and data-sets. <http://faostat.fao.org/site/569/default.aspx#ancor>
- Gustavsson, J., C. Cederberg, and U. Sonesson, R. Otterdijk, and A. Meybeck. 2011, Global food losses and food waste. Rural Infrastructure and Agro-Industries Division (AGS), Food and Agriculture Organization of the United States.
- Haslina, D. Praseptiangga, V.P. Bintoro, and B. Pujiasmanto. 2017. Chemical and phytochemical characteristics of local corn silk powder of three different varieties. International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology 7 : 5 (2017)
- Royte, E. 2014. One-third of food is lost or wasted; What can be done. National Geographic, 13 October 2014
- World Resource Institute (WRI) -FAO. 2011. Global food losses and food waste – extent, causes and prevention. Rome: UN FAO

A Story of Ecological Rice Production in China

Nengchang CHEN

Guangdong Institute of Eco-Environment and Soil Sciences, Guangzhou City, Guangdong Province, China

Abstract

Can we produce rice with low fertilizer and no pesticides? A try has been carried out in a mountainous area in Quanzhou City, Fujian Province, China when both the brothers decided to produce healthy rice based on healthy soil.

Introduction

China, the country with the largest population in the world, had a rural population of about 670 million in 2011. Since “economic reform” started in 1978, China’s agriculture has made dramatic progress. However, most Chinese farmers are smallholders with an average farm size of less than 0.5 ha. Agricultural production is both labor and input intensive. In general, farmers use large amounts of chemical pesticides and fertilizers. Moreover, long-time and high input of N-P-K compound fertilizers has made the soil nutrient unbalanced. And in some areas, soil has been polluted with heavy metals. Many farmers in China is facing the problem of how to make the soil healthy and how to produce nutrition-rich and safe food is facing As a soil scientist and a science communication distributor, I feel it is my duty to demonstrate a healthy way of ice production with few fertilizers and no pesticides. With this in mind, my brother and I began this job.

Location of the demonstration area

The demonstration area is located in a mountainous areas surrounded by Daiyun National Forest Protection Area as shown in Fig. 1.



Fig. 1. Location of the demonstration area

What we have done

Soil and Irrigation Water Test and adjustment

To begin with, we test the soil and irrigation test first. The results were shown in Fig. 2 and Fig. 3. It was found that the water has high quality in nutrient concentration except the *E.coli* content. It was easily understood that the water is so clear from the forest and the *E. Coli* came from many wild animals in the forest. Soil test showed the highly imbalanced in nutrients. The soil contained two much nitrogen, high in

phosphorus and potassium, but the pH, CEC, Ca, Mg, B, Cu and other micronutrients were very low, It is hard to grow healthy rice plants if we do not adjust the soil index.



Fig. 2. Irrigation water test

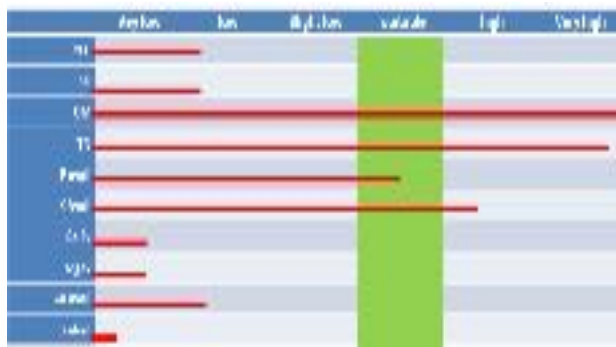


Fig. 3. Soil test result

An amount of 3000 kg/ha of soil amendment (Fig.4) has been applied to soil when it was plowed. The amendment contained $\text{CaO} > 20\%$, $\text{MgO} > 5\%$, $\text{SiO}_2 > 20\%$ and had a pH of 9-11. What is more, Zn fertilizer with a dose of 3.5 kg/ha as Zinc sulfate, Boron with a dose 10 10kg/ha as borax were also added to the soil during the plow cultivation (Fig.5).



Fig. 4. Soil amendment ($\text{CaO} > 20\%$, $\text{MgO} > 5\%$, $\text{SiO}_2 > 20\%$, pH of 9-11)



Fig. 5. soil amendment with zinc sulfate and other micronutrients

Make the soil alive

Two ways are used to make the soil alive. An Italian microorganism agent was added to the soil with a 600 times dilution. The amount used is 2.5kg/ha (Fig. 6) and Plant seeding roots were coated with a mix product of my recipe before it was transplanted (Fig. 7). After one month's grow, the roots was hurt a bit to make to grow more vigorously (Fig. 8).



Fig. 6. Italian microorganism agent for soil



Fig. 7. Rice seedling roots were coated for rapid growth



Fig. 8. Action to hurt the roots to make it grow more vigorously

Fertilizer application

We applied no fertilizer when the rice seedling were transplanted and add only one time fertilizer with 15-15-15 compound fertilizer and the amount is about 150 kg/ha, which was only 2/5 of that of local farmer applied.

Beautiful landscape

A landscape with diversified grasses and flowers would help to biologically control the pest. Besides, sunflowers and *Cosmos bipinnata* Cav and other types of flowers were planted around rice plants (Fig. 9).



Fig. 9. flowers were planted around rice plants

Results

1. Stronger rice seedlings

Rice seedling was much stronger when compared with neighbor farmers' As shown in Fig. 10, 11 and 12.



Fig. 10. A comparison of our seeding (A) and Neighbour Farmer' seedling

Fig. 11. A comparison of our seeding (A) and Neighbour Farmer' seedling

Fig. 12. Action to hurt the roots to make it grow more vigorously

2. Few insects

With all the above measures we took, the seedlings had very few insect during the entire growth (Fig.13). Matrine, bio-control agent, was used one time as to kill insects during the growth. However we encounter a heavy destroy by wild boar for the paddy field is just at the edge of the Daiyun National Forest Protection Areas.



Fig. 13. Few insects were found in the rice plant during the entire growth

3. Good harvest

We finally were successful in producing "lest fertilizer, no pesticide" rice and had a good harvest (Fig 14).



Fig 14. Rice crop performance and crop yields

Pertanian Berkelanjutan di Era -Omics: Mengejar Keteringgalan Melalui Konsep Laboratorium Pemuliaan Tanaman Minimalis yang Logis untuk Diwujudkan

Bagus Herwibawa

Laboratorium Fisiologi dan Pemuliaan Tanaman,
Departemen Pertanian, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro
Email: bagus.herwibawa@live.undip.ac.id

Pendahuluan

Masalah klasik yang menjadi tantangan besar bagi pasokan pangan, bahkan sejak Thomas Robert Malthus mengungkapkan teorinya pada abad ke-18, adalah penambahan jumlah penduduk yang lebih cepat dari peningkatan stok pangan itu sendiri. Saat ini, populasi global telah mencapai 7,8 miliar jiwa dan diperkirakan menjadi lebih dari 10 miliar jiwa pada tahun 2055 (<https://countrymeters.info/cn/World>). Dengan demikian, peningkatan hasil panen sangat dibutuhkan untuk mengisi kesenjangan antara produksi dan permintaan pangan. Padahal untuk meningkatkan hasil panen, perubahan iklim global menjadi tantangan tersendiri yang menyebabkan ketidakstabilan produksi pangan. Kekeringan, banjir, dan peningkatan suhu lingkungan merupakan contoh terkenal akibat perubahan iklim ekstrim.

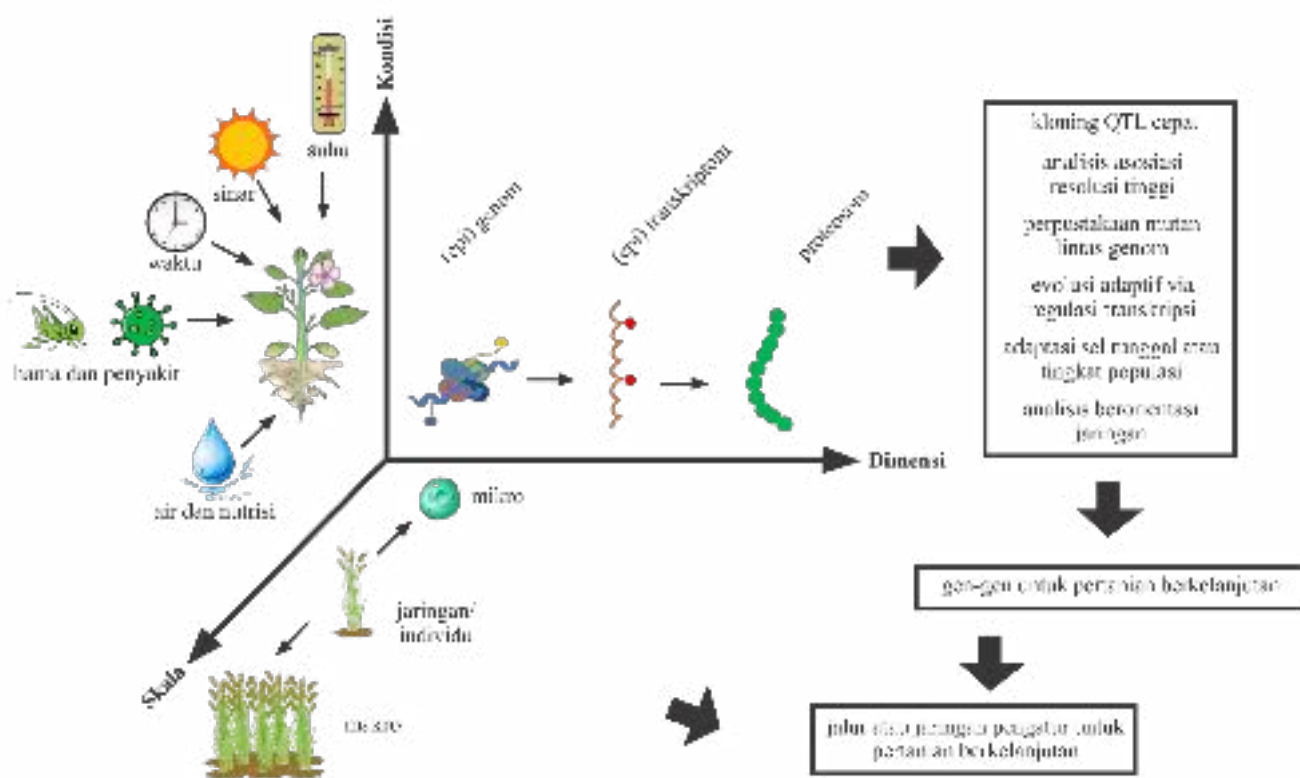
Perubahan iklim ekstrim sudah terjadi dan akan terus berlangsung. Suhu bumi bahkan dilaporkan telah meningkat lebih dari satu derajat sejak tahun 1880, dan laju peningkatan panas menjadi lebih cepat selama beberapa dekade terakhir (<https://earthobservatory.nasa.gov/world-of-change/global-temperatures>). Oleh sebab itu, kita membutuhkan tanaman yang dapat beradaptasi dan tetap berproduksi baik bahkan hasilnya meningkat pada lingkungan ekstrim. Strategi untuk meningkatkan produksi pangan sudah terlihat masif sejak agenda Revolusi Hijau tahun 1960-an, dimana pertanian sangat bergantung pada input nitrogen dan pestisida dengan aplikasi dosis yang semakin tinggi setiap tahun. Kondisi tersebut tentu menyebabkan pencemaran lingkungan yang tidak berkelanjutan dalam jangka panjang.

Kerusakan lingkungan yang diakibatkan oleh pertanian konvensional, harus disikapi dengan skema baru pemuliaan tanaman yang berwawasan pertanian berkelanjutan; termasuk strategi baru untuk mengembangkan varietas yang memiliki potensi hasil tinggi, hasil yang stabil, dan berkualitas bagi kesehatan; namun, membutuhkan sedikit input air, pupuk, dan pestisida dengan tujuan perlindungan lingkungan. Perkembangan pesat teknologi -omics saat ini berpotensi besar untuk mengubah wajah pertanian Indonesia melalui Revolusi Gen. Secara umum, -omics adalah analisis molekul biologi secara komprehensif atau global. Teknologi -omics termasuk genomika, transkriptomika, proteomika, dan metabolomika, telah menghasilkan sejumlah besar data, dari urutan gen ke protein dan pola metabolit. Kemajuan -omics beberapa tahun terakhir telah sukses diterapkan untuk mempelajari dan memanipulasi sifat kualitatif dan kuantitatif tanaman yang bernilai ekonomi, melalui pendekatan sistem biologi untuk memahami interaksi kompleks antara gen, protein, dan metabolit terhadap fenotip. Saat ini, data -omics telah banyak dihasilkan dan menggunakan bioinformatika dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan produksi dan kualitas tanaman pangan, serta memainkan peran penting dalam perlindungan tanaman, sehingga secara signifikan mempengaruhi ekonomi pertanian.

Peluang Pemanfaatan Data –Omics dan Kaitannya dengan Pertanian Berkelanjutan

Perkembangan alat-alat analisis berkapasitas tinggi menyebabkan data -omics dapat dihasilkan dengan biaya yang semakin relatif murah. Beberapa data bahkan dapat diakses secara bebas oleh siapapun, seperti genom referensi berkualitas tinggi yang telah tersedia untuk ribuan spesies. Saat ini, data -omics sedang dihasilkan dari beberapa elemen, termasuk tetapi tidak terbatas pada genom, epigenom, transkriptom, epitranskriptom, dan proteom. Data -omics sebelumnya dihasilkan dari jaringan satu genotip

dan sekarang meluas ke skala mikro dan makro (Xu *et al.*, 2019; Luo *et al.*, 2020). Data -omics juga dihasilkan dalam kondisi lingkungan yang berbeda (Groen *et al.*, 2020). Ketersediaan data tersebut tentu memperluas pemahaman kita tentang domestikasi dan perbaikan tanaman.



Ilustrasi 1. Karakterisasi gen dan jalur berbasis -omics untuk pertanian berkelanjutan

Salah satu penerapan data-omics adalah untuk mengidentifikasi gen fungsional yang relevan dengan pertanian berkelanjutan (Ilustrasi 1). Gen-gen yang berhasil diidentifikasi kemudian dapat dimanipulasi untuk mengembangkan varietas tanaman baru untuk pertanian berkelanjutan. Beberapa prinsip dalam pemanfaatan data -omics; yaitu: (1) -omics mempercepat kloning QTL (lokus sifat kuantitatif), bahkan saat ini ada laporan bahwa gen fungsional berbasis QTL berhasil diidentifikasi dalam waktu 1-2 tahun (sebelumnya mencapai lebih dari 3 tahun) ketika mahadata genom digabungkan dengan desain populasi yang cermat (Zhang *et al.*, 2019); (2) analisis asosiasi berbasis -omics meningkatkan resolusi pemetaan ke tingkat gen, dimana pengurutan ulang panel dari berbagai jalur mengidentifikasi kumpulan besar variasi genetik, terutama variasi struktur yang cenderung memiliki efek fenotipik dibandingkan polimorfisme nukelotida tunggal (Yang *et al.*, 2019); (3) -omics memungkinkan identifikasi cepat gen-gen penting dengan variasi alami yang terbatas, dimana perpustakaan mutasi lintas genom, dalam kombinasinya dengan lintas genom atau sekuensing yang ditargetkan, memungkinkan pembedahan gen kunci yang belum digunakan dalam program pemuliaan saat ini (Liu *et al.*, 2020); (4) analisis transkriptomik komparatif pada kondisi lingkungan yang berbeda memungkinkan identifikasi gen penting yang berkaitan dengan adaptasi (Groen *et al.*, 2020); (5) -omics pada tingkat sel tunggal bisa untuk mengidentifikasi sel penting yang berkaitan dengan adaptasi lingkungan (Luo *et al.*, 2020). Akhirnya, integrasi data multi -omics memungkinkan identifikasi dan prioritas jaringan yang berorientasi pada gen dan jalur kunci.

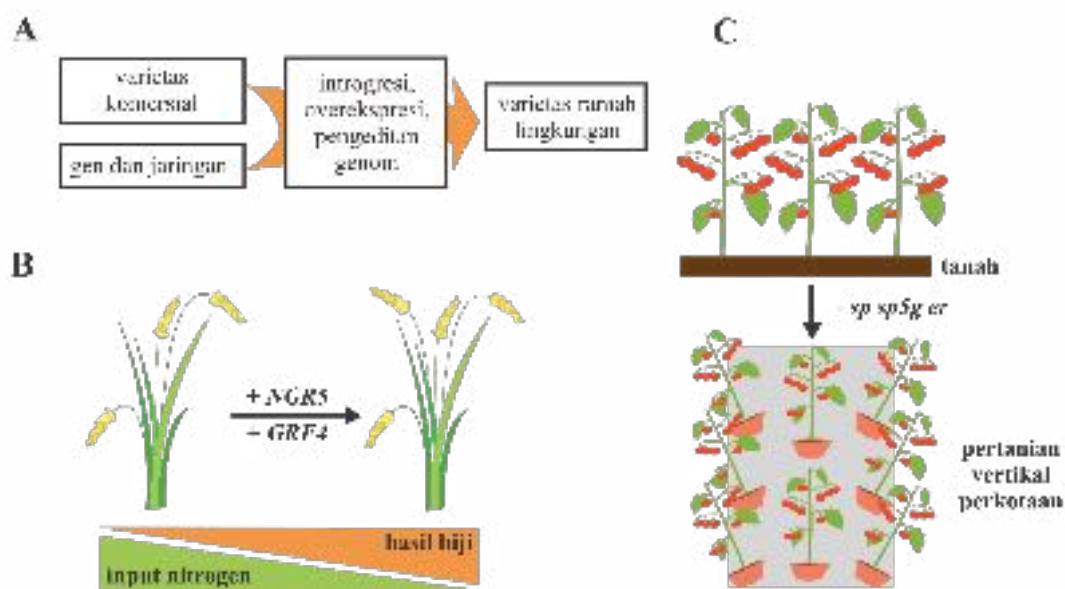
Pemuliaan Tanaman Presisi Memungkinkan Pertanian Berkelanjutan

Revolusi Hijau selama tahun 1960-an menghasilkan varietas tanaman semi-kerdil yang tahan rebah tetapi mengurangi efisiensi penggunaan nitrogen. Bahkan hasil panen yang tinggi dicapai dengan pemupukan nitrogen yang intens, sehingga merusak lingkungan. Data -omics dapat membantu perakitan varietas tanaman baru untuk mewujudkan pertanian berkelanjutan. Identifikasi dua gen fungsional (NGR5 dan GRF4) yang mengatur efisiensi penggunaan nitrogen memberikan kemungkinan untuk

menggabungkan dua sifat menguntungkan, yaitu semi-kerdil dan efisien dalam penggunaan nitrogen (Li *et al.*, 2018). Introgresi gen efisiensi penggunaan nitrogen ke dalam varietas revolusi hijau memungkinkan untuk mendapatkan hasil panen yang tinggi yang membutuhkan pemupukan nitrogen yang lebih rendah dibandingkan varietas konvensional. Selain itu, gen tersebut juga dilaporkan meningkatkan efisiensi penggunaan nitrogen ketika tingkat ekspresi ditingkatkan (Wu *et al.*, 2020).

Overekspresi dan pengeditan genom menggunakan teknologi CRISPR/Cas9 sangat mungkin dilakukan untuk meningkatkan ekspresi gen efisiensi penggunaan nitrogen dalam varietas elit semi-kerdil, sehingga tujuan untuk mendapatkan hasil panen yang tinggi dengan cara yang ramah lingkungan tercapai (Gambar 2a dan 2b). Aplikasi tersebut merupakan contoh yang tepat untuk menunjukkan bahwa gen kunci tidak hanya dapat meningkatkan potensi hasil, tetapi juga mengurangi input pupuk nitrogen untuk mendukung pertanian berkelanjutan. Lebih jauh, upaya perakitan varietas dapat dikaitkan dengan perubahan iklim global yang juga berpotensi menurunkan produktivitas tanaman. Namun selama ini perbaikan genetik varietas komersial yang berkaitan dengan adaptasi lingkungan, masih bergantung pada seleksi buatan dari variasi alami dengan efisiensi yang rendah, bahkan metode tersebut sulit untuk beradaptasi dengan permintaan hasil yang tinggi dan kelestarian lingkungan saat ini.

Domestikasi kembali nenek moyang liar dimungkinkan dengan pengetahuan domestikasi dan teknologi baru (Fernie dan Jan, 2019). Selama proses domestikasi kembali, kita dapat menggabungkan gen-gen yang bermanfaat untuk mengembangkan varietas baru yang berkaitan dengan keunggulan adaptasi lingkungan, dan potensi hasil tinggi pada saat yang bersamaan. Sebagai alternatif, variasi baru dapat dibuat menggunakan teknologi CRISPR/Cas9. Pendekatan ini sangat menarik untuk gen yang tidak memiliki alel menguntungkan atau yang diinginkan secara alami. Selain mengembangkan varietas yang beradaptasi terhadap perubahan iklim ekstrim, strategi pemuliaan tanaman juga dapat diarahkan untuk mengembangkan varietas untuk lingkungan perkotaan sebagai pendekatan adaptif yang dapat mendukung pertanian berkelanjutan (Kwon *et al.*, 2020). Misalnya, sistem pertanian vertikal yang dapat mengoptimalkan penggunaan lahan, meskipun hasil per tanaman mungkin rendah, namun produktivitas yang tinggi dapat dicapai melalui kepadatan tanam yang tinggi dan siklus tanaman yang cepat (Ilustrasi 2c).



Ilustrasi 2. Pemuliaan tanaman untuk pertanian berkelanjutan. (A) strategi untuk memperbaiki varietas berdasarkan data -omics. (B) peningkatan hasil panen dan penurunan input nitrogen ketika dua gen (NGR5 dan GRF4) diintroduksi ke varietas komersial. (C) perubahan arsitektur tanaman sehingga adaptif di lingkungan perkotaan didapatkan dengan melumpuhkan (*knock out*) tiga gen (sp: *self pruning*, sp5g: paralog dari sp, er: *erecta*)

Merespon Era-Omics dengan Mewujudkan Konsep Laboratorium Pemuliaan Tanaman Minimalis

Pertanian berkelanjutan berbasis -omics telah lama dikembangkan di luar negeri, namun hingga saat ini masih sedikit publikasi tentang pemanfaatan -omics di bidang pertanian yang dilakukan oleh

peneliti Indonesia pada jurnal internasional bereputasi (*SCI Journal Ranking* Q1, Q2, Q3 dan Q4). Menariknya, sependek pengetahuan penulis hingga saat ini hanya ada satu publikasi pada jurnal internasional bereputasi Q1 tentang pemanfaatan -omics di bidang pertanian yang melibatkan peneliti Indonesia, itupun berafiliasi dengan Universitas Copenhagen, Denmark (Syaifulloh *et al.*, 2017). Kondisi ini tidaklah mengejutkan karena kebijakan pemerintah Indonesia yang memang belum serius memberikan dukungan fasilitas peralatan laboratorium yang layak bagi peneliti, khususnya di Universitas untuk dapat bersaing di dunia penelitian internasional.

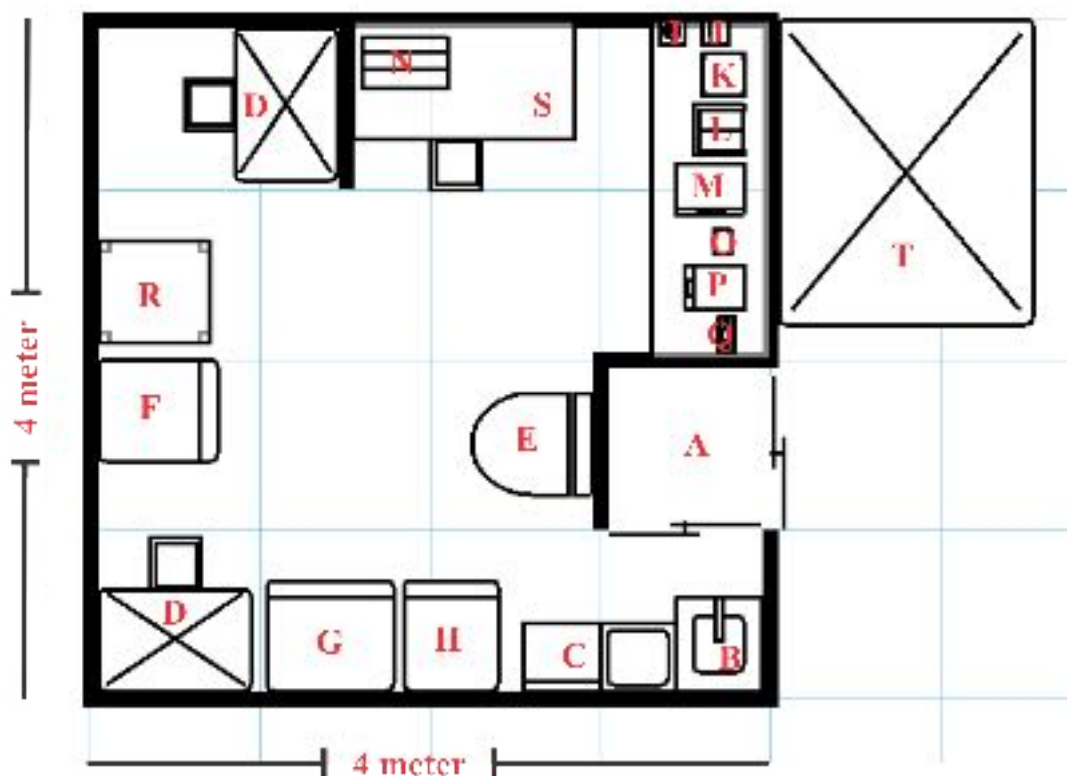
Tidak memungkiri bahwa ada penghargaan dari pemerintah bagi peneliti yang berhasil mempublikasikan hasil penelitiannya pada jurnal internasional. Namun tentu saja strategi kolaborasi kemudian menjadi pilihan yang lebih mudah bagi peneliti untuk dapat berpartisipasi di jurnal internasional bereputasi, meskipun akibatnya pengembangan laboratorium *home base* peneliti tidak secepat pengembangan sumber daya manusianya. Sebagai contoh, hal yang paling dasar di laboratorium fisiologi dan pemuliaan tanaman di mana penulis bernaung, tidak memiliki ketentuan khusus dalam penyimpanan dan penanganan bahan kimia, padahal seharusnya penyimpanan bahan kimia harus memperhatikan ketidakcocokannya dengan bahan kimia lain, sifat reaktifnya, dan mendapatkan perlakuan yang sesuai dengan kategori yang sudah diatur dalam lembar data keselamatan bahan (LDKB). Alasannya karena memang belum ada tempat penyimpanan yang layak sehingga pengelolaannya pun menjadi sulit.

Peralatan utama dan pendukung di laboratorium di mana penulis bernaung juga lambat berkembang, dan keadaan tersebut sudah terjadi selama puluhan tahun. Peralatan tersebut sudah banyak yang berkarat dan banyak juga bagian dari alat-alat penting yang rusak atau bahkan sudah tidak ada lagi. Kondisi tersebut lahir dari pengelolaan peralatan yang belum optimal karena mungkin tempat penyimpanannya yang belum layak, dan petunjuk penggunaan alat yang tidak terstandar sehingga pengelolaannya pun menjadi sulit. Kondisi ini tentu saja berpengaruh terhadap proses belajar mahasiswa, karena mahasiswa terpenjara pada situasi yang tidak mengikuti perkembangan jaman. Strategi termudah yang kemudian dipilih adalah mahasiswa dapat belajar di laboratorium instansi lain yang memiliki fasilitas lebih baik. Namun sekali lagi, bahwa strategi kolaborasi hanya menyelesaikan persoalan permukaan dan sementara, misalnya dalam rangka penelitian untuk kelulusan mahasiswa atau hanya sekedar memenuhi luaran ketika mendapatkan hibah penelitian. Meskipun sebenarnya strategi tersebut tidak menyelesaikan fundamen pemasalahan.

Strategi kolaborasi yang diterapkan selama ini menimbulkan masalah fundamental yaitu ketergantungan dengan instansi lain. Kolaborasi merupakan strategi yang sangat baik, namun sudah sepantasnya sumber daya manusia yang berkembang akibat adanya kolaborasi beriringan dengan pengembangan laboratorium *home base* peneliti. Upaya pengembangan laboratorium *home base* peneliti dirasa oleh sebagian anggota laboratorium menjadi sangat berat dan sulit, karena anggaran pengelolaan laboratorium memang relatif tidak banyak. Meskipun demikian masih terdapat peluang-peluang untuk memperjuangkan pengembangan laboratorium pemuliaan tanaman yang layak secara minimalis, melalui (1) inventarisasi alat dan bahan secara terpadu yang didukung sistem *online* sehingga memudahkan pelacakan, (2) optimalisasi pemanfaatan ruang, dan (3) implementasi prosedur operasional terstandar. Selain itu ada sebuah keberuntungan bagi laboratorium tempat penulis bernaung yang pada tahun 2019 mendapatkan hibah *PCR system*, *gel doc* dan *mini centrifuge*, meskipun peralatan tersebut belum bisa secara utuh digunakan untuk analisis DNA sederhana sebagai langkah awal penelitian berbasis -omics.

Analisis DNA sederhana masih memerlukan peralatan minimal lainnya, yaitu *vortex*, *water/dry bath*, *epENDORF biospectrometer*, *electrophoresis system*, *microwave*, dan *micropipettes*. Bila didukung oleh peralatan tersebut kita sudah dapat melakukan preparasi sampel DNA dan pengujiannya secara kuantitatif dan kualitatif. Data sekuens yang membutuhkan *genetic analyzer* bisa kita siasati dengan mengirimkan sampel DNA kita ke perusahaan yang menyediakan jasa sekuensing. Namun kita belum bisa menyiasati kebutuhan analisis ekspresi gen yang membutuhkan *real-time PCR system*, meskipun ini bisa kita tunda dulu karena harganya yang relatif mahal. Tuntutan pemuliaan tanaman presisi yang memanfaatkan teknologi CRISPR/Cas9 dirasa lebih mendesak, teknologi tersebut membutuhkan minimal 2 buah *laminar air flow* untuk kultur jaringan tanaman dan kultur bakteri, *autoclave*, *refrigerator 4°C*, *freezer -20°C* dan *-80°C*, dan *refrigerated centrifuge*. Selain itu, kita juga membutuhkan *growth chamber* untuk seleksi awal hingga didapatkan genotip kandidat baru yang digunakan dalam seleksi selanjutnya di

green house. Oleh sebab itu perlu disusun konsep laboratorium pemuliaan tanaman minimalis yang logis untuk diwujudkan (Ilustrasi 3).



Ilustrasi 3. Konsep laboratorium pemuliaan tanaman minimalis. (A) ruang antara. (B) wastafel. (C) rak peralatan gelas. (D) *laminar air flow*. (E) *autoclave*. (F) *refrigerator 4°C*. (G) *freezer -20°C*. (H) *freezer -80°C*. (I) *vortex*. (J) *mini centrifuge*. (K) *water/dry bath*. (L) *PCR system*. (M) *eppendorf biospectrometer*. (N) *microwave*. (O) *electrophoresis system*. (P) *gel doc*. (Q) komputer. (R) *refrigerated centrifuge*. (S) meja persiapan. (T) *growth chamber*.

Kesimpulan

Integrasi data -omics memungkinkan identifikasi banyak gen dengan cepat secara bersamaan untuk sifat yang relevan. Kondisi tersebut telah mengubah paradigma penelitian kita saat ini secara fundamental dari analisis gen tunggal menjadi analisis jalur atau jaringan. Pemuliaan tanaman masa depan tidak hanya akan memenuhi kebutuhan manusia yang beragam, tetapi juga beradaptasi dengan revolusi sistem pertanian yang terus berkembang. Data -omics yang dikombinasikan dengan teknologi pengeditan genom dalam pemuliaan tanaman presisi akan menghasilkan varietas-varietas yang ramah lingkungan sehingga berkontribusi dalam pengembangan pertanian berkelanjutan. Upaya mengejar ketertinggalan pengembangan pemuliaan tanaman di era -omics dengan secara logis melihat kondisi Indonesia saat ini, salah satunya melalui komitmen untuk mewujudkan konsep laboratorium pemuliaan tanaman minimalis.

Daftar Pustaka

- Fernie, A.R., & Yan, J., 2019. De novo domestication: an alternative route toward new crops for the future. *Molecular Plant*, 12(5): 615–31. <https://doi.org/10.1016/j.molp.2019.03.016>
- GroBkinsky, D.K., Syaifullah, S.J., & Roitsh, T., 2017. Integration of multi omics techniques and physiological phenotyping within a holistic phenomics approach to study senescence in model and crop plants. *Journal of Experimental Botany*, 69 (4): 825-844. <https://doi.org/10.1093/jxb/erx333>
- Groen, S.C., Čalić, I., Joly-Lopez, Z., Platts, A.E., Choi, J.Y., Natividad, M., Dorph, K., Mauck, W.M. 3rd, Bracken, B., Cabral, C.L.U., Kumar, A., Torres, R.O., Satija, R., Vergara, G., Henry, A., Franks, S.J., & Purugganan, M.D., 2020. The strength and pattern of natural selection on gene expression in rice. *Nature*, 578: 572–6. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-1997-2>

- Kwon, C.T., Heo, J., Lemmon, Z.H., Capua, Y., Hutton, S.F., Van Eck, J., Park, S.J., & Lippman, Z.B., 2020. Rapid customization of Solanaceae fruit crops for urban agriculture. *Nature Biotechnology*, 38: 182–188. <https://doi.org/10.1038/s41587-019-0361-2>
- Li, S., Tian, Y., Wu, K., Ye, Y., Yu, J., Zhang, J., Liu, Q., Hu, M., Li, H., Tong, Y., Harberd, N.P., & Fu, X., 2018. Modulating plant growth-metabolism coordination for sustainable agriculture. *Nature*, 560: 595–600. <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0415-5>
- Liu, H.J., Jian, L., Xu, J., Zhang, Q., Zhang, M., Jin, M., Peng, Y., Yan, J., Han, B., Liu, J., Gao, F., Liu, X., Huang, L., Wei, W., Ding, Y., Yang, X., Li, Z., Zhang, M., Sun, J., Bai, M., Song, W., Chen, H., Sun, X., Li, W., Lu, Y., Liu, Y., Zhao, J., Qian, Y., Jackson, D., Fernie, A.R., & Yan, J., 2020. High-throughput CRISPR/Cas9 mutagenesis streamlines trait gene identification in maize. *The Plant Cell*, 32: 1397–1413. <https://doi.org/10.1105/tpc.19.00934>
- Luo, C., Fernie, A.R., & Yan, J., 2020. Single-cell genomics and epigenomics: technologies and applications in plants. *Trends in Plant Science*, 25(10): 1030 - 1040. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2020.04.016>
- Wu, K., Wang, S., Song, W., Zhang, J., Wang, Y., Liu, Q., Yu, J., Ye, Y., Li, S., Chen, J., Zhao, Y., Wang, J., Wu, X., Wang, M., Zhang, Y., Liu, B., Wu, Y., Harberd, N.P., & Fu, X., 2020. Enhanced sustainable green revolution yield via nitrogen-responsive chromatin modulation in rice. *Science*, 367(6478): eaaz2046. <https://doi.org/10.1126/science.aaz2046>
- Xu, J., Chen, G., Hermanson, P.J., Xu, Q., Sun, C., Chen, W., Kan, Q., Li, M., Crisp, P.A., Yan, J., Li, L., Springer, N.M., & Li, Q., 2019. Population-level analysis reveals the widespread occurrence and phenotypic consequence of DNA methylation variation not tagged by genetic variation in maize. *Genome Biology*, 20: 243. <https://doi.org/10.1186/s13059-019-1859-0>
- Yang, N., Liu, J., Gao, Q., Gui, S., Chen, L., Yang, L., Huang, J., Deng, T., Luo, J., He, L., Wang, Y., Xu, P., Peng, Y., Shi, Z., Lan, L., Ma, Z., Yang, X., Zhang, Q., Bai, M., Li, S., Li, W., Liu, L., Jackson, D., & Yan, J., 2019. Genome assembly of a tropical maize inbred line provides insights into structural variation and crop improvement. *Nature Genetics*, 51: 1052–1059. <https://doi.org/10.1038/s41588-019-0427-6>
- Zhang, H., Wang, X., Pan, Q., Li, P., Liu, Y., Lu, X., Zhong, W., Li, M., Han, L., Li, J., Wang, P., Li, D., Liu, Y., Li, Q., Yang, F., Zhang, Y.M., Wang, G., & Li, L., 2019. QTG-Seq accelerates QTL fine mapping through QTL partitioning and whole-genome sequencing of bulked segregant samples. *Molecular Plant*, 12(3): 426–437. <https://doi.org/10.1016/j.molp.2018.12.018>

Induksi Sistem Pertahanan Antioksidan Tanaman Guna Memperkecil Resiko Gagal Panen dan Pemanfaatannya untuk Kesehatan Manusia

Budi Adi Kristanto

Laboratorium Fisiologi dan Pemuliaan Tanaman

Departemen Pertanian, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro.

Email : budiadikrist@yahoo.com; budiadikris@gmail.com

Pendahuluan

Pergeseran musim akibat perubahan pola cuaca yang ekstrim dampak dari perubahan iklim global semakin sering terjadi. Perubahan iklim global ditandai dengan peningkatan suhu permukaan bumi, penurunan jumlah dan hari hujan serta peningkatan laju evaporasi yang berdampak pada penurunan ketersediaan air tanah. Keterbatasan ketersediaan air tanah dan pergeseran musim menyebabkan perubahan pola terjadinya kekeringan. Keterbatasan ketersediaan air tanah menyebabkan cekaman kekeringan. Cekaman kekeringan menyebabkan perubahan biokimia, fisiologi dan morfologi tanaman, baik organ akar, batang dan daun, yang berdampak pada penurunan pertumbuhan dan produktivitas tanaman serta jumlah dan mutu hasil tanaman, bahkan kemungkinan kegagalan panen. Penurunan hasil tanaman dan perubahan pola produksi pangan merupakan ancaman serius bagi pertanian yang akan berdampak pada ketahanan dan kedaulatan pangan. Oleh karena itu, pemilihan jenis tanaman dan varietas tahan kering sangat penting diikuti tindakan agronomis yang mampu meningkatkan kebugaran dan ketahanan tanaman terhadap cekaman kekeringan.

Tanaman mempunyai “Sistem Pertahanan” dalam menghadapi cekaman lingkungan, baik secara fisiologi, biokimia dan morfologi. Pemahaman tentang “Sistem Pertahanan Tanaman” perlu dikaji terkait dengan upaya induksi peningkatan sistem pertahanan tanaman, kebugaran tanaman serta mempertahankan hasil tanaman pada kondisi kekeringan agar tidak terjadi kegagalan panen. Dalam kondisi kekeringan, tanaman merespon dengan menurunkan laju fotosintesis, pertumbuhan dan hasil tanaman serta mensintesis senyawa metabolit sekunder. Senyawa metabolit sekunder merupakan sistem pertahanan antioksidan tanaman. Namun diantara senyawa metabolit sekunder mempunyai khasiat dan spesifisitas farmakologis yang dapat digunakan untuk kepentingan kesehatan bagi manusia. Cekaman kekeringan akan meningkatkan senyawa antioksidan namun menurunkan hasil tanaman. Oleh karena itu, perlu dikaji solusi untuk mempertahankan hasil tanaman yang sekaligus meningkatkan kandungan senyawa antioksidan. Aplikasi elisitor oleh beberapa peneliti diyakini mampu meningkatkan hasil tanaman dan senyawa antioksidan.

Silika, merupakan salah satu elisitor yang mampu berperan dalam meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman, karena mampu menurunkan pengaruh buruk dampak kekeringan dan meningkatkan ketahanan kekeringan tanaman, baik ketahanan secara morfologi maupun sistem ketahanan antioksidan. Penengaruh silika lebih menonjol ketika tanaman mengalami stres biotik dan abiotik.

Dampak Cekaman Kekeringan

Cekaman kekeringan menyebabkan penurunan kandungan lengas tanah sehingga ruang pori tanah lebih banyak terisi udara dan sedikit terisi air. Kekosongan air pada ruang pori mikro diisi oleh udara, dan menyebabkan renggangnya jarak antar permukaan fraksi tanah dan hubungan antar ruang pori tidak kontinyu yang berdampak pada hambatan aliran air antar ruang pori atau penurunan konduktivitas hidrolik tanah untuk mengalirkan air. Penurunan kandungan lengas tanah menyebabkan penurunan konduktivitas hidrolik, aliran air tanah dan jumlah air tersedia bagi tanaman. Penurunan lengas tanah merupakan sinyal cekaman kekeringan bagi tanaman dan direspon dengan perubahan biokimia, fisiologi dan morfologi tanaman.

Cekaman kekeringan menyebabkan gangguan proses fisiologi dan metabolisme tanaman yang berlanjut pada perubahan sifat morfologi dan aktivitas fisiologi tanaman. Cekaman kekeringan

menyebabkan hambatan proses: (1). inisiasi, pembelahan dan perkembangan sel dan pembesaran sel meristematis, (2). serapan unsur dan translokasi, (3). sintesis senyawa dan kerja enzim, (4). fotosintesis, pertumbuhan dan hasil tanaman dan (5). kerusakan jaringan akibat “serangan” spesies oksigen reaktif (*reactive oxygen species*, ROS) sebagai dampak dari cekaman oksidatif.

Cekaman kekeringan menyebabkan kerusakan membran sel akar, sebagai akibat peningkatan peroksidasi lipid, sehingga membran sel akar mengalami penurunan stabilitas dan kebocoran elektrolit. Rendahnya kandungan lengas tanah dan kerusakan akar berakibat pada rendahnya penyerapan air dan hara terlarut, sehingga menyebabkan penurunan kandungan air tanaman. Penurunan kandungan air tanaman menyebabkan hambatan inisiasi, pembelahan, perkembangan dan pembesaran sel meristematis. Hambatan pembelahan sel meristem akar menyebabkan pertumbuhan dan perkembangan terhambat, ukuran sel akar menjadi lebih kecil dan lebih pendek. Penurunan ukuran sel akar menjadi lebih kecil dan pendek berakibat pada penurunan panjang total akar, bobot segar, bobot kering, volume dan luas permukaan akar yang berlanjut pada penurunan kemampuan menyerap air dan hara terlarut.

Cekaman kekeringan menyebabkan penurunan diameter, tinggi tanaman, bobot segar dan bobot segar kering batang terkait dengan penurunan laju fotosintesis. Cekaman kekeringan menyebabkan kavitasi dan emboli pada jaringan pengangkutan xilem dan floem sehingga menurunkan konduktansi hidrolik jaringan pengangkutan yang berlanjut pada hambatan translokasi hasil fotosintesis ke seluruh organ tanaman.

Gejala lain akibat cekaman kekeringan adalah penurunan kandungan air daun dan turgor sel daun, penurunan stabilitas atau peningkatan kebocoran elektrolit membran sel daun, ukuran dan bobot daun menjadi lebih kecil. Cekaman kekeringan menurunkan luas daun yang masih tetap hijau, bobot segar dan bobot kering daun dan bobot daun spesifik, tetapi meningkatkan luas daun spesifik. Penurunan kandungan air daun, potensial air daun dan turgiditas sel daun akibat cekaman kekeringan berdampak pada hambatan inisiasi, pembelahan, perpanjangan dan perluasan sel daun sehingga menurunkan luas, bobot dan bobot daun spesifik.

Cekaman kekeringan mempercepat proses penuaan yang ditandai dengan penurunan kandungan klorofil daun. Penuaan daun dikendalikan secara genetik, namun proses penuaan dapat dipercepat oleh cekaman kekeringan. Proses penuaan terjadi kerusakan (degradasi) kloroplas dan perangkat fotosintesis serta hambatan sintesis klorofil, oleh karena itu, cekaman kekeringan menurunkan kandungan klorofil daun.

Stomata daun merupakan jalur pertukaran gas pada tanaman. Oleh karena itu, besarnya kandungan karbondioksida dalam ruang sel daun tergantung bukaan, kerapatan dan konduktansi stomata. Cekaman kekeringan menurunkan kandungan air daun, potensial air daun dan turgiditas sel daun yang menyebabkan penurunan jumlah stomata, penutupan stomata, menurunkan bukaan dan konduktansi stomata daun yang terkait dengan penurunan difusi dan kandungan CO₂ dalam ruang sel daun. Penurunan kandungan air, klorofil dan CO₂ dalam ruang sel daun menyebabkan penurunan laju fotosintesis, hasil fotosintesis yang ditranslokasi dan didistribusi serta hambatan translokasi hasil fotosintesis sehingga menyebabkan penurunan akumulasi bahan kering tanaman.

Cekaman kekeringan pada fase awal berbunga sampai awal pembentukan biji berdampak lebih parah dibandingkan fase lain, yaitu menurunkan jumlah dan hasil biji. Cekaman kekeringan pada fase awal berbunga akan menghambat pertumbuhan bunga, menurunkan jumlah bunga yang terbentuk, menurunkan fertilitas polen, menghambat proses polinasi, menghambat pembentukan buah dan biji, menyebabkan kerontokan buah, penurunan ukuran buah dan biji yang berlanjut pada penurunan hasil panen.

Cekaman kekeringan meningkatkan laju produksi senyawa spesies oksigen reaktif (*reactive oxygen species*, ROS) sebagai akibat dari stres oksidatif, seperti radikal superoksida (O₂⁻), hidrogen peroksida (H₂O₂) dan radikal hidroksil (•OH). Radikal superoksida dan produk pelepasannya, hidrogen peroksida, merusak lipid membran sel dan menonaktifkan enzim yang mengandung SH. Radikal hidroksil, menyebabkan toksisitas oksigen *in vivo*, kerusakan DNA, protein, lipid, dan klorofil.

1. Sistem Pertahanan Tanaman

Tanaman merespon cekaman kekeringan dengan tiga strategi dasar, yaitu: meloloskan diri (*escape strategy*), menghindarkan diri (*avoidance strategy*) dan bertahan (*tolerance strategy*) dari cekaman

kekeringan, sehingga tanaman tahan kekeringan dikelompokkan berdasarkan mekanisme strateginya, yaitu *drought escape*, *drought avoidance* dan *drought tolerance*. Setiap varietas dan atau kultivar tanaman mengembangkan mekanisme yang relatif sama dengan derajat atau tingkat yang berbeda untuk bertahan hidup pada kondisi cekaman kekeringan. Setiap kultivar tidak hanya menggunakan satu strategi mekanisme, melainkan dengan dua atau tiga strategi dasar secara serentak.

Ketahanan kekeringan merupakan sifat agronomi yang penting dan tanaman yang berbeda dapat merespon lebih cepat atau lambat tergantung pada intensitas dan durasi kekeringan. Tanaman merespon cekaman kekeringan dengan berbunga lebih awal atau menunda pembungaan, tergantung intensitas dan durasi cekaman kekeringan. Apabila tanaman merespon cekaman kekeringan dengan berbunga awal dianggap sebagai mekanisme pelarian dari cekaman kekeringan (*drought escape*) dan apabila merespon dengan menunda atau berbunga lebih lambat dianggap sebagai mekanisme toleransi (*drought tolerance*). Strategi meloloskan diri merupakan kemampuan tanaman tetap tumbuh dan menghasilkan biji dengan berbunga lebih awal dan memperpendek siklus hidup untuk menghasilkan biji, anakan atau alat perbanyakan/regenerasi lain pada kondisi cekaman kekeringan sebelum periode cekaman lebih parah berlangsung. Pembungaan diatur secara genetik, namun dapat dipicu oleh kondisi lingkungan, diantaranya adalah cekaman kekeringan. Cekaman kekeringan akan memicu gen-gen pengatur pembungaan, seperti *GI* (*Gigantea*), *TSF* (*Twin Sister of FT*), *FT* (*Flowering Locus T*) dan *SOC1* sehingga akan berbunga lebih awal dan diikuti proses pematangan lebih awal dan berlanjut pada percepatan menyelesaikan siklus hidup. Pada kondisi cekaman kekeringan yang sangat ekstrim, tanggapan tanaman berubah dengan strategi bertahan sebagai benih dorman.

Strategi menghindari dari cekaman kekeringan adalah kemampuan tanaman untuk mempertahankan status potensial air yang tetap tinggi melalui pengurangan kehilangan air atau meningkatkan penyerapan air sehingga turgiditas sel tetap tinggi. Mekanisme strategi menghindari berkorelasi dengan perubahan sifat anatomi, morfologi dan fisiologi tanaman. Perubahan fenologi meliputi penurunan jumlah dan ukuran organ, seperti luas daun menjadi lebih sempit dan kedudukan atau posisi daun, jumlah dan kerapatan stomata berkurang, ukuran sel buliform dan sel palisade lebih besar. Perubahan sifat fisiologi tanaman meliputi penurunan tekanan turgor daun, sintesis klorofil dan kerusakan klorofil, hambatan sintesis dan regenerasi enzim *ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase*, *RuBPCase*, peningkatan transpirasi dan bukaan stomata lebih sempit atau penutupan stomata lebih awal, penurunan fotosintesis, laju pertumbuhan pucuk dan akar dan proses penuaan. Perubahan fenologi serta fisiologi dan pertumbuhan tanaman dalam merespon cekaman kekeringan adalah cerminan ketahanan tanaman dengan cara menghindarkan diri dari cekaman kekeringan (*avoidance strategy*).

Strategi bertahan atau toleran merupakan kemampuan tanaman tetap tumbuh dalam kondisi cekaman kekeringan dengan cara mempertahankan turgiditas sel tetap tinggi meskipun potensial air sel menurun atau rendah melalui penyesuaian osmotik (*osmotic adjustment*), melindungi dan "memulung/mengais" (*scavenging*) senyawa spesies oksigen reaktif (*reactive oxygen species*, ROS), yang menyebabkan kerusakan enzim dan jaringan. Mekanisme strategi bertahan atau toleran berkorelasi dengan perubahan sifat biokimia seperti sintesis protein dan senyawa mudah larut dan antioksidan atau senyawa osmolit yang berperan sebagai osmo-regulator, sintesis senyawa dan mengaktifkan sel jalur *signal*, seperti prolin dan ABA dan enzim pemulung senyawa spesies oksigen reaktif (*reactive oxygen species*, ROS).

Cekaman kekeringan menghasilkan ROS sebagai akibat stres oksidatif, namun tanaman merespon dengan meningkatkan sistem pertahanan antioksidan, dengan meningkatkan produksi enzim antioksidan, seperti *superoxide dismutase* (SOD), *catalase* (CAT), *ascorbate peroxidase* (APOX), AsA-dep POD dan *guaiacol peroxidase* (Gua-dep POD) serta antioksidan non-enzimatik, yang berupa senyawa dengan berat molekul rendah seperti vitamin, asam askorbat, tokoferol, gula dan prolin, fenolik dan flavonol.

2. Induksi Sistem Pertahanan Tanaman

Silika bukan merupakan unsur esensial bagi tanaman, tetapi mempunyai peran dalam proses fisiologi dan biokimia yang terkait dengan peningkatan efisiensi fotosintesis dan menginduksi ketahanan tanaman terhadap hama dan penyakit serta cekaman lingkungan, seperti kekeringan dan salinitas. Aplikasi silika mampu menurunkan dampak buruk dari cekaman kekeringan dan meningkatkan hasil tanaman serta

kandungan antioksidan. Keberadaan silika pada jaringan tanaman mempunyai banyak peran. Peran silika dalam jaringan tanaman ditentukan oleh letak silika diakumulasi. Peran silika dalam tanaman terlibat dalam proses-proses metabolisme atau aktivitas fisiologi dan biokimia tanaman serta perubahan morfologi.

Akumulasi silika (proses silisifikasi) pada intra dan ekstraseluler akar menjadikan akar lebih kuat menembus tanah sehingga jangkauan akar lebih luas dan meningkatkan penyerapan air. Akumulasi silika pada endodermal dinding sel akar, berperan pada pemeliharaan suatu penghalang apoplastik yang efektif dalam meningkatkan ketahanan tanaman terhadap cekaman kekeringan. Akumulasi silika pada organ akar meningkatkan kemampuan menyerap air dan hara terlarut serta peningkatan pengangkutan air dan hara yang terlarut menuju daun.

Akumulasi silika pada batang menjadi elemen struktural yang melengkapi lignin untuk memperkeras dinding sel sehingga batang menjadi lebih keras, tegak dan kuat, tanaman tidak mudah roboh. Akumulasi silika di batang menurunkan kavitasasi dan emboli pada jaringan pengangkutan xilem-ploem sehingga meningkatkan konduktansi hidrolik dan translokasi hasil fotosintesis ke seluruh organ tanaman. Akumulasi silika pada jaringan epidermis daun akan membentuk lapisan ganda silika-kutikula, menurunkan transpirasi yang berlebihan, meningkatkan kandungan air daun relatif, turgiditas sel daun dan potensial air daun, meningkatkan konduktansi stomata dan kandungan karbon-dioksida dalam ruang sel daun serta memberikan kekuatan sehingga daun dalam posisi tegak yang mengurangi dampak saling menaungi (*mutual shading*) dan berlanjut pada peningkatan laju fotosintesis. Proses transpirasi dan peningkatan laju fotosintesis membuktikan akumulasi silika meningkatkan konduktansi hidrolik jaringan pengangkutan xilem-ploem di akar, batang maupun di daun. Peran silika dalam menginduksi proses-proses fisiologi, terutama yang terkait proses fotosintesis dan pertumbuhan tanaman adalah menjaga keseimbangan air dalam jaringan tanaman, meningkatkan potensial air daun, menurunkan transpirasi, meningkatkan efisiensi penggunaan air dan meningkatkan aktivitas, efektifitas dan efisiensi fotosintesis.

Peran silika dalam perubahan sifat biokimia adalah memperbaiki imbalanced nutrisi, meningkatkan sintesis dan kandungan klorofil, meningkatkan sintesis lignin dan suberin, menurunkan asam absisat dan meningkatkan produksi enzim antioksidan, seperti *superoxide dismutase* (SOD), *catalase* (CAT), *ascorbate peroxidase* (APOX), AsA-dep POD dan GUA-dep POD) serta antioksidan non-enzimatik, yang berupa senyawa dengan berat molekul rendah seperti vitamin, asam askorbat, tokoferol, karotenoid, gula dan prolin, senyawa fenolik dan flavonol. Peningkatan lignin dan suberin memberikan kekuatan akar dan batang dalam menopang tegaknya tanaman serta melindungi jaringan pengangkutan xilem-ploem tidak mengalami kavitasasi dan emboli sehingga konduktansi hidrolik jaringan pengangkutan tetap terjaga dan peran dalam translokasi hasil fotosintesis tetap berjalan. Peningkatan prolin dan gula larut berperan dalam penyesuaian osmotik (*osmotic adjustment*). Peningkatan enzim antioksidan, fenolik dan flavonoid mampu memulung / mengais ROS (radikal H_2O_2) yang reaktif, menurunkan peroksidasi lipid, meningkatkan stabilitas membran dan menurunkan kebocoran elektrolit sehingga mencegah kerusakan membran tunas dan akar.

Peran silika dalam tanaman adalah terlibat dalam proses-proses metabolisme atau aktivitas fisiologi dan biokimia tanaman serta perubahan morfologi. Peran silika dalam menginduksi perubahan fenologi serta fisiologi dan pertumbuhan tanaman dalam merespon cekaman kekeringan adalah peran silika dalam menginduksi ketahanan tanaman dengan strategi menghindarkan diri dari kekeringan. Peran silika dalam menginduksi proses-proses biokimia, terutama yang terkait dengan sintesis enzim-enzim antioksidan dan senyawa metabolit sekunder adalah peran silika dalam menginduksi sistem ketahanan antioksidan tanaman. Sistem pertahanan antioksidan tanaman dalam merespon cekaman kekeringan melalui mekanisme penyesuaian osmotik, mengais ROS dan pemulihan kembali (*recovery*) setelah mengalami kerusakan akibat ROS. Peran silika dalam menginduksi ketahanan tanaman melalui penguatan struktural dinding sel dan jaringan tanaman yang menjadi penghalang fisik dari serangan hama dan patogen serta melindungi dari kerusakan radiasi ultraviolet.

3. Pemanfaatan Antioksidan Tanaman untuk Kesehatan manusia

Cekaman kekeringan menyebabkan produksi ROS yang berlebihan dan berdampak pada kerusakan jaringan tanaman. Tanaman dalam merespon cekaman kekeringan meningkatkan sintesis enzim antioksidan

dan metabolit sekunder yang merupakan senyawa dengan berat molekul rendah, dan berkontribusi dalam sistem pertahanan antioksidan tanaman. Sistem pertahanan antioksidan tanaman berupa sistem pertahanan antioksidan enzimatis dan non-enzimatis, yang berperan dalam mengais/memulung ROS. Di dalam tubuh manusia, sistem antioksidan berperan dalam menjaga keseimbangan antara oksidasi dan anti-oksidasi dengan cara mengais radikal bebas ROS. Manusia yang menderita penyakit kronis dan degeneratif memproduksi ROS yang berlebihan, yang mengganggu keseimbangan antara oksidasi dan anti-oksidasi.

Antioksidan yang berasal dari tanaman pangan, seperti fenolik dan isoflavon memiliki sifat antioksidan alami yang menunjukkan berbagai sifat fisiologis dan efek biologis, seperti anti alergi, antiatherogenik, antiinflamasi, antimikroba, antitrombotik dan dapat melindungi terhadap penyakit degeneratif pada manusia, seperti penyakit jantung koroner, osteoporosis, stroke, dan kanker. Asupan antioksidan yang berasal dari tanaman pada diet makan penderita penyakit kronis dan degeneratif akan memperbaiki kerusakan yang ditimbulkan oleh ROS melalui penghambatan inisiasi atau propagasi reaksi berantai oksidatif dan bertindak sebagai pemulung radikal bebas. Pemanfaatan antioksidan tanaman masih yang berupa senyawa yang diekstrak (antioksidan non-enzimatis). Pemanfaatan enzim antioksidan belum dilakukan. Oleh karena itu, ekstraksi enzim antioksidan tanaman mempunyai prospek yang sangat besar bagi kesehatan manusia.

Kesimpulan

Cekaman kekeringan menyebabkan kerusakan organ tanaman yang berdampak pada penurunan pertumbuhan dan hasil tanaman. Aplikasi silika mampu menjaga kesuburan dan air tanah serta menurunkan dampak jelek dari cekaman kekeringan. Aplikasi silika meningkatkan kebugaran dan sistem pertahanan antioksidan tanaman serta meningkatkan hasil dan kandungan antioksidan pada tanaman pangan fungsional.

Silika perlu dimasukkan dalam satu paket pemupukan pada praktik budidaya tanaman. Perlu pemanfaatan sistem pertahanan antioksidan tanaman untuk kesehatan manusia, baik yang berupa ekstrak senyawa maupun enzim antioksidan.

Daftar Pustaka

- Ahmed, M., Hassen, F., Qadeer, U. and Aslam, M. A. 2011. Silicon application and drought tolerance mechanism of sorghum. *African Journal of Agricultural Research* 6 (3) : 594-607.
- Almeida, A.M.; Cardoso, L.A.; Santos, D.M.; Torne, J.M.; Fevreiro, P.S. 2007. Trehalose and its applications in plant biotechnology. *In Vitro Cell. Dev. Biol.-Plant*, 43, 167–177.
- Alvarez, J. and Datnoff, L. R. 2001. The economic potential of silicon for integrated management and sustainable rice production. *Crop Product*. 20: 43–48
- Amador, B.M., Yamada, S., Yamaguchi, T., Rueda-Puente, E., Ávila-Serrano, N., García-Hernández, J. L., López-Aguilar, R., Troyo-Diéguez, E., and Nieto-Garibay, A.. 2007. Influence of calcium silicate on growth, physiological parameters and mineral nutrition in two legume species under salt stress. *J. Agron. Crop Sci.* 193(6): 413–421.
- Anjum S. A., Xie, X. Y., Wang, L. C., Saleem, M. F., Chen M. and Lei, W. 2011. Morphological, physiological and biochemical responses of plants to drought stress. *African J. Agric. Research*, 6(9): 2026-2032.
- Arjenaki F. G., Jabbari R. and Morshed A. 2012. Evaluation of drought stress on relative water content, chlorophyll content and mineral elements of wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties. *Intl. J. Agric. Crop Sci.*, 4 (11): 726-729.
- Barbosa, M. A. M., da Silva M. H. L., Viana G. D. M., Ferreira T. R., Souza C. L. F. C., Silva E. M., Lobato G. and da Silva Lobato A. K. 2015. Beneficial repercussion of silicon (Si) application on photosynthetic pigments in maize plants. *Australia J. Crop Sci.*, 9 (11): 1113-1118.
- Blanvillain R., Wei S., Wei P.C. 2011. Stress tolerance to stress escape in plants: role of the OXS2 zinc-finger transcription factor family. *EMBO J.*, 30: 3812-3822.

- de-Melo S. P., Korndörfer G. H., Korndörfer C. M., Lana R. M. Q. and Santana D. G. 2003. Silicon accumulation and water deficit tolerance in Brachiaria grasses. *Scientia Agricola*, 60: 755–759.
- Emendack Y., Malinowski D., Burke J., Burow G. and Xin Z. 2014. Morpho-physiological characterization of cold and pre-flowering drought tolerance in grain sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) inbreds. *American J. Experimental Agric.*, 4(12): 1500-1516.
- Gharineh M. H. and A. Karmollachaab. 2013. Effect of Silicon on physiological characteristics wheat growth under water deficit stress induced by PEG. *Intl. J. Agron. and Plant Product.* 4 (7), 1543-1548
- Hamanishi, E. T., Thomas B. R., and Campbell M. M. 2012. Drought induces alterations in the stomatal development program in *Populus*. *J. Exp. Bot.* 63 (13): 4959–4971.
- Hattori, T., Sonobe K., Inanaga S., Ping An and Morita S. 2008. Effects of silicon on photosynthesis of young cucumber seedlings under osmotic stress. *J. Plant Nutrition*, 31: 1046–1058.
- Hattori, T., K. Sonobe S., Inanaga, P. An, Tsuji W., Araki H., Eneji A. E. and Morita S. 2015. Short term stomatal responses to light intensity changes and osmotic stress in sorghum seedlings raised with and without silicon. *Ecotoxicology and Environmental Safety.* 119: 186–197.
- Hattori, T., Inanaga S., & Araki H. 2005. Application of silicon enhanced drought tolerance in *Sorghum bicolor*. *Physiologia Plantarum*, vol. 123, (4): 459–466.
- Kamali, M., Ansar Z. and Firouz Abadi M. B. 2013. Effect of drought stress on agronomic traits of lines of rapeseed. *Intl. J. Agron. and Plant Product.*, Vol., 4 (7): 1419-1426
- Kristanto, B. A. 2016. Tanggapan Sorgum Manis (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) terhadap Cekaman Kekeringan dan Pemupukan Silika. Program Pasca Sarjan, Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. Disertasi.
- Kristanto, B. A. 2018. Pengaruh Cekaman kekeringan dan Aplikasi Silika Terhadap Perubahan Pertumbuhan, dan Sistem Pertahanan Antioksidan Non-enzimatis pada Padi (*Oryza sativa* L.). Prosiding Seminar Nasional, Fakultas Pertanian, UPN Jogjakarta.
- Kristanto, B. A., A. Darmawati, S. Budiyanoto dan Rosyidha. 2019. Aplikasi Silika Sebagai Upaya Memperkecil Resiko Gagal Panen Akibat Cekaman kekeringan. Seminar Nasional. BAPPEDA Provinsi Jawa Tengah, Wonosobo,
- Kristanto, B. A., Adriani Darmawati, S. Budiyanoto and R. Rosyida. 2020. Silicon-Mediated Accumulation of oil and antioxidant in Soybean. The Faculty of Animal and Agriculture Sciences (FAAS) International Conference, Semarang, Indonesian, Tuesday, October 20th 2020.
- Kristanto, B. A., D. Indradewa, A. Ma'as dan R. D. Sutrisno. 2015. Pengaruh pemupukan silika terhadap hasil biji dan ketahanan sorgum manis (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) pada keadaan cekaman kekeringan. Penguatan Ketahanan Pangan dalam Menghadapi Perubahan Iklim. Prosiding Seminar Nasional Perhimpunan Agronomi Indonesia – Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Kristanto, B. A., Indradewa, D., Ma'as, A. dan R. Djoko Sutrisno, R. D. 2016. Pengaruh perbedaan sumber silika dalam menginduksi ketahanan kekeringan dan peningkatan produksi biji sorgum manis (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) dalam kondisi cekaman kekeringan. Seminar Nasional: “Pemberagaman Pangan Lokal mendukung Kedaulatan Pangan Nasional”. Fakultas Pertanian Universitas Slamet Riyadi Surakarta, Sabtu, 5 Maret 2016.
- Laxa, M., Liebthal M., Telman W., Chibani K. and Dietz K. J. 2019. The role of the plant antioxidant system in drought tolerance. *Antioxidants*, 8, 94; doi:10.3390/antiox8040094
- Liang M, Xiao S, Cai J & Ow D. W. 2019. Oxidative stress 3 regulates drought-induced flowering through apetal. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, vol. 519 (3): 585-590
- Liang Y. C., Chen Q., Liu W. E., Zhang H. and Ding R. X. 2003. Exogenous silicon increases antioxidant enzyme activity and reduces lipid peroxidation in roots of salt-stressed barley (*Hordeum vulgare* L.). *J Plant Physiol.* 160:1157–1164.
- Ma, J.F. 2004. Role of silicon in enhancing the resistance of plants to biotic and abiotic stresses. *Soil Sci. Plant Nutr.* 50: 11-18.
- Morsy, A. S. M. and Mohamed N. E. M.. 2013. Using silicon to ameliorate the deleterious effects of drought on wheat (*Triticum aestivum* L.). *Stem Cell*, 4(2): 1-8.

- Namdeo A. G. 2007. Plant cell elicitation for production of secondary metabolites: A Review. *Pharmacognosy Reviews*, Vol 1, (1): 69-79. <http://www.phcogrev.com>
- Neto C. F. O., R. S. Okumura, I. J. M. Viégas, H. E. O. Conceição, L.E. F. Monfort, R. T. L. da Silva, J. A. M. Siqueira, L.C. de Souza, R. C. L. da Costa and D. C. Mariano. 2014. Effect of water stress on yield components of sorghum (*Sorghum bicolor*). *J. Food, Agric. and Environ.*, Vol. 12 (3&4): 223-228
- Riboni, M., Galbiati M., & Tonelli C. 2013. Gigantea enables drought escape response via abscisic acid-dependent activation of the florigens and suppressor of overexpression of constans1. *Plant Physiol.*, 162: 1706-1719.
- Rodrigues, F.A., McNally D. J., Datnoff L. E., Jones J. B., Labbé C., Benhamou N., Menzies J. G., and Bélanger R. R. 2004. Silicon enhances the accumulation of diterpenoid phytoalexins in rice: a potential mechanism for blast resistance. *Phytopathology*, 94:177–183.
- Salomone, F.; Godos, J.; Zelber-Sagi, S. 2016. Natural antioxidants for non-alcoholic fatty liver disease: Molecular targets and clinical perspectives. *Liver Int.*, 36, 5–20.
- Shwethakumari, U. and Prakash, N.B. 2018. Effect of foliar application of silicic acid on soybean yield and seed quality under field conditions. *J. Indian Society of Soil Sci.*, 66 (4):406-414.
- Takeo, K. 2016. Stress-induced flowering: the third category of flowering response *J. Exp. Bot.*, 67: 4925-4934.
- Xu, D. P., Ya Li, Xiao Meng, Tong Zhou, Yue Zhou, Jie Zheng, Jiao-Jiao Zhang and Hua-Bin Li. 2017. Natural Antioxidants in Foods and Medicinal Plants: Extraction, Assessment and Resources. *Int. J. Mol. Sci.*, 18, 96
- Zarei. B., A. Naderi, M. R. Jalal Kamali, S. Lack and A. Modhej. 2013. Determination of physiological traits related to terminal drought and heat stress tolerance in spring wheat genotypes. *Intl. J. Agric. and Crop Sci.*, 5, (21): 2511-2520
- Zhang, Y.J.; Gan, R.Y.; Li, S.; Zhou, Y.; Li, A.N.; Xu, D.P.; Li, H.B. 2015. Antioxidant phytochemicals for the prevention and treatment of chronic diseases. *Molecules*, 20: 21138–21156.
- Zhou, Y.; Zheng, J.; Li, Y.; Xu, D.P.; Li, S.; Chen, Y.M.; Li, H.B. 2016. Natural polyphenols for prevention and treatment of cancer. *Nutrients*, 8, 515.

Antagonistic Relationship of Water Hyacinth (*Eichhornia crassipes* SOLMS) As Aquatic Weeds and Its Role in Organic Agricultural Systems

Didik Wisnu Widjajanto

Laboratory of Ecology and Plant Production
Department of Agriculture, Faculty of Animal and Agricultural Sciences
Diponegoro University, Semarang, Central Java Province, Indonesia.
Email : dwwidjajanto@gmail.com

Introduction

Economic development especially agriculture in Indonesia may be classified into several eras such as the period after independence until around 1970s, after 1970s to 1998, then the reform era from 1999 to the present. During the period of agricultural development, Indonesia experienced ups and downs in terms of providing food.

Initially, agricultural development did not go as expected and as a result, Indonesia became one of the largest food importers in the world. At that time, the government experienced difficulties in meeting food needs. Therefore, after the 1970s the government took a special policy targeting self-sufficiency in food, especially rice. Around the 1980s, finally Indonesia achieved self-sufficiency of rice. However, rice self-sufficiency only lasted until the 1990s when rice production began to decline. This condition caused the government to start importing rice again. Entering the 1999 reform era, agricultural development seemed still unstable. This is indicated by an increase in the number and types of commodity imports of foodstuffs, it is not only rice but also several other commodities such as corn, soybeans, even fruits and vegetables.

After experiencing various food shortages during the independence period until the 1970s, finally in order to meet the food needs of the people the government decided to increase the production of food crops, especially rice. One of the methods used was the implementation of intensive agriculture with the application of superior seeds and the massive use of fertilizers, pesticides and other chemicals. The results of the agricultural development policy were very successful and raised the reputation of Indonesia, which was previously known as one of the largest rice importing countries to become rice self-sufficiency. However, behind the successful implementation of intensive agriculture, there is an impact on environmental quality and soil productivity that affects rice production.

The application of various chemical materials in the form of fertilizers, pesticides and other chemicals was suspected causes physical, chemical and biological damage to the soil and degrades the quality of the environment. These influenced the farmland productivity and crop production. Accordingly, at the end of the 20th century most of agricultural and environmental experts began to campaign "back to nature" through the development of organic agriculture (OA). Soon after that several developed countries such as the European Union, the United States, Canada, Japan, Australia, and New Zealand immediately moved towards OA. Some developing countries including Indonesia, on the other hand have not been interested in the slogan, so that the development of OA in Indonesia at that time was unlike the developed countries.

Entering the 21st century, the Indonesian government has started to campaign for the implementation of OA and one of these steps has been initiated through "Go Organic 2010", but the development of OA in Indonesia remains very slow, even though the Government has launched various policies in developing OA. This is may be due to fact that various constraints such as the unavailability of special markets for OA products, consumer interest and understanding of OA products. The certification process is also suspected of being an obstacle not only for the smallholders who are considered difficult but

also for farmer organizations and partnerships between farmers and entrepreneurs. However, the development of OA has begun to shift in the last two decades, farmers' interest in applying OA and agribusiness players have started to get excited after understanding the advantages of OA products over conventional agriculture.

The development of OA in Indonesia was then responded very well by the government by establishing various regulations on OA management. This is expected to have a positive impact on the development of OA. Due to the extraordinary efforts of both the government and agribusiness players, OA certified products are starting to appear. Accordingly, the government pays more attention to the development of OA to the agricultural community especially farmers in developing OA. Through the Ministry of Agriculture, the government has started another program called "Organic Farming Program for Thousand Villages in Indonesia". The success or failure of government programs in implementing OA in the future depends on all of us as Indonesian who should not only pursue food production in quantity but should also focus on agricultural sustainability with better production quality and the environment.

Organic agriculture is one of the agricultural activities that may be recommended to be applied in agricultural development considering its advantages compared to conventional agriculture. Organic agriculture may also be used as a strategy to achieve food availability, especially during the Covid-19 pandemic as OA activities do not require chemical input materials but only by utilizing organic materials such as organic fertilizers, biological fertilizers and green manures as supporting inputs for the crops production process. This is due to the fact that until now the Covid-19 pandemic has no signs of ending. No one may be able to predict precisely and accurately when it will end. Therefore, the Covid-19 pandemic may have an effect in determining economic development in several aspects including agriculture.

The Existence of Water Hyacinth

Morphologically, water hyacinth (*Eichhornia crassipes* SOLMS) (WH) consist of leaves, petioles, roots and flowers. Its flowers are purple in color and very beautiful when it blooms so that its appearance enchanting and awesome. Water hyacinth has stems with short nodes, diameters ranging from 1-2.5cm, 3cm long, stolon as growth and development materials have a diameter of 2-2.5cm and can reach approximately 40cm in length.

Water hyacinth is an aquatic crop that its habitats in the aquatic environments such as lakes, rivers, canals and other calm waters. Water hyacinth originates from Latin America to be precise from the tropical rainforest area of Brazil, but at present WH has spread and grown in both tropical and subtropical regions. Water hyacinth habitats are usually in aquatic environments that have high levels of pollution, therefore WH is known to contain high chemical components. This phenomenon is understood because WH is an accumulator plant of chemical components including heavy metals that pollute the aquatic environment.

Water hyacinth was brought to Indonesia in the mid-19th century and has become one of the collections of Bogor Botanical Gardens. Since then, WH has spread to various waters in the country and has caused enormous problems especially in the aquatic environment. It occurs as WH grows to float in calm waters so that it may moves in its habitat due to wind gusts. At present WH thrives in many lakes and rivers such as the Rawa Pening lake and the Tuntang river in Central Java Province, Limboto lake in Sulawesi, Toba lake in Sumatra and Sentani lake in Papua.

Water hyacinth not only exists and causes water problems in the tropics but also causes problems in waters around the world including in sub-tropical areas such as Japan. In Japan, the WH is categorized as one of more than 50 aquatic weeds that thrive in various waters. Water hyacinth was introduced to Japan as an ornamental plant in the 1890s, and now WH widespread in various waters in Japan and has become a major problem, especially in southern Japan. For example, some WH habitats can be found in two rivers namely Kimotsuki and Matsuda in Kagoshima Province, Japan. The water hyacinth in the Kagoshima region not only causes problems for rivers but also encroaches on agricultural irrigation channels, transportation channels and lakes. Initially, WH growth was only due to the opportunities it had, but later WH growth was influenced by the nutrition of the waters in the WH habitat and its development was largely determined by the level of pollutants in the WH habitat.

The growth of WH is very fast, causing problems in agriculture, environment and socio-economy. This happens naturally because WH is known as an aquatic plant and it has the ability to reproduce very quickly. The mean growth of WH of 1 to 2 shoots took only ± 8 days with the mean wet weight at 28 days reaching $\pm 179.2\text{g}$ or it was able to multiply within one week.

Behind WH as an aquatic weed, it turns out that if it is managed properly and wisely, WH has a very good potential to be utilized in supporting human activities such as a source of organic matter (OM) to be applied especially at organic agriculture (OA) activities. Considering that at the OA activities, WH has enormous potential as the main source of OM suppliers. Water hyacinth that has not been treated previously except withering contains several chemical components especially macro nutrients such as N, P and K which may be used for enrichment of soil nutrients. The WH that naturally air-dried under the sunlight contained 0.84% N, 1.32% P and 2.14% K, but the composted WH contained N and K higher and P lower than that of the Withered WH (1.35% N vs 0.84% N; 2.42% K vs 2.14% K; and 1.27% P vs 1.32% P).

Various types of organic fertilizers may be used to improve soil quality including compost, manure, humus, green manure (GM) and microbial fertilizers. Water hyacinth is an OM that may be used directly as GM or it should be composted before implemented in OA activities, considering that as a source of OM, WH may increase the availability of soil nutrients for plants. In rice cultivation ^{15}N -labeled WH, it was proven that WH was able to release nitrogen into the soil and be absorbed by rice plants.

The Antagonist Role of Water Hyacinth

Water Hyacinth is an aquatic weed that often causes environmental pollution, on the other hand WH is a source of OM in agricultural activities, especially OA. Water hyacinth has the ability to grow and develop very quickly so that WH often causes problems in aquatic habitats and various fields such as agriculture and the environment. Apart from being GM and compost, WH may also be used as mulch, biogas and feedstuffs. It is also known as a plant that has the potential to absorb heavy metals and pesticide residues so that it may be used as an alternative indicator of environmental pollution. However, its role as a heavy metal accumulator plant often raises debate whether WH is suitable for use in agricultural activities, considering that WH may contains high heavy metal pollutants and if it is applied in agricultural land which may endanger all living things surrounding. Therefore, wise and appropriate considerations must be taken into account before WH is applied on agricultural land in order to avoid more environmental problems.

The application of WH in vegetable cultivation has been shown to increase dry matter yield and the N content in several plants such as spinach, okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench) and green soybeans. Before being applied in agricultural activities especially OA, the WH quality may be improved through the composting process. Through composting it is proven to improve the quality of WH. Although WH has a weakness in the decomposition process considering that WH contains components that are slow to be decomposed such as cellulose, hemi-cellulose and lignin. Water hyacinth contains 6.0-8.7% lignin and 49.9-57.7% total cellulose. In another experiment it was reported that the WH contained 4.8% lignin and 33.2% hemicellulose. In addition, based on 100% dry matter, WH contained 1.1% fat, 11.95% crude protein, 37.10% crude fiber, 25.98% non-nitrogen extract material and 23.8% ash.

The annual productivity of WH in natural waters during the growing season is around 20 metric tons of dry weight (DW)/ha/year. Other studies reported that WH was able to increase biomass production by about 12%/day. Water hyacinth may produce large quantities of tillers with biomass varying between 20-30.5 kg of fresh weight (FW)/m². The total biomass as "plant stands" can be around 42 kg/m² or 420 tons of FW/ha with DW content normally ranging from 5 to 7% of the FW. This value is equivalent to about 2.5 kg of DW/m² or 25 tons of DW/ha. However, the WH's great potential has not been optimally utilized.

The use of WH should be considered as a pollution control both on agricultural soil and the environment. The use of WH in agricultural practice may be carried out by incorporating it on agricultural soil either directly as GM or indirectly as compost. The WH quality may be improved by composting process. It needs to be done before it is applied into agricultural land considering that using WH directly did not have a significant effect on the main crop. The addition of WH may boost the rate of mineralization

and enrich soil nutrient content. The substitution of WH with 100% of inorganic fertilizers did not show significant differences in the growth of elephant grass. In a recent study, using WH as mulch in the cultivation of *edamame* showed a significant effect on production including number of pods and seed weight compared to *edamame* cultivation with either mulch of rice straw or bagasse.

Proper procedure should be performed in WH applications on agricultural systems as follows, Firstly the WH is taken from its habitat, then the WH should immediately be cut into smaller pieces and these were air-dried under the sun drying process for about 5-7 days. Secondly, after the WH is dry with an average dry weight of 5%, WH may be directly applied to agricultural land by incorporating it into the soil and stirred until homogeneous condition is reached, and then it will be left for about 2 weeks before planting. Thirdly, the application of WH indirectly may be conducted after composting process. Several ways may be carried out at the composting process by adding a source of energy for microorganisms that will be used during the fermentation process. Once the composted process finished and converted WH into an organic fertilizer, it then should be applied to agricultural soils.

Related to the antagonistic role of the WH, some things should be done by the government include a functional approach by creating an environment where people may take advantage of WH in improving their economy. To support that approach, therefore, special education need to be provided in connection with the WH management so that WH is no longer a problem for the community, but it is able to support people's lives. Although many countries in the world intend to remove WH from the earth, in reality the budget that should be provided very large with the results is uncertain because the speed of WH destruction may not able to slow down WH growth. Another way that the government might take in order to manage WH wisely is to open small and medium enterprises closed to WH habitat. In addition, the government should also provide provisions for business players in various business fields such as agriculture, livestock, fisheries and industry. It is expected that the development of economic enterprises that closed to the WH habitat may avoid the possibility of conflict that may occur between local governments that have authority in WH management and communities who use WH to meet their needs.

Conclusion

On the basis of the discussion about the relationship between water hyacinth antagonists as aquatic weeds and their role in organic agriculture, it was concluded that the existence of WH should be maintained and managed wisely so that WH may be utilized optimally. Therefore, a common understanding should be established that economic development especially in the field of agriculture should be carried in order to achieve better lives for all and for our beloved nation.

References

- Gopal, B. 1987. Water hyacinth. (Aquatic Plant Studies 1). Elsevier, Amsterdam, pp. xii + 471. ISBN 0-444-42706-6.
- Honmura, T. and Miyauchi, N. 1999. The physicochemical characteristics of the water at the community habitats of water hyacinth (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms). J. Japan Soc. On Water Eov., 122 : 294-301.
- Joedodibroto, R. 1983. Prospek Pemanfaatan Eceng Gondok dalam Industri Pulp dan Kertas. Berita Selulosa, 19 (1). Balai Besar Selulosa, Bandung.
- Muramoto, S. and Oki, Y. 1983. Removal of some heavy metals from polluted water by water hyacinth (*Eichhornia crassipes*). Bull. Environ. Contam. Toxicol. 30, 170-177.
- Sanni, K.O. and Adesina, J.M., 2012. Response of water hyacinth manure on growth attributes and yield of Lagos Spinach (*Celosia argenta* L). J. Agric. Tech., 8 (3) : 1109-1118
- Soltan, M.E. and Rashed, M.N., 2003. Laboratory study on the survival of water hyacinth under several conditions of heavy metal concentrations. Advances in Env. Res., 7 : 321-334.
- Widjajanto, D.W. dan Sumarsono, 2005. Pertanian Organik. Penerbit UNDIP Semarang, ISBN : 979-704-342-8

- Widjajanto, D.W., Honmura, T., Miyauchi, N. 2003. Possible utilization of water hyacinth (*Eichhornia Crassipes* (Mart.) Solms), an aquatic weed, as green manure in vegetables cropping system. Jpn. J. Trop. Agric., 47 (1): 27-33
- Widjajanto, D.W., Honmura, T., Miyauchi, N. 2003. Nitrogen dynamics in komatsuna (*Brassica rapa* L) cultivation due to incorporation of water hyacinth residues into the system. Pak. J. Biol. Sci., 6 (1): 10-15
- Widjajanto, D.W., Honmura, T., Miyauchi, N. 2002. Nitrogen release from green manure of water hyacinth in rice cropping systems. Pak. J. Biol. Sci., 5 (7): 740-743

Aplikasi Pupuk Hayati untuk Mendukung Ketahanan Pangan Nasional

Eny Fuskhah

Laboratorium Ekologi dan Produksi Tanaman

Departemen Pertanian, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro.

E mail : eny_fuskhah@yahoo.com

Pendahuluan

Pangan merupakan kebutuhan dasar manusia yang harus tersedia setiap saat. Sebagai kebutuhan dasar, pangan mempunyai arti dan peran yang sangat penting bagi kehidupan suatu bangsa. Ketersediaan pangan yang kurang dibandingkan dengan kebutuhannya dapat membahayakan stabilitas ekonomi bahkan stabilitas Nasional. Berbagai gejolak sosial dan politik dapat juga terjadi jika ketahanan pangan terganggu. Masalah pangan di Indonesia masih merupakan masalah serius yang memerlukan perhatian khusus. Kurangnya suplai pangan yang mengharuskan pemerintah mengambil kebijakan untuk import pangan menimbulkan keprihatinan semua pihak. Indonesia sebagai negara agraris tidak seharusnya kekurangan pangan. Sumber daya alam yang melimpah menuntut kita untuk mampu memanfaatkan seoptimal mungkin guna mengatasi masalah pangan.

Pengertian ketahanan pangan, menurut UU No. 18/2012 tentang Pangan, disebutkan bahwa **Ketahanan Pangan** adalah *“kondisi terpenuhinya Pangan bagi negara sampai dengan perseorangan, yang tercermin dari tersedianya pangan yang cukup, baik jumlah maupun mutunya, aman, beragam, bergizi, merata, dan terjangkau serta tidak bertentangan dengan agama, keyakinan, dan budaya masyarakat, untuk dapat hidup sehat, aktif, dan produktif secara berkelanjutan”*. UU Pangan bukan hanya berbicara tentang ketahanan pangan, namun juga memperjelas dan memperkuat pencapaian ketahanan pangan dengan mewujudkan kedaulatan pangan (*food sovereignty*) dengan kemandirian pangan (*food resilience*) serta keamanan pangan (*food safety*). **Kedaulatan Pangan** adalah hak negara dan bangsa yang secara mandiri menentukan kebijakan Pangan yang menjamin hak atas Pangan bagi rakyat dan yang memberikan hak bagi masyarakat untuk menentukan sistem Pangan yang sesuai dengan potensi sumber daya lokal". **Kemandirian Pangan** adalah kemampuan negara dan bangsa dalam memproduksi Pangan yang beraneka ragam dari dalam negeri yang dapat menjamin pemenuhan kebutuhan pangan yang cukup sampai di tingkat perseorangan dengan memanfaatkan potensi sumber daya alam, manusia, sosial, ekonomi, dan kearifan lokal secara bermartabat". **Keamanan Pangan** adalah kondisi dan upaya yang diperlukan untuk mencegah Pangan dari kemungkinan cemaran biologis, kimia, dan benda lain yang dapat mengganggu, merugikan, dan membahayakan kesehatan manusia serta tidak bertentangan dengan agama, keyakinan, dan budaya masyarakat sehingga aman untuk dikonsumsi".

Pencapaian ketahanan pangan nasional sangat ditentukan oleh pembangunan bidang pertanian yang maju dan berkelanjutan (*sustainable*). Pembangunan pertanian yang maju dan berkelanjutan membutuhkan peran berbagai pihak dan mencakup berbagai sektor. Sektor pertanian merupakan pilar utama pembangunan perekonomian Indonesia. Keberhasilan peningkatan pembangunan pertanian memerlukan kerjasama berbagai pihak, baik itu pemerintah, akademisi, lembaga penelitian, swasta maupun petani itu sendiri. Adanya kerjasama yang baik tersebut, diharapkan dapat memecahkan masalah-masalah pertanian yang dihadapi sehingga pada akhirnya dapat meningkatkan ketahanan pangan nasional.

Masalah pertanian penting yang dihadapi, adalah masalah terkait dengan keberlanjutan produktivitas pertanian dan kelestarian lingkungan. Pengelolaan sistem produksi pertanian secara terpadu, intensif dan berkelanjutan melalui aplikasi pupuk hayati unggul dapat meningkatkan efisiensi pemupukan, penghematan biaya pupuk, peningkatan produktivitas hasil pertanian serta kelestarian lahan pertanian.

Pertanian Ramah Lingkungan

Perkembangan bidang bioteknologi telah mendukung peningkatan kesadaran masyarakat terhadap dampak negatif akibat penggunaan bahan-bahan kimia untuk pertanian, dan mendorong berkembangnya produk-produk yang lebih ramah lingkungan seperti pupuk hayati (*biofertilizer*). Penggunaan bahan kimia yang berlebih, baik pupuk maupun pestisida untuk meningkatkan produksi pertanian dapat merusak lingkungan. Penggunaan pupuk kimia yang berlebihan dapat menyebabkan polusi udara dan air tanah serta meningkatkan kandungan hara di perairan (*eutrofikasi*) (Youssef dan Eissa, 2014). Dampak lain adalah terjadinya pengerasan tanah, penurunan bahan organik, resistensi hama dan penyakit tertentu, dan dapat menghilangkan jenis predator dan parasitoid (Stoate *et al.*, 2001). Penggunaan pupuk kimia dalam jangka waktu yang lama juga dapat menyebabkan berkurangnya kemampuan tanah dalam menyimpan air, dan pH tanah menjadi asam sehingga dapat menurunkan produktivitas tanaman (Parman, 2007). Dengan demikian penggunaan pupuk kimia yang berlebih dalam jangka waktu yang lama dapat mengakibatkan degradasi lahan baik secara fisik, kimia maupun biologi.

Salah satu upaya untuk mengatasi permasalahan degradasi lahan pertanian adalah dengan penggunaan pupuk hayati yang ramah lingkungan agar tercipta pertanian ramah lingkungan. Kriteria pertanian ramah lingkungan adalah: 1) terpeliharanya keanekaragaman hayati dan keseimbangan ekologis biota pada permukaan dan lapisan olah tanah, 2) terpeliharanya kualitas sumberdaya alam pertanian dari segi fisik, hidrologis, kimiawi dan biologik mikrobial, 3) bebas cemaran residu kimia, limbah organik dan anorganik yang berbahaya atau mengganggu proses hidup tanaman, 4) terlestarikannya keanekaragaman genetik tanaman budidaya, 5) tidak terjadi akumulasi senyawa beracun dan logam berat yang membahayakan melebihi batas ambang aman, 6) terdapat keseimbangan ekologis antara hama/penyakit dengan musuh-musuh alami, 7) produktivitas lahan stabil dan berkelanjutan, dan 8) produksi hasil panen bermutu tinggi dan aman sebagai pangan atau pakan (Sumarno *et al.*, 2000). Sistem pertanian lestari ramah lingkungan dapat dicapai melalui penambahan bahan organik dengan jenis, dosis, dan penempatan yang sesuai; penggunaan lahan sesuai daya dukungnya; neraca hara seimbang; pengendalian hama-penyakit secara hayati; cemaran polutan pada produk (termasuk hasil samping) di bawah ambang batas; pelaku daur ekosistem tanah lengkap (produsen, konsumen, dan pengurai); dan tidak terjadi gangguan lingkungan (Subowo dan Purwani, 2013). Pupuk hayati memberi sumbangan penting dalam memperbaiki kesuburan tanah, menyehatkan tanah, memacu pertumbuhan tanaman, serta meningkatkan produksi tanaman. Penggunaan pupuk hayati yang tinggi pada tanah dan tanaman, aman bagi kesehatan manusia.

Pupuk Hayati (*Biofertilizer*)

Pupuk adalah bahan yang diberikan ke dalam tanah, baik organik maupun anorganik, untuk memperbaiki kondisi fisik, kimia dan biologi tanah dan untuk meningkatkan produksi tanaman. Pemupukan bertujuan menambah kandungan unsur hara yang dibutuhkan tanaman. Penurunan kandungan unsur hara tanah dapat disebabkan oleh pencucian tanah maupun akibat panen.

Pupuk hayati menurut Peraturan Menteri Pertanian Republik Indonesia nomor 28/PERMENTAN/SR.130/5/2009 TAHUN 2009 adalah produk biologi aktif terdiri dari mikroba yang dapat meningkatkan efisiensi pemupukan, kesuburan, dan kesehatan tanah. Formula pupuk hayati adalah komposisi mikroba/mikrofauna dan bahan pembawa penyusun pupuk hayati. Pupuk hayati didefinisikan sebagai zat yang mengandung mikroorganisme hidup dan bila diterapkan pada benih atau tanah, dapat berkolonisasi dengan rhizosfer atau bagian dalam tanaman dan mendorong pertumbuhan tanaman dengan meningkatkan pasokan atau ketersediaan nutrisi utama bagi tanaman inang (Vessey, 2003). Pupuk hayati memberi manfaat bagi pertumbuhan tanaman dan dapat meningkatkan hasil panen. Pupuk hayati berperan menjaga lingkungan tanah melalui fiksasi N pada tanah yang kaya jenis mikro dan makro-nutrisi, pelarutan P dan kalium atau mineralisasi, pelepasan zat pengatur tumbuh tanaman, serta produksi antibiotik dan biodegradasi bahan organik (Sinha *et al.*, 2014). Ketika pupuk hayati diaplikasikan pada benih atau tanah, mikroorganisme yang terkandung di dalamnya akan berkembang biak dan berperan aktif dalam pemberian nutrisi dan meningkatkan produktivitas tanaman (Singh *et al.*, 2011). Mikroba penting penyusun pupuk hayati diantaranya *Bacillus sp.*, *Pseudomonas sp.*, adalah bakteri pelarut fosfat, *Rhizobium sp.*, *Azotobacter*

sp., *Azospirillum sp.*, dan *Acetobacter sp.*, sebagai penambat nitrogen. *Celulomonas sp.*, *Lactobacillus sp.*, perombak bahan organik dan mikroba penghasil antibiotik maupun hormon pertumbuhan.

Pemberian pupuk hayati dapat membantu meningkatkan pertumbuhan tanaman karena pupuk hayati mengandung *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) hidup (Setiawati *et al.*, 2014). *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* merupakan bakteri pemacu atau perangsang pertumbuhan tanaman yang aktif mengkolonisasi di daerah perakaran tanaman. Bakteri yang terdapat pada PGPR mampu meningkatkan aktivitas mikroorganisme tanah dalam merombak bahan organik yang ada di dalam tanah menjadi unsur yang tersedia bagi tanaman (Husnihuda *et al.*, 2017). Mikroorganisme akan mengurai bahan organik menjadi senyawa yang sederhana sehingga dapat diserap oleh tanaman (Budiyanto *et al.*, 2018). Peran utama bakteri yang terkandung dalam PGPR bagi tanaman yaitu (1) sebagai *biofertilizer* dapat mempercepat penyerapan unsur hara sehingga memacu pertumbuhan tanaman, (2) sebagai biostimulan dapat meningkatkan produksi fitohormon, yaitu auksin untuk pemanjangan sel, giberelin untuk pembelahan sel, sitokinin untuk meningkatkan jumlah sel, etilen dan asam absisat, (3) sebagai bioprotektan dapat melindungi tanaman dari pathogen (Rosyida dan Nugroho, 2017). Peran PGPR secara langsung dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman melalui produksi fitohormon dan meningkatkan penyerapan hara, sedangkan peran PGPR secara tidak langsung yaitu menekan patogen (Tabriji *et al.*, 2016).

Pemanfaatan dan Efektifitas Pupuk Hayati pada Tanaman

Pupuk hayati berperan meningkatkan ketersediaan unsur hara tanaman dalam tanah karena mikroorganisme dalam pupuk hayati melakukan dekomposisi dan mineralisasi hara dari bahan organik tanah, pelarutan hara dari unsur anorganik yang komplek, dan memperbaiki sifat fisik tanah (James *et al.*, 2000). Pupuk hayati juga dapat meningkatkan mikroorganisme tanah yang bermanfaat, meningkatkan ketersediaan hara, memperbaiki agregat tanah, menghasilkan zat pemacu tumbuh dan tidak berbahaya bagi lingkungan (Syaputra *et al.*, 2011). Mikroorganisme yang umum digunakan sebagai bahan aktif pupuk hayati ialah mikroorganisme penambat N, pelarut P, dan mikroorganisme penghasil zat pengatur tumbuh (ZPT).

Salah satu mikroorganisme penambat N yang sering digunakan sebagai pupuk hayati adalah bakteri *Rhizobium*. Bakteri *Rhizobium* adalah bakteri aerob bentuk batang dengan ukuran 0,5 – 0,9 μm x 1,2 – 3,0 μm . Koloni bakteri ini berwarna putih dan memiliki pertumbuhan optimal pada temperatur 25 – 30°C (Handayanto dan Hairiah, 2007). Tanaman leguminosa mempunyai kemampuan bersimbiosis secara mutualistik dengan bakteri *Rhizobium sp* yang tumbuh di daerah perakarannya yang berarti kedua organisme memperoleh manfaat. Akar tanaman menyediakan hara dan karbohidrat untuk energi bakterinya dan bakteri menyediakan senyawa nitrogen yang ditambat (Handayanto dan Hairiah, 2007). Adanya bakteri ini menyebabkan terbentuknya nodul/bintil akar yang mampu memfiksasi nitrogen bebas dari udara sehingga dapat mensuplai kebutuhan tanaman akan unsur N. Hasil simbiosis ini diharapkan mampu meningkatkan produksi tanaman.

Beberapa penelitian terkait dengan pemanfaatan bakteri *Rhizobium* telah dilakukan pada pertanaman *Centrosema pubescens* Benth (Fuskhah *et al.*, 1997), pada *Caliandra callothyrsus* (Fuskhah *et al.*, 2003), pada *Calopogonium mucunoides*, *Leucaena leucocephala*, dan *Centrosema pubescens* Benth (Fuskhah *et al.*, 2007), yang menunjukkan bahwa dengan inokulasi bakteri *rhizobium* menunjukkan peningkatan pertumbuhan dan produksi leguminosa tersebut. Penelitian pada lamtoro yang diinokulasi dengan bakteri *rhizobium* yang dikombinasikan dengan gipsum pada lahan salin, menunjukkan terjadi peningkatan pertumbuhan dan produksi lamtoro akibat inokulasi bakteri *rhizobium* dan gipsum (Fuskhah, 2011). Penelitian pada kedelai varietas Grobogan juga telah dilakukan dengan pemberian hara air laut dan inokulasi bakteri *rhizobium* dengan pemberian mulsa eceng gondok 8 ton/ha yang menunjukkan peningkatan produksi, dan nilai nutrisi kedelai (Fuskhah dan Darmawati, 2019) seperti disajikan pada Tabel 1.

Inokulasi bakteri *rhizobium* cenderung meningkatkan produksi biji kedelai Grobogan dengan rata-rata peningkatan sebesar 19,19% dan mampu meningkatkan kadar protein kasarnya secara signifikan dibandingkan dengan tanpa inokulasi dengan rata-rata peningkatan kadar protein kasar sebesar 2,32%. Peningkatan kadar protein kasar biji kedelai pada perlakuan dengan inokulasi bakteri *rhizobium*

menunjukkan bahwa isolat bakteri rhizobium cukup efektif. Penambahan inokulum rhizobium sebanyak 20 ml/pot dengan jumlah sel rhizobium 2×10^9 /ml memenuhi standart.

Kemampuan untuk memfiksasi nitrogen dapat mengurangi biaya pembelian pupuk N buatan, sehingga aplikasi inokulasi Rhizobium pada tanaman leguminosa menjadi sangat penting untuk memacu fiksasi nitrogen. Untuk penerapan di tanah salin perlu kiranya dicari upaya-upaya mendapatkan isolat Rhizobium tahan salin yang dapat diaplikasikan pada tanaman leguminosa di daerah pantai yang salin yang di Indonesia mencapai ribuan hektar luas lahan salin. Penelitian pemanfaatan bakteri Rhizobium pada tanaman kacang tanah di lahan salin 6,4 ds/m dengan menggunakan isolat Rhizobium tahan salin dan mulsa jerami padi telah dilaporkan oleh Asyari *et al.* (2019) yang menunjukkan peningkatan pertumbuhan dan produksi kacang tanah yang diberikan inokulasi Rhizobium pada 7 hari setelah tanam dibandingkan tanpa inokulasi seperti tersaji pada Tabel 2.

Tabel 1. Rerata Produksi dan Kadar Protein Kasar Biji Kedelai Grobogan pada Berbagai Kombinasi Level Salinitas Air Laut dan Inokulasi Bakteri Rhizobium

Level Salinitas Air Laut	Inokulasi Rhizobium		
	R1 (tanpa)	R2 (dengan Inokulasi)	% Peningkatan
Produksi Biji	------(kg/ha)-----		
L0 (tanpa air laut)	1900,00	2599,38	36,81
L1 (EC 1 mmhos/cm)	2381,88	2371,25	- 0,45
L2 (EC 2 mmhos/cm)	2791,25	3191,25	14,33
L3 (EC 3 mmhos/cm)	2043,75	2705,00	32,35
Rerata	2279,22	2716,72	19,19
Kadar Protein Biji	----- (%) -----		
L0 (tanpa air laut)	41,80	41,99	0,45
L1 (EC 1 mmhos/cm)	42,01	42,69	1,62
L2 (EC 2 mmhos/cm)	41,32	42,54	2,95
L3 (EC 3 mmhos/cm)	40,56	42,32	4,34
Rerata	41,42 ^b	42,38 ^a	2,32

Sumber : Fuskhah dan Darmawati (2019)

Tabel 2. Rerata Tinggi Tanaman, Jumlah Daun, Jumlah Polong, Bobot Polong, dan Bobot 100 biji Kacang Tanah (*Arachis hypogaea* L. var. Takar) yang Ditanam dengan Menggunakan Mulsa Jerami Padi dan Inokulasi Bakteri *Rhizobium sp.* pada 7 Hari Setelah Tanam (HST)

Parameter	Tanpa inokulasi	Inokulasi Rhizobium 7 HST	% Peningkatan
Tinggi tanaman (cm)	57,1	69,4	21,5
Jumlah daun (helai trifoliat)	132,9	182,3	37,2
Jumlah polong (polong)	365,7	437,3	19,6
Bobot polong (g/petak)	692,3	789,7	14,1
Bobot 100 biji (g)	31,4	34,6	10,2

Sumber : Asyari *et al.*, (2019)

Tabel 2 menunjukkan bahwa inokulasi bakteri Rhizobium tahan salin mampu meningkatkan pertumbuhan kacang tanah yang ditanam pada lahan salin. Peningkatan pertumbuhan dapat dilihat dari meningkatnya tinggi tanaman kacang tanah sebanyak 21,5% dan jumlah daun sebesar 37,2%. Produksi kacang tanah juga meningkat dengan jumlah polong meningkat 19,6%, bobot polong 14,1% dan bobot 100

biji sebesar 10,2%. Bakteri Rhizobium yang diisolasi dari tanah salin cenderung tahan terhadap kondisi salin, dan juga dapat ditingkatkan ketahanannya pada kondisi salin melebihi tingkat salinitas tanah asal isolat dengan menumbuhkan isolat pada media yang ditingkatkan tingkat salintasnya secara bertahap (Fuskhah *et al.*, 2019).

Inokulasi tanah oleh Rhizobium dapat dilakukan dengan berbagai macam cara. Salah satu cara yang paling primitif adalah mencampurkan tanah dari lahan bekas tanaman leguminosa yang sama, namun cara yang lebih baik digunakan adalah memperbanyak bakteri di dalam medium cair atau agar miring lalu disuspensikan dan dipakai menyelimuti biji-biji yang akan ditanam. Biji yang telah dilumuri inokulum hendaknya jangan terkena matahari langsung atau temperatur tinggi, harus segera ditanam dan ditutupi. Rhizobium mampu memfiksasi N sekitar 3 – 5 minggu setelah infeksi. Inokulum rhizobium dengan berbagai media pembawa bentuk serbuk sudah ada di pasaran. Bentuk inokulum seperti ini sangat mudah pengaplikasiannya sampai tingkat petani. Petani hanya perlu mencampurkan inokulum jadi dengan benih sesaat sebelum ditanam. Banyak penelitian membuktikan bahwa penggunaan inokulum jadi ini, mampu meningkatkan produksi tanaman leguminosa, namun penggunaan di masyarakat belum meluas sehingga perlu sosialisasi yang lebih intensif. Ilustrasi 1 adalah inokulum Rhizobium tahan salin hasil penelitian Fuskhah *et al.*, (2019).



Ilustrasi 1. Rhizotek, inokulum rhizobium tahan salin (Fuskhah *et al.*, 2019)

Mikroorganisme lain yang sering digunakan sebagai pupuk hayati untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas produk pertanian adalah cendawan mikoriza arbuskular (CMA). Berbeda dengan bakteri Rhizobium yang hanya dapat berasosiasi dengan tanaman kacang-kacangan (leguminosa), cendawan mikoriza dapat berasosiasi dengan *gramineae*, *leguminoseae*, maupun tanaman keras lainnya. Simbiosis CMA dengan tanaman inang merupakan simbiosis mutualisme. Inokulasi CMA saat awal tanam dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman pada fase bibit (*seedling*) (Basak *et al.*, 2011). Cendawan mikoriza arbuskular memperoleh karbohidrat dan growth factor dari tumbuhan, dan CMA membantu penyerapan hara terutama P dari tanah. Peran lain CMA yaitu meningkatkan ketahanan tanaman terhadap cekaman biotik dan abiotik (Sreevani dan Reddy, 2004). Penggunaan cendawan mikoriza arbuskular (CMA) yang bersimbiosis dengan tanaman dapat meningkatkan serapan P karena CMA memiliki hifa dan enzim fosfatase yang mengkatalis hidrolisis ikatan fosfat dari semula tidak tersedia menjadi tersedia untuk tanaman (Hadianur *et al.*, 2016; Jamilah *et al.*; 2016; Permatasari dan Nurhidayati, 2014; Rengganis *et al.*, 2014). Rokhminarsi *et al.* (2007) menyatakan bahwa pemberian pupuk hayati mikoriza berpengaruh pada jumlah buah per tanaman. Gunadi dan Subhan (2007) menyatakan bahwa inokulasi cendawan mikoriza mampu meningkatkan jumlah bunga per tanaman, tinggi tanaman, berat kering dan ketersediaan unsur P pada tanah dibandingkan tanpa inokulasi mikoriza. Simbiosis akan terjadi dengan baik jika cendawan mikoriza dan akar tanaman inang sesuai (Cahyani *et al.*, 2020). Penelitian Cahyani *et al.* (2020) membandingkan berbagai spesies mikoriza pengaruhnya pada jumlah dan bobot buah tomat ceri, seperti tersaji pada Tabel 3.

Tabel 3. Rata-rata Jumlah dan Bobot Buah Tomat Ceri pada Berbagai Inokulasi Spesies CMA

Inokulasi CMA	Jumlah buah (buah/tanaman)	Bobot buah (g/tanaman)
Tanpa inokulasi	3,33	15,92
<i>Glomus etunicatum</i>	7,00	44,27
<i>Glomus fasciculatum</i>	4,00	16,14
inokulasi ganda <i>G. etunicatum</i> dan <i>G. fasciculatum</i>)	4,33	19,61

Sumber : Cahyani *et al.* (2020)

Penelitian Cahyani *et al.* (2020) menunjukkan bahwa tomat ceri lebih sesuai berasosiasi dengan *Glomus etunicatum* dibandingkan dengan *Glomus fasciculatum* ataupun gabungan antara *Glomus etunicatum* dengan *Glomus fasciculatum*. Penelitian Ortas (2010) menyatakan bahwa *G. etunicatum* mampu meningkatkan produktivitas tanaman dibanding dengan *G. mosseae*. Jika tanpa inokulasi CMA, rata-rata jumlah maupun bobot buah tomat ceri lebih rendah dibanding dengan inokulasi. Nzanza (2011) menyatakan bahwa tomat merupakan tanaman yang sangat bergantung pada simbiosis dengan CMA. *Glomus etunicatum* yang bersimbiosis dengan perakaran mampu meningkatkan produksi dan serapan P serta Zn (Pereira *et al.*, 2015). Serapan hara yang cukup dapat membantu perkembangan buah, sehingga jumlah maupun bobot buah bertambah.

Permasalahan Penggunaan Pupuk Hayati pada Tanaman

Berbagai penelitian maupun praktek penggunaan pupuk hayati telah banyak dilakukan dan menunjukkan hasil yang positif, namun berbagai kendala juga dihadapi. Salah satu kendala yang dihadapi dalam penggunaan pupuk hayati adalah peningkatan hasil tanaman tidak segera terlihat, yang seringkali membuat petani tidak sabar menunggu hasilnya dan menganggap agen hayati tidak manjur yang pada akhirnya petani kembali pada pupuk kimia. Selain itu, viabilitas atau daya hidup mikroorganisme seringkali sangat rendah, populasi mikroorganisme rendah karena cenderung mudah mati terutama pada pupuk hayati cair, tingkat kontaminasi juga sangat tinggi, seringkali menghasilkan gas sehingga kemasan rusak dan bau tidak sedap pada pupuk hayati cair. Pupuk hayati juga tidak tahan disimpan lama, biasanya kurang dari setahun, serta masalah dalam transportasi dan penyimpanan. Cara yang dapat ditempuh untuk memperpanjang umur mikroorganisme dalam pupuk hayati yaitu dengan menggunakan media pembawa yang sesuai, mengemasnya dengan baik, dan menyimpannya pada suhu dan kondisi yang sesuai dengan mikroorganismenya.

Pengaturan suhu juga diperlukan pada proses pengeringan media pembawa bentuk granul yang sudah diinokulasi dengan mikroorganisme karena mempengaruhi kemampuan hidup mikroorganisme tersebut. Mikroorganisme yang digunakan dalam pupuk hayati sangat rentan terhadap suhu ekstrim. Kunci keberhasilan pemanfaatan mikroorganisme penyubur tanah adalah inokulasi isolat unggul, dengan pemberian bahan organik ke dalam tanah seperti pupuk kandang maupun sisa jaringan tanaman. Keberadaan bahan organik di dalam tanah selain memperbaiki sifat kimia tanah seperti meningkatkan ketersediaan hara makro maupun mikro, juga sebagai sumber energi bagi mikroorganisme penyubur tanah. Pemberian inokulum mikroorganisme penyubur tanah dan bahan organik tidak hanya diarahkan untuk mengganti atau mengurangi penggunaan pupuk kimia, namun juga sebagai upaya untuk menjaga kelestarian lingkungan. Agar pemanfaatan pupuk hayati berdampak pada peningkatan pendapatan petani, maka teknologi pupuk hayati yang dimanfaatkan harus sudah teruji dan efisien. Penyuluhan sangat diperlukan agar pemanfaatan pupuk hayati lebih meluas ke masyarakat dan berdampak pada peningkatan hasil dan efisiensi pemupukan.

Kesimpulan

Keberadaan pupuk hayati apabila dikelola dengan baik sangat berkontribusi pada kesuburan tanah dan tanaman, yang pada akhirnya dapat mendongkrak produksi pertanian yang sehat dan ramah lingkungan. Peningkatan produksi pertanian yang signifikan sangat mendukung upaya kita bersama dalam mewujudkan ketahanan pangan nasional. Beberapa kelemahan pupuk hayati yang perlu diperhatikan adalah keterbatasan masa simpan, karena daya hidup mikroorganisme yang terbatas, dan cara aplikasi yang tepat untuk keberlangsungan hidup mikroorganisme dalam tanah. Sosialisasi yang intensif kepada masyarakat tentang pemanfaatan pupuk hayati yang aman dan ramah lingkungan sangat diperlukan demi membangun pertanian yang aman dan lestari.

Daftar Pustaka

- Asyari, H. F., E. Fuskhah, & E. D. Purbajanti. 2019. Produksi kacang tanah (*Arachis hypogaea* L. Var. Takar) pada perbedaan waktu inokulasi *Rhizobium* sp. dan pemberian berbagai mulsa organik di lahan salin. *J. Agro Complex* 3(3), 174-183. DOI: <https://doi.org/10.14710/joac.3.3.174-183>
- Basak, H., K. Demir, R. Kasim & F.Y. Okay. 2011. The effect of endomycorrhiza (VAM) treatment on growth of tomato seedling grown under saline conditions. *African Journal of Agricultural Research*. 6(14), 3326-3332.
- Budiyanto, A., I. Yuarsah, & E. P. Handayani. 2018. Peningkatan kualitas lahan menggunakan pupuk organik untuk pertanian berkelanjutan. *J. Wacana Pertanian*, 14(2), 62-68.
- Cahyani, A. D., D. R. Lukiwati, & E. Fuskhah. 2020. The Inoculation Effect Of Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF) and Phosphate Fertilization to Increase Cherry Tomato Production. *Journal Tropical Crop Science and Technology*. 2(1), 1-12. e-ISSN: 2656-4742.
- Fuskhah, E, E.D. Purbayanti, F. Kusmiyati, & R.T. Mulatsih. 1997. Efek inokulasi *Rhizobium* Sp dan pemberian fosfor terhadap derajat katalisis enzim nitrogenase nodul akar *Centrosema pubescens* Benth. *Majalah Penelitian*. Lembaga Penelitian Universitas Diponegoro. IX(34),19-25
- Fuskhah, E, Karno, & F. Kusmiyati. 2003. Efek salinitas dan pemberian fosfor terhadap aktivitas enzim nitrogenase nodul akar *Calliandra calothyrsus*. *Jurnal Pengembangan Peternakan Tropis Special Edition*, Oktober 2003. ISSN 0410-6320.
- Fuskhah, E, S. Anwar, E.D. Purbajanti, R.D. Soetrisno, S.P.S. Budhi, & A. Maas. 2007. Eksplorasi dan seleksi ketahanan *Rhizobium* terhadap salinitas dan kemampuan berasosiasi dengan leguminosa pakan. *Jurnal Pengembangan Peternakan Tropis*. 32(3), 179-185.
- Fuskhah, E., 2011. Pemanfaatan Bakteri *Rhizobium* Tahan Salin dan Kalsium untuk Pengembangan Tanaman Leguminosa Pakan di Lahan Pantai Utara Jawa Tengah. Disertasi Doktor. Program Pascasarjana Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.
- Fuskhah, E, & A. Darmawati. 2019. Inoculation of rhizobium bacteria and nutrient of seawater to increase soybean production and quality as food. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 292 (2019) 012058 IOP Publishing doi:10.1088/1755-1315/292/1/012058.
- Fuskhah, E, E. D. Purbajanti & S. Anwar. 2019. Test of the resistance of rhizobium bacteria to salinity for the development of food legume plants in coastal areas. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 250 (2019) 012044 IOP Publishing doi:10.1088/1755-1315/250/1/012044.
- Gunadi, N. & Subhan. 2007. Respons tanaman tomat terhadap penggunaan jamur mikoriza di lahan marginal. *Jurnal Hortikultura*, 17 (2),138 – 149.
- Hadianur, H., S. Syafruddin & E. Kesumawati. 2016. Pengaruh jenis fungi mikoriza arbuscular terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill). *Jurnal Agrista*, 20 (3), 126 – 134.
- Handayanto, E. & K. Hairiah. 2007. *Biologi Tanah Landasan Pengelolaan Tanah Sehat*. Pustaka Adipura. Yogyakarta.
- Husnihuda, M. I., R. Sarwitri, & Y. E. Susilowati. 2017). Respon pertumbuhan dan hasil kubis bunga (*Brassica oleracea* var. *botrytis*, L.) pada pemberian pgpr akar bambu dan komposisi media tanam. *J. Ilmu Pertanian Tropika dan Subtropika*, 2(1),13-16.

- James E.K., P. Gyaneshwar, N. Mathan, W.L. Barraquio, & J.K. Ladha. 2000. Endophytic diazotroph associated with rice. In: Ladha J.K., Reddy P.M, editors. The quest for nitrogen fixation in rice. Makati City, Philippines: International Rice Research Institute; (IRRI). p 119-140.
- Jamilah, M., Purnomowati & U. Dwiputranto. 2016. Pertumbuhan cabai merah (*Capsicum annum* L.) pada tanah masam yang diinokulasi mikoriza vesikular arbuskular (MVA) campuran dan pupuk fosfat. *Jurnal Biosfera*, 33 (1), 37 – 45.
- Nzanza, B., D. Marais & P. Soundy. 2011. Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) seedling growth and development as influenced by *Trichoderma harzianum* and *arbuscular mycorrhizal* fungi. *African Journal of Microbiology Research*, 5 (4), 425 – 431.
- Ortas, I., 2010. Effect of mycorrhiza application on plant growth and nutrient uptake in cucumber production under field conditions. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 8 (1), 116 – 122.
- Parman., 2007. Pengaruh pemberian pupuk organik cair terhadap pertumbuhan dan produksi kentang (*Solanum tuberosum* L.). *Bul. Agro. Fis.* XV (2), 1-2.
- Pereira, J. A. P., I. J. C. Vieira, M. S. M. Freitas, C. L. Prins, M. A. Martins & R. Rodrigues. 2015. Effects of arbuscular mycorrhizal fungi on *Capsicum spp.* *Journal of Agricultural Science*, 154, 828 – 849.
- Permatasari A. D. & T. Nurhidayati. 2014. Pengaruh inokulasi bakteri penambat nitrogen, bakteri pelarut fosfat dan mikoriza asal Desa Condro, Lumajang, Jawa Timur terhadap pertumbuhan cabai rawit. *Jurnal Sains dan Seni POMITS*, 3 (2), 44 – 48.
- Rengganis, R. D., Y. Hasanah, & N. Rahmawati. 2014. Peran fungi mikoriza arbuskula dan pupuk rock fosfat terhadap pertumbuhan dan produksi kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill). *Jurnal Online Agroekoteknologi*, 2 (3), 1087 – 1093.
- Rokhminarsi, E., H. Hartati, & S. Suwandi, S., 2007. Pertumbuhan dan hasil tomat ceri pada pemberian pupuk hayati mikoriza, azolla serta pengurangan pupuk N dan P. *J. Penelitian dan Informasi Pertanian*, 11 (2), 92 – 102.
- Rosyida & A. S. Nugroho., 2017. Pengaruh dosis pupuk majemuk npk dan *plant growth promoting rhizobacteria* (pgpr) terhadap bobot basah dan kadar klorofil daun tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.). *Bioma*, 6(2), 42-56.
- Setiawati, M.R., Suryatmana, P., Hindersah, R., Fitriatin, B.N. & Herdiyantoro, D., 2014. Karakterisasi isolat bakteri pelarut fosfat untuk meningkatkan ketersediaan P pada media kultur cair tanaman jagung (*Zea mays* L.). *Bionatura - Jurnal Ilmu-Ilmu Hayati dan Fisik*, 16(1), 30–34.
- Singh, J.S, V.C. Pandey, & D.P. Singh., 2011. Efficient soil microorganisms: a new dimension for sustainable agriculture and environmental development. *Agric Ecosyst Environ* 140, 339–353.
- Sinha, R.K., D. Valani, K. Chauhan, & S. Agarwal. 2014. Embarking on a second green revolution for sustainable agriculture by vermiculture biotechnology using earthworms: reviving the dreams of Sir Charles Darwin. *Int J Agric Health Saf.* 1, 50–64.
- Sreevani, A. & B. N. Reddy. 2004. Arbuscular mycorrhizal fungi associated with tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) as influenced by soil physicochemical properties. *Philippine Journal of Science*. 133(2), 115-129.
- Stoate C, N.D Boatman, R.J Borralho, C.R Carvalho, G.R de Snoo, & P. Eden. 2001. Ecological impacts of arable intensification in Europe. *J Environ Manage*, 63 (4), 337-65.
- Subowo, G. & J. Purwani. 2013. Pemberdayaan sumber daya hayati tanah mendukung pengembangan pertanian ramah lingkungan. *J. Litbang Pert.* 32(4), 173-179.
- Sumarno, A. Hasanuddin, & Suyamto. 2000. Sistem produksi tanaman pangan, padi berciri ekologis dan berkelanjutan. *Simposium Tanaman Pangan V. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Bogor, 28-29 Agustus 2007*
- Syaputra, R., P.D. Riajaya & B. Hariyono. 2011. Pengujian efek pupuk hayati terhadap pertumbuhan dan produksi tiga provenan jarak pagar (*Jatropha curcas* L.). *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Perkebunan*. p 86-92
- Tabriji, S. M. Sholihah, & D. Meidiantie. 2016. Pengaruh konsentrasi pgpr (*plant growth promoting rhizobakterium*) terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman selada (*Lactuca sativa* L.). *J. Ilmiah Respati Pertanian*, 8(1), 595-599.

- Vessey, J. K., 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. *Plant Soil* 255, 571-586.
- Youssef, M.M.A., & M.F.M Eissa. 2014. Biofertilizers and their role in management of plant parasitic nematodes. A review. *E3 J Biotechnol. Pharm Res.* 13, 1–6.

Aplikasi Bioteknologi Pangan untuk Program Ketahanan Pangan

Ahmad Ni'matullah Al-Baarri

Laboratorium Kimia dan Gizi Pangan, Departemen Pertanian, Fakultas Peternakan dan Pertanian,
Universitas Diponegoro.

Email : omalbari@gmail.com

Pendahuluan

Dunia bioteknologi nampaknya akan selalu memasuki ranah kehidupan pangan dan lingkungan manusia dan mulai tahun 2000, program pengembangan bioteknologi memasuki dunia industri dengan banyaknya paten industri yang telah ditemukan dalam waktu 10 tahun setelah memasuki era milenial dengan tercatat lebih dari 360 paten industri yang telah berhasil dikomersialisasikan (Ardila *et al.*, 2020) yang merupakan indikator keberhasilan ilmu bioteknologi untuk dapat diterapkan guna memenuhi kebutuhan umat manusia (Calabrese *et al.*, 2000).

Di bidang pangan, ilmu bioteknologi menjadi kunci untuk menolong produktivitas tanaman pangan mulai dari upaya pemanfaatan tanaman non pangan menjadi tanaman pangan atau membantu menghasilkan produk pangan (Silva *et al.*, 2020), hingga pada upaya perbanyak tanaman serta pengadaan tanaman fungsional yang dapat memecahkan problema kesehatan manusia (Changxing *et al.*, 2020) yang pada akhirnya adalah menunjang program ketahanan pangan nasional. Berikut ini adalah penjelasan mengenai dua aspek perkembangan bioteknologi dalam bidang produksi tanaman dan pengadaan tanaman pangan fungsional.

Bioteknologi Tanaman Produksi Pangan

Rekayasa genetika pada tanaman dapat diartikan sebagai upaya manipulasi tanaman, struktur, atau komposisi dengan memodifikasi urutan DNA spesifik (Halford and Shewry, 2000), yang dapat berasal dari spesies yang sama atau bahkan berbagai macam species tanaman. Hal ini dapat dilakukan dengan tujuan mengubah tingkat atau pola ekspresi gen endogen tertentu untuk selanjutnya diubah ketika akan diaktifkan atau dimatikan (Vazquez-Vilar *et al.*, 2018).

Pendekatan yang digunakan untuk menghasilkan tanaman transgenik ini, adalah sangat berguna untuk (1) memanipulasi jalur metabolisme tanaman endogen dalam rangka menghasilkan produk penting yang diinginkan, dan (2) menghasilkan generasi tanaman transgenik yang dapat bertindak sebagai bioreaktor hidup (Arya *et al.*, 2020) atau *biofactories* (Dehghani *et al.*, 2020).

Peningkatan Kualitas Gizi Tanaman dan Fungsionalnya

Manusia memerlukan makronutrien dan mikronutrien dalam rangka untuk menjaga kesehatan tubuhnya agar tetap optimal. Makronutrien karbohidrat, lipid, dan protein membentuk suatu bahan makanan dan digunakan terutama sebagai sumber energi (Verma *et al.*, 2020). Memodifikasi komposisi nutrisi makanan dinilai merupakan upaya yang sangat penting untuk memenuhi kebutuhan dasar nutrisi manusia terutama untuk manusia yang hidup didaerah kurang gizi (Plessz *et al.*, 2019).

Sebagian besar orang yang hidup di negara berkembang, makanan pokoknya dinilai masih rendah kualitas nutrisinya sehingga tidak mencukupi kebutuhan makronutrisi dan mikronutrisi (Choudhury *et al.*, 2019). Biji-bijian dan umbi-umbian adalah jenis tanaman yang lazim diupayakan untuk memenuhi konsumsi manusia sebagai makanan pokok, pakan, ataupun bahan baku industri (Clarke *et al.*, 2018). Kenyataan ini adalah wajar karena dua jenis tanaman ini mempunyai kandungan nutrisi yang cukup, seperti pati, protein, dan lipid (Gulati *et al.*, 2020). Beberapa penelitian terakhir dilakukan dengan melakukan eksplorasi dengan cara memanipulasi struktur, gizi dan komposisi, serta sifat fungsionalnya guna meningkatkan kualitas makanan dan juga untuk memproduksi jenis makanan baru.

Oleh karena protein hewani di negara berkembang dinilai mahal, maka orang-orang yang hidup di negara berkembang, sangat bergantung pada protein dari biji-bijian untuk memenuhi sebagian kebutuhan protein mereka. Protein hewani seperti kasein dan albumin telur, mengandung lebih banyak gizi dan mempunyai komposisi lebih seimbang dalam hal asam amino esensialnya, daripada protein nabati yang pada umumnya memiliki kekurangan dalam beberapa asam amino (Ozel *et al.*, 2020).

Metabolisme manusia dinilai tidak mampu mensintesis asam amino esensial, sehingga guna memenuhi kebutuhan asam amino ini, harus ada pasokan dari makanan, diantaranya dari protein nabati. Protein biji-bijian dapat diklasifikasikan ke dalam empat kelompok berdasarkan kelarutannya dalam air (albumin), garam lemah (globulins), alkohol/air (prolamins), dan asam atau basa lemah (glutelins) (Rodriguez-Nogales *et al.*, 2010). Protein albumin dan globulin diklasifikasikan menurut koefisien sedimentasinya yaitu 7-8S dan 11-12S, atau masing-masing juga dikenal sebagai vicilins dan legumins (Tai *et al.*, 2001). Biji-bijian membentuk sumber utama protein makanan bagi manusia dan ternak. Globulin dari kacang-kacangan mempunyai kandungan asam amino pembawa sulfur seperti sistein dan metionin dalam jumlah yang tidak banyak, contohnya adalah kedelai. Biji-bijian yang tergolong prolamin, biasanya kekurangan lisin dan triptofan, seperti pada jagung dan beras (Elakhdar *et al.*, 2019). Akibatnya, diet yang hanya berdasarkan sereal tunggal atau kacang-kacangan tunggal akan kekurangan asam amino (Pastor-Cavada *et al.*, 2014, Otieno *et al.*, 2020).

Kualitas Gizi

Banyak upaya peningkatan gizi tanaman pangan melalui rekayasa asam amino untuk meningkatkan jumlah atau menyeimbangkan komposisi asam amino esensial dalam biji-bijian sehingga dapat memberi manfaat yang lebih baik untuk manusia dalam rangka memenuhi kebutuhan asam amino. Contoh aplikasi industri yang sederhana adalah dengan menambahkan lisin ke biji jagung agar mempunyai asam amino yang lebih lengkap (Mehta *et al.*, 2020) yang dinilai merupakan cara yang baik dan murah untuk menggantikan suplemen lisin yang berharga mahal. Lisin merupakan asam amino esensial, dan kadarnya pada tanaman diatur oleh laju sintesis dan katabolisme yang merupakan anggota dari golongan asam amino aspartat dan diproduksi dalam bakteri yang juga memproduksi treonin, metionin, dan isoleusin (Stekhanova *et al.*, 2017).

Kesimpulan

Pengembangan bioteknologi nampaknya sudah menjadi tuntutan, baik itu dalam bidang pemenuhan produksi, namun juga dalam rangka upaya pemenuhan kualitas gizi yang berdampak pada kualitas kesehatan manusia. Oleh karena itu perkembangan bioteknologi menjadi semakin penting karena telah membantu manusia untuk memecahkan beberapa persoalan yang dihadapinya.

Daftar Pustaka

- Ardila, H. E. M., L. C. G. Flórez, and J. F. G. Castro. 2020. Dataset on technological alliances by using joint patents in the biotechnology industry. Data in Brief 32:106124.
- Arya, S. S., J. E. Rookes, D. M. Cahill, and S. K. Lenka. 2020. Next-generation metabolic engineering approaches towards development of plant cell suspension cultures as specialized metabolite producing biofactories. *Biotechnology Advances* 45:107635.
- Calabrese, T., J. A. C. Baum, and B. S. Silverman. 2000. Canadian Biotechnology Start-Ups, 1991–1997: The Role of Incumbents' Patents and Strategic Alliances in Controlling Competition. *Social Science Research* 29(4):503-534.
- Changxing, L., S. Galani, F.-u. Hassan, Z. Rashid, M. Naveed, D. Fang, A. Ashraf, W. Qi, A. Arif, M. Saeed, A. A. Chishti, and L. Jianhua. 2020. Biotechnological approaches to the production of plant-derived promising anticancer agents: An update and overview. *Biomedicine & Pharmacotherapy* 132:110918.
- Choudhury, S., D. D. Headey, and W. A. Masters. 2019. First foods: Diet quality among infants aged 6–23 months in 42 countries. *Food Policy* 88:101762.

- Clarke, L. C., S. K. Duffy, G. Rajauria, and J. V. O'Doherty. 2018. Growth performance, nutrient digestibility and carcass characteristics of finisher pigs offered either a by-product or cereal based diet at two different concentrations of net energy. *Animal Feed Science and Technology* 242:77-85.
- Dehghani, J., K. Adibkia, A. Movafeghi, H. Maleki-Kakelar, N. Saeedi, and Y. Omid. 2020. Towards a new avenue for producing therapeutic proteins: Microalgae as a tempting green biofactory. *Biotechnology Advances* 40:107499.
- Elakhdar, A., T. Ushijima, M. Fukuda, N. Yamashiro, Y. Kawagoe, and T. Kumamaru. 2019. Eukaryotic peptide chain release factor 1 participates in translation termination of specific cysteine-poor prolamines in rice endosperm. *Plant Science* 281:223-231.
- Gulati, P., S. Brahma, and D. J. Rose. 2020. Chapter 13 - Impacts of extrusion processing on nutritional components in cereals and legumes: Carbohydrates, proteins, lipids, vitamins, and minerals. Pages 415-443 in *Extrusion Cooking*. G. M. Ganjyal, ed. Woodhead Publishing.
- Halford, N. and P. Shewry. 2000. Genetically modified crops: Methodology, benefits, regulation and public concerns. *British medical bulletin* 56:62-73.
- Mehta, B. K., V. Muthusamy, A. Baveja, H. S. Chauhan, R. Chhabra, V. Bhatt, G. Chand, R. U. Zunjare, A. K. Singh, and F. Hossain. 2020. Composition analysis of lysine, tryptophan and provitamin-A during different stages of kernel development in biofortified sweet corn. *Journal of Food Composition and Analysis* 94:103625.
- Otieno, M., I. Steffan-Dewenter, S. G. Potts, W. Kinuthia, M. J. Kasina, and M. P. D. Garratt. 2020. Enhancing legume crop pollination and natural pest regulation for improved food security in changing African landscapes. *Global Food Security* 26:100394.
- Ozel, B., Z. Zhang, L. He, and D. J. McClements. 2020. Digestion of animal- and plant-based proteins encapsulated in κ -carrageenan/protein beads under simulated gastrointestinal conditions. *Food Research International* 137:109662.
- Pastor-Cavada, E., R. Juan, J. E. Pastor, M. Alaiz, and J. Vioque. 2014. Protein and amino acid composition of select wild legume species of tribe Fabaeae. *Food Chemistry* 163:97-102.
- Plessz, M., E. Kesse-Guyot, M. Zins, J. Matta, and S. Czernichow. 2019. Poverty does not modify the association between perceived diet healthiness and adherence to nutritional guidelines in the Constances cohort (France). *Appetite* 138:190-197.
- Rodriguez-Nogales, J. M., A. Cifuentes, M. C. Garcia, and M. L. Marina. 2010. Improved methodology for the characterisation of transgenic Bt-11 maize cultivars using RP-HPLC profiles of albumin, globulin, prolamin, and glutelin protein fractions and chemometric analysis. *Food Chemistry* 120(4):1229-1237.
- Silva, M. F., M. E. C. Menis-Henrique, M. H. F. Felisberto, R. Goldbeck, and M. T. P. S. Clerici. 2020. Bamboo as an eco-friendly material for food and biotechnology industries. *Current Opinion in Food Science* 33:124-130.
- Stekhanova, T. N., A. L. Rakitin, A. V. Mardanov, E. Y. Bezsudnova, and V. O. Popov. 2017. A Novel highly thermostable branched-chain amino acid aminotransferase from the crenarchaeon *Vulcanisaeta moutnovskia*. *Enzyme and Microbial Technology* 96:127-134.
- Tai, S. S. K., T. T. T. Lee, C. C. Y. Tsai, T.-J. Yiu, and J. T. C. Tzen. 2001. Expression pattern and deposition of three storage proteins, 11S globulin, 2S albumin and 7S globulin in maturing sesame seeds. The nucleotide sequences reported in this paper have been submitted to the GenBank database under accession numbers AF240004 (11S globulin), AF240005 (2S albumin), and AF240006 (7S globulin). *Plant Physiology and Biochemistry* 39(11):981-992.
- Vazquez-Vilar, M., D. Orzaez, and N. Patron. 2018. DNA assembly standards: Setting the low-level programming code for plant biotechnology. *Plant Science* 273:33-41.
- Verma, M. L., B. S. Dhanya, Sukriti, V. Rani, M. Thakur, J. Jeslin, and R. Kushwaha. 2020. Carbohydrate and protein based biopolymeric nanoparticles: Current status and biotechnological applications. *International Journal of Biological Macromolecules* 154:390-412.

Diversifikasi Pangan Lokal untuk Mendukung Ketahanan Pangan Nasional

Bambang Dwiloka¹⁾ dan Bhakti Etza Setiani^{1,2)}

¹⁾Laboratorium Kimia dan Gizi Pangan, Departemen Pertanian, Universitas Diponegoro

²⁾ Program Pasca Sarjana Universitas Brawijaya, Malang

Email : etz_16@yahoo.com

Pendahuluan

Diversifikasi pangan adalah program yang dimaksudkan agar masyarakat tidak terpaku pada satu jenis makanan pokok saja dan terdorong untuk juga mengonsumsi bahan pangan lainnya sebagai pengganti makanan pokok yang selama ini dikonsumsi. Di Indonesia, diversifikasi pangan dimaksudkan agar masyarakat Indonesia tidak menganggap nasi sebagai satu-satunya makanan pokok yang tidak dapat digantikan oleh bahan pangan yang lain. Indonesia memiliki beragam hasil pertanian yang sebenarnya dapat dijadikan makanan pokok seperti sukun, ubi, talas, dan sebagainya yang dapat menjadi faktor pendukung utama diversifikasi pangan. Diversifikasi pangan merupakan salah satu cara menuju swasembada beras dengan mengurangi konsumsi beras sehingga total konsumsi tidak melebihi produksi. Definisi diversifikasi pangan tertuang dalam Peraturan Pemerintah No 68 tahun 2002 tentang Ketahanan Pangan. Diversifikasi pangan juga berperan dalam pemenuhan kebutuhan gizi masyarakat sehingga nutrisi yang diterima oleh tubuh bervariasi dan seimbang.

Indonesia sangat kaya akan tanaman pangan dengan berbagai jenis dan rasa, membentang dari ujung barat sampai ujung timur Nusantara. Berbagai tanaman pangan itu ada yang harus diolah dengan cita rasa khas dan bergizi tinggi. Banyak pula yang bisa dimakan mentah (buah-buahan dan sayuran) yang sehat menyegarkan. Indonesia tidak kekurangan bahan pangan, karena di mana pun ada tanaman lokal yang tumbuh subur. Di desa-desa dan pedalaman, leluhur mengajarkan bercocok tanam atau memilih tanaman di hutan yang bermanfaat untuk kehidupan. Mereka sangat bijaksana dan memiliki pengetahuan yang tinggi sehingga tidak merusak hutan dan lingkungan. Malah sebaliknya, hutan tetap terjaga kesuburannya dan lingkungan tetap asri lestari.

Banyak desa, terutama di kawasan timur, sudah terbiasa memakan jagung, ubi jalar, atau sagu sebagai makanan pokok sehari-hari, dan hidup pun sehat, kuat, cerdas. Mereka tidak harus makan beras/nasi atau gandum. Karbohidrat lainnya pun bisa diperoleh dari buah-buahan, sayuran hijau, dan kacang-kacangan. Bahan pokok tak perlu didatangkan dari luar, apalagi impor.

Beras memang telah dijadikan sebagai makanan pokok di seluruh Indonesia, meskipun ada kearifan pangan lokal, seperti jagung di NTT, sagu di Maluku dan Papua, dan ubi jalar di Papua. Penyeragaman konsumsi beras/nasi di seluruh Tanah Air membuat makanan pokok lokal terabaikan, bahkan di beberapa tempat sudah menghilang dan terlupakan.

Warga pun bergantung pada beras. Tak ada beras disebut rawan pangan, bahkan dianggap kelaparan. Padahal sebelumnya ada sumber pangan lain yang bergizi tinggi, tapi telah tercerabut dari pekarangan dan kebun keluarga karena tak diurus dan tak ada perhatian. Saatnya pangan lokal dihidupkan kembali, dibantu dan dipopulerkan.

Diversifikasi Pangan Nonberas

Program diversifikasi pangan nonberas memang tidak cukup hanya dilakukan dengan imbauan atau sosialisasi tentang alternatif pangan. Program diversifikasi harus mulai dijadikan kebiasaan di kalangan masyarakat. Keterlibatan pemerintah sangat diperlukan melalui badan usaha milik negara (BUMN) dan badan usaha milik daerah (BUMD). Selain itu peran swasta dalam menyediakan hasil olahan pangan lokal ke sekolah, pesantren, dan pasar-pasar lokal maupun nasional. Program diversifikasi pangan bertujuan untuk menggali dan meningkatkan penyediaan berbagai komoditas pangan sehingga terjadi penganekaragaman konsumsi pangan masyarakat. Kegiatan yang dilaksanakan antara lain dengan

meningkatkan usaha diversifikasi secara horizontal melalui pemanfaatan sumber daya yang beraneka ragam dan diversifikasi vertikal melalui pengembangan berbagai hasil olahan pertanian serta diversifikasi regional melalui upaya penganeekaragaman produk yang dihasilkan untuk dikonsumsi berdasarkan potensi pangan lokal.

Program diversifikasi pangan dapat diusahakan secara simultan di tingkat nasional, regional (daerah) maupun keluarga. Upaya tersebut sebetulnya sudah dirintis sejak awal dasawarsa 60-an, dimana pemerintah telah menyadari pentingnya dilakukan diversifikasi tersebut. Saat itu pemerintah mulai menganjurkan konsumsi bahan-bahan pangan pokok selain beras sehingga yang menonjol adalah anjuran untuk mengkombinasikan beras dengan jagung, sehingga pernah populer istilah "beras jagung". Ada dua arti dari istilah itu, yaitu campuran beras dengan jagung, dan penggantian konsumsi beras pada waktu-waktu tertentu dengan jagung. Kebijakan ini ditempuh sebagai reaksi terhadap krisis pangan yang terjadi saat itu.

Tujuan diversifikasi konsumsi pangan lebih ditekankan sebagai usaha untuk menurunkan tingkat konsumsi beras, dan diversifikasi konsumsi pangan hanya diartikan pada penganeekaragaman pangan pokok, tidak pada keanakeragaman pangan secara keseluruhan. Oleh karena itu banyak bermunculan berbagai pameran dan demo masak-memasak yang menggunakan bahan baku nonberas seperti dari sagu, jagung, ubi kayu atau ubi jalar, dengan harapan masyarakat akan beralih pada pangan nonberas. Namun kenyataannya usaha tersebut kurang berhasil untuk mengangkat citra pangan non beras dan mengubah pola pangan pokok masyarakat.

Kementerian Pertanian mendorong pemerintah daerah untuk mengembangkan potensi sumber pangan lokal, dan mengajak masyarakat agar mengubah pola pikir, bahwa beras/nasi bukan satu-satunya sumber karbohidrat, karena masih banyak sumber pangan lokal seperti umbian, sukun, jagung, sagu dan lainnya yang nilai gizinya setara dengan beras.

Kepala Badan Ketahanan Pangan (BKP) Kementan, Agung Hendriadi (2020) kepada pers mengatakan "Berdasarkan data pola konsumsi menunjukkan bahwa beras atau nasi masih mendominasi porsi menu konsumsi masyarakat hingga 60%, idealnya maksimal 50% agar masyarakat dapat hidup lebih sehat, aktif, dan produktif" [6]

Hendriadi mengharapkan seluruh pemerintah daerah mengembangkan potensi sumber pangan lokal, khususnya peningkatan produksi bahan pangan dari sumber protein hewani, sayuran, dan buah. Dia juga mengingatkan bahwa untuk memenuhi kecukupan pangan dan gizi harus didukung dengan peningkatan produksi yang bersifat eksponensial atau tidak linier, dengan berbagai upaya seperti inovasi teknologi, intensifikasi, ekstensifikasi, pendampingan, penyediaan modal usaha, dan akses pasar. "BKP Kementan juga mengembangkan beberapa program unggulan seperti kawasan rumah pangan lestari atau KRPL, program kawasan mandiri pangan disingkat KMP, gerakan diversifikasi konsumsi pangan untuk meningkatkan produksi pangan, dan perbaikan gizi mulai dari rumah tangga,"

Data BKP Kementan Tahun 2019 menyebutkan, hingga 2019 pemenuhan pangan pokok dari beras hanya mencapai 53,5% dari konsumsi nasional. Selebihnya dipenuhi dari ubi kayu sekitar 22,26%, jagung 18,9% dan kentang 4,99%, namun saat ini beras menjadi kebutuhan pokok, sehingga konsumsi selain beras nyaris hilang. Konsumsi beras di Indonesia ketimbang negara di kawasan Asia dari setiap penduduk di Indonesia mencapai 139,15 kg per kapita per tahun, sementara rata-rata konsumsi beras dunia hanya 60 kg. Kondisi tersebut mendorong BKP Kementan menargetkan penurunan konsumsi beras minimal 1,5%/kapita/tahun.

Diversifikasi konsumsi pangan pokok tidak dimaksudkan untuk mengganti beras secara total tetapi mengubah pola konsumsi pangan masyarakat sehingga masyarakat akan mengkonsumsi lebih banyak jenis pangan dan lebih baik gizinya. Pangan yang dikonsumsi akan beragam, bergizi dan berimbang. Di Indonesia terdapat pedoman untuk mengukur diversifikasi konsumsi pangan termasuk pangan pokok yang dikenal dengan Pola Pangan Harapan (PPH). PPH yang diharapkan mencapai angka 100, namun PPH penduduk Indonesia sampai saat ini masih belum mencapai angka tersebut.

Sumber Daya Lokal

Berdasarkan hasil evaluasi yang dilakukan BKP pada tahun 2009-an, disimpulkan bahwa program diversifikasi pangan yang telah dilaksanakan lebih dari setengah abad belum memberikan hasil yang maksimal. Dalam beberapa hal penganekaragaman pangan juga “salah komoditas”, karena sumber karbohidrat maupun sumber protein yang meningkat konsumsinya justru beras dan pangan berbasis impor, khususnya terigu dan kedelai, bukan komoditas pangan lokal. Bahkan untuk komoditas lain seperti sayuran, buah, daging, dan susu ditengarai kontribusi pangan impor semakin meningkat.

Berkaitan dengan itu, pada 2009, lahirlah Perpres 22/2009 tentang Kebijakan Percepatan Penganekaragaman Konsumsi Pangan Berbasis Sumber Daya Lokal. Langkah utama yang dilakukan adalah menggalakkan produksi dan konsumsi pangan lokal melalui pengembangan berbagai program di tingkat *grass root* dengan menggalakkan pemanfaatan pekarangan dengan menggunakan sistem pertanian terpadu, baik rumah tangga, kelompok, maupun suatu kawasan yang kemudian dikenal sebagai program Kawasan Rumah Pangan Lestari (KRPL).

Dalam program ini, selain budi daya, dikenalkan industri penepungan yang disertai dengan bantuan alat penepungan umbi-umbian, serta pembinaan pengembangan industri kecil atau industri rumah tangga. Kegiatan juga menysasar sekolah dengan penyebaran pengetahuan pangan lokal dan pembuatan kebun gizi di sekolah.

Upaya berikutnya adalah melalui penyempurnaan UU Pangan. Disadari bahwa UU tersebut masih menekankan pada pentingnya membangun sistem keamanan pangan (*food safety*), sementara aspek ketahanan pangan (*food security*) dan apalagi kemandirian pangan (*food self sufficiency*) maupun kedaulatan pangan (*food sovereignty*) belum disentuh sama sekali. Oleh karena itu dilakukan berbagai upaya multisektor untuk dapat melakukan perubahan terhadap perundang-undangan yang ada karena kompleksitas permasalahan pangan, khususnya ketahanan pangan yang salah satu indikatornya adalah diversifikasi pangan.

Upaya perubahan UU Pangan ini berhasil ketika pada 2012 UU Pangan yang baru telah diterbitkan, yaitu UU 18/2012 tentang Pangan. Sebagai tindak lanjut dari UU ini juga telah diterbitkan PP 17/2015 tentang Ketahanan Pangan. Target pencapaian program diversifikasi pangan di Indonesia adalah percepatan penganekaragaman konsumsi pangan berbasis sumber daya lokal, dengan cara memfasilitasi dan mendorong terwujudnya pola konsumsi pangan yang beragam, bergizi seimbang dan aman.

Tulisan Yohana Artha Uly dan Erlangga Djumena pada Kompas.com (2020) menyebutkan bahwa Kementerian Pertanian melakukan pengembangan diversifikasi pangan berbasis kearifan lokal yang fokus kepada satu komoditas utama per provinsi. Diversifikasi pangan difokuskan kepada enam pangan lokal sumber karbohidrat nonberas yakni ubi kayu, jagung, sagu, pisang, kentang, dan sorgum. Kepala Biro Humas dan Informasi Publik Kementan Kuntoro Boga Andri menyatakan, pihaknya memastikan kebutuhan pangan masyarakat Indonesia sebanyak 267 juta jiwa harus tercukupi. Oleh karena itu, diversifikasi bakal membantu ketahanan pangan. “Ada potensi pangan lokal yang bisa mendukung program diversifikasi pangan, kita memiliki pangan lokal di luar beras. Program diversifikasi membantu masyarakat Indonesia swasembada pangan,” ujar Kuntoro dalam keterangan resmi yang disampaikan kepada media pada 9/9/2020.

Kementerian Pertanian RI menjalankan pengembangan diversifikasi pangan berbasis kearifan lokal yang fokus kepada satu komoditas utama per provinsi. Diversifikasi pangan difokuskan kepada enam pangan lokal sumber karbohidrat non beras diantaranya ubi kayu, jagung, sagu, pisang, kentang dan sorgum. Kepala Biro Humas dan Informasi Publik Kementerian Pertanian, Kuntoro Boga Andri, menjelaskan, Kementan memastikan kebutuhan pangan masyarakat Indonesia sebanyak 267 juta jiwa harus tercukupi kebutuhannya. Oleh karena itu, diversifikasi akan membantu ketahanan pangan masyarakat. “Ada potensi pangan lokal yang luar biasa dalam mendukung program diversifikasi pangan. Kita memiliki pangan lokal di luar beras. Program diversifikasi membantu masyarakat Indonesia swasembada pangan,” kata Kuntoro dalam Siaran Pers Kementan pada 9/9/2020.

Dari segi produktivitas, dikatakan Kuntoro, potensi produktivitas ubi kayu mencapai 10 ton/ha dan pisang potensinya dapat mencapai 80 ton/ha. Selanjutnya, perlu mendorong pasar untuk memperkenalkan produk. “Jadi image pangan lokal harus ditingkatkan supaya menarik semua orang untuk konsumsi,”

jelasan. Sekretaris Badan Ketahanan Pangan Kementerian Pertanian RI, Riwantoro, mengatakan, pihaknya memiliki strategi jangka menengah dan jangka panjang untuk meningkatkan diversifikasi pangan lokal. Ia menekankan, diversifikasi pangan untuk kebutuhan makan masyarakat ini jadi pedoman.

Saat ini, setiap provinsi difokuskan memproduksi panganan lokal selain beras. Ada enam komoditas pangan di antaranya ubi kayu, jagung, sagu, pisang, kentang dan sorgum. "Secara konsisten menggalakkan diversifikasi pangan di wilayah masing-masing dan menjadi sebuah gerakan, bahkan di pekarangan rumah," jelas Riwanto. Riwantoro menyebutkan diversifikasi pangan bertujuan mengantisipasi krisis, penyediaan pangan alternatif, menggerakkan ekonomi dan mewujudkan sumber daya manusia yang sehat. Dengan sasaran menurunkan ketergantungan konsumsi beras. Dalam lima tahun ke depan, Kementan menargetkan penurunan konsumsi beras nasional sebesar 7 persen. Khusus tahun 2020 rata-rata konsumsi beras ditargetkan turun ke posisi 92,9 per kg per kapita per tahun dari posisi tahun lalu sebesar 94,9 per kg per kapita per tahun. Hingga tahun 2024 mendatang, ditargetkan konsumsi sudah turun 7 persen ke posisi 85 per kg per kapita per tahun. Penurunan itu setara 1,77 juta ton senilai Rp 17,78 triliun. Namun dengan catatan, penurunan konsumsi beras bisa dicapai asalkan ada intervensi dari pemerintah. Tanpa intervensi, penurunan konsumsi beras hanya mampu mencapai posisi 91,2 per kg per kapita per tahun. "Kami targetkan ada satu penurunan pangan beras kita dan itu harus diikuti dengan kenaikan konsumsi pangan lokalnya. Peluang diversifikasi besar karena masyarakat ingin hidup sehat dan terdapat peluang bisnis UMKM," kata Riwanto.

Indonesia memiliki ragam jenis pangan yang sangat berlimpah. Saat ini, Indonesia memiliki 77 jenis pangan sumber karbohidrat, 75 jenis pangan sumber protein, 110 jenis rempah dan bumbu, 389 jenis buah-buahan, 228 jenis sayuran, 26 jenis kacang-kacangan, dan 40 jenis bahan minuman. Namun, konsumsi beras per kapita terlampaui tinggi. Menurut Sahara, kondisi tersebut kontra produktif lantaran dapat menghambat investasi dan pengembangan produk pangan selain beras. "Efeknya, kemampuan kita memproduksi pangan lokal secara kontinu rendah. Belum lagi bicara soal teknologi pengolahan pangan lokal yang masih terbatas," ujar Kepala Ketua Departemen Ilmu Ekonomi Institut Pertanian Bogor (IPB), Sahara pada media pers, Sahara mengatakan, diversifikasi pangan tidak hanya untuk pangan pokok, tetapi juga pada upaya mendorong keragaman konsumsi berbagai jenis makanan yang mengandung protein, serat dan vitamin yang tinggi. Oleh sebab itu, upaya diversifikasi pangan harus dilakukan secara terintegrasi melalui aspek permintaan dan suplai.

Diversifikasi Pangan Lokal untuk Mendukung Ketahanan Pangan Nasional

Editorial Media Indonesia menurunkan berita pada 21 Agustus 2020, sebagaimana di bawah ini. Tingginya tingkat ketergantungan pada beras sebagai sumber karbohidrat utama menjadikan bangsa ini cukup rentan dalam hal kedaulatan pangan. Konsumsi beras mencapai 94,9 kg per kapita per tahun dengan total kebutuhan mencapai 29,6 juta ton per tahun. Konsumsi yang besar ini membuat Indonesia tidak dapat terhindar dari upaya impor beras. Memang produksi beras lebih tinggi daripada kebutuhan, tetapi pemerintah butuh impor sebagai persediaan untuk mengendalikan harga di pasaran. Melansir data Badan Pusat Statistik (BPS), impor beras mencapai 2,25 juta ton pada 2018. Jumlah itu meningkat pesat dari 305,27 ribu pada 2017. Adapun realisasi impor beras tercatat 444,5 ribu ton pada 2019. Ketergantungan pada beras juga menjadi ironi di tengah besarnya kekayaan sumber daya alam negeri ini berupa ragam sumber hayati penghasil karbohidrat tinggi. Semakin kita tidak bergantung pada satu sumber makanan, ketahanan pangan juga akan makin kokoh. Sebenarnya bangsa ini sangat kaya komoditas pangan nonberas, seperti jagung, ubi jalar, atau sagu sebagai makanan pokok sehari-hari. Namun, saat pemerintahan Orde Baru yang mengusung program swasembada beras telah memudarkan program keragaman pangan. Dari data pada 1954, komposisi karbohidrat dalam struktur menu bangsa kita menunjukkan proporsi beras hanya 53,5%. Sisanya dipenuhi dari ubi kayu (22,6%), jagung (18,9%), dan kentang (4,99%). Kondisi itu terus berubah pada era Orde Baru. Pada akhir 80-an, proporsi beras semakin dominan mencapai 81,1%, sisanya ubi kayu (10,02%) dan jagung (7,82%). Orde Baru makin mendorong beras untuk menjadi bahan pangan utama di seluruh Indonesia. Penyeragaman konsumsi beras di Indonesia membuat makanan pokok lokal terabaikan. Kini upaya mengembalikan keragaman pangan tengah dilakukan oleh pemerintahan Joko Widodo-Ma'ruf Amin melalui Gerakan Diversifikasi Pangan yang dipelopori Menteri Pertanian Syahrul Yasin Limpo.

Gerakan yang serentak dimulai di 34 provinsi seluruh Nusantara. Selain sebagai antisipasi krisis pangan global dan ancaman kekeringan, penyediaan pangan alternatif sumber karbohidrat lokal nonberas, gerakan ini juga diharapkan mampu mengurangi ketergantungan konsumsi beras. Konsumsi pangan lokal sumber karbohidrat lain pun meningkat. Kementan mengajak seluruh gubernur dan bupati/wali kota untuk bersinergi menguatkan gerakan diversifikasi pangan ini dalam upaya mengukuhkan ketahanan pangan: kembali meneguhkan bahwa bangsa ini punya keanekaragaman pangan yang besar, tidak hanya beras yang membuat kenyang. Sejumlah daerah sudah mengeluarkan kebijakan sehari tanpa nasi. Akan tetapi, kebijakan itu tidak pernah efektif dilaksanakan. Perlu keteladanan kepala daerah untuk memelopori konsumsi pangan lokal. Upaya diversifikasi pangan lokal ini ditargetkan menurunkan konsumsi beras dari 94,9 kg per kapita per tahun menjadi 85 kg per kapita per tahun pada 2024. Selain itu, upaya ini diharapkan dapat menumbuhkan UMKM pangan sebagai penyedia pangan lokal. Namun, upaya ini tentu tidak mudah. Membalikkan persepsi masyarakat untuk mengganti beras dengan komoditas lain mesti diikuti dengan kebijakan dan aksi kampanye yang masif. Pekerjaan rumah lainnya, pasokan bahan pangan nonberas mesti bisa diandalkan. Pemerintah tidak bisa tiba-tiba memaksakan kebijakan diversifikasi pangan jika produksi pangan lokal, seperti umbi-umbian, di setiap wilayah belum bisa ditingkatkan. Ketersediaan bahan baku yang terbatas dan harga yang kurang kompetitif ketimbang komoditas pangan utama, yakni beras masih menjadi kendala terbesar.

Produksi pangan berbasis sumber daya lokal dapat mendukung upaya Pemerintah dalam mewujudkan ketahanan pangan nasional. Ketahanan pangan kita tidak lepas dari sifat produksi komoditas pangan itu sendiri yang musiman dan berfluktuasi karena sangat mudah dipengaruhi oleh iklim/cuaca. Perilaku produksi yang sangat dipengaruhi iklim tersebut sangat mempengaruhi ketersediaan pangan nasional. Kalau perilaku produksi yang rentan terhadap perubahan iklim tersebut tidak dilengkapi dengan kebijakan pangan yang tangguh maka akan sangat merugikan, baik untuk produsen maupun konsumen, khususnya produsen berskala produksi kecil dan konsumen berpendapatan rendah. Karakteristik komoditi pangan yang mudah rusak, lahan produksi petani yang terbatas; sarana dan prasarana pendukung pertanian yang kurang memadai dan lemahnya penanganan panen dan pasca panen mendorong Pemerintah untuk melakukan intervensi dengan mewujudkan kebijakan ketahanan pangan.

Simpulan

Diversifikasi pangan adalah program yang dimaksudkan agar masyarakat tidak terpaku pada satu jenis makanan pokok saja dan terdorong untuk juga mengonsumsi bahan pangan lainnya sebagai pengganti makanan pokok yang selama ini dikonsumsi. Diversifikasi pangan juga berperan dalam pemenuhan kebutuhan gizi masyarakat sehingga nutrisi yang diterima oleh tubuh bervariasi dan seimbang. Tujuan diversifikasi konsumsi pangan lebih ditekankan sebagai usaha untuk menurunkan tingkat konsumsi beras, dan diversifikasi konsumsi pangan hanya diartikan pada penganekaragaman pangan pokok, tidak pada keanekaragaman pangan secara keseluruhan. Kementerian Pertanian mendorong pemerintah daerah untuk mengembangkan potensi sumber pangan lokal, dan mengajak masyarakat agar mengubah pola pikir, bahwa beras/nasi bukan satu-satunya sumber karbohidrat, karena masih banyak sumber pangan lokal seperti umbian, sukun, jagung, sagu dan lainnya yang nilai gizinya setara dengan beras. Pengembangan diversifikasi pangan berbasis kearifan lokal yang fokus kepada satu komoditas utama per provinsi. Diversifikasi pangan difokuskan kepada enam pangan lokal sumber karbohidrat nonberas yakni ubi kayu, jagung, sagu, pisang, kentang, dan sorgum. Produksi pangan berbasis sumber daya lokal dapat mendukung upaya Pemerintah dalam mewujudkan ketahanan pangan nasional. Ketahanan pangan kita tidak lepas dari sifat produksi komoditas pangan itu sendiri yang musiman dan berfluktuasi karena sangat mudah dipengaruhi oleh iklim/cuaca.

Daftar Pustaka

Ariani, M. "Diversifikasi Konsumsi Pangan Di Indonesia : Antara Harapan dan Kenyataan". <https://www.pse.litbang.deptan.go.id/ind/pdf/mono/27-7>.
"Diversifikasi Pangan". <https://disketapang.bantenprov.go.id/Berita/topic/121>

Diversifikasi Pangan Difokuskan ke Enam Komoditas Lokal.
<https://republika.co.id/berita/qgdorw383/diversifikasi-pangan-difokuskan-ke-enam-komoditas-lokal>.
“Diversifikasi untuk Ketahanan Pangan”.
”https://mediaindonesia.com/editorials/detail_editorials/2095-diversifikasi-untuk-ketahanan-pangan
“Diversifikasi Pangan, Beras Bukan Satu-satunya Sumber Karbohidrat”. <https://www.pertanian.go.id/home/?show=news&act=view&id=2438>
"Kurangi ketergantungan pada beras dan nasi". Antara. 14 Agustus 2014.
Lokal Non Beras". <https://money.kompas.com/read/2020/09/09/204000426/diversifikasi-pangan-kementan-fokus-6-komoditas-lokal-non-beras?page=all>
Noegroho, A. 2019. Diversifikasi Pangan Berbasis Lokal. BERTIASATU.
<https://www.beritasatu.com/anang-noegroho/opini/6314/diversifikasi-pangan-berbasis-lokal>.
"Pentingnya Diversifikasi Pangan". *mpr.go.id*. Diakses tanggal 24 Agustus 2014.
Yohana Artha Uly dan Erlangga Djumena., 2020. "Diversifikasi Pangan, Kementan Fokus 6 Komoditas

Kedaulatan Pangan Pokok untuk Mewujudkan Ketahanan Pangan Nasional

Bhakti Etza Setiani^{1,2)} dan Bambang Dwiloka¹⁾

¹⁾ Laboratorium Kimia dan Gizi Pangan, Departemen Pertanian, Universitas Diponegoro

²⁾ Program Pasca Sarjana Universitas Brawijaya, Malang

Email : etz_16@yahoo.com

Pendahuluan

Kedaulatan pangan adalah hak negara dan bangsa yang secara mandiri menentukan kebijakan pangan yang menjamin hak atas pangan bagi rakyat dan yang memberikan hak bagi masyarakat untuk menentukan sistem pangan yang sesuai dengan potensi sumber daya lokal (Greenpeace Indonesia, 29 Juli 2020).

Di awal masa kepemimpinannya, Presiden Joko Widodo menyebutkan akan mewujudkan swasembada pangan pada tiga tahun pertama masa kerjanya. Namun demikian, menjelang akhir masa kerja pemerintahan periode pertama, agenda kedaulatan pangan itu agaknya masih jauh panggang dari api. Jangankan daulat secara pangan, untuk mencukupi kebutuhan asupan karbohidrat saja, kita harus mengimpor beras jutaan ton setiap tahunnya. Keadaan ini diperparah memasuki periode kedua masa jabatan Presiden Jokowi, yang didera oleh hebatnya pandemic Covid-19. Covid-19 telah mengubah kehidupan sehari-hari di hampir setiap sudut dunia. Bagi jutaan orang, kekhawatiran akan kelangkaan pangan membuat kondisi pandemi kian parah. Persatuan Bangsa Bangsa (PBB) sudah memberikan peringatan bahwa akan ada gangguan pada persediaan bahan pangan, juga hilangnya pekerjaan dan pendapatan bagi hampir 1,6 miliar pekerja formal. Dalam kondisi seperti ini, banyak gerakan #SalingBantu yang mencoba membangun gerakan solidaritas pangan untuk membantu mereka yang membutuhkan. Tetapi pandemi tidak sendiri. ada persoalan lain yang membuat pandemi ini semakin berat. Ketimpangan dan krisis iklim membuat kita membutuhkan perubahan besar dalam sistem pangan dan pertanian kita.

Krisis pangan pada 2008 dan 2011 memberikan pelajaran penting: negara-negara eksportir pangan menutup ekspor. Pangan hanya buat kebutuhan domestik. Harga pangan bergerak bak *roller coaster*. Celakanya, krisis pangan selalu bersentuhan dengan instabilitas politik. Krisis pangan 2008 memantik kekerasan di Pantai Gading, 24 orang mati dalam huru-hara di Kamerun, dan pemerintahan Haiti jatuh. Krisis pangan pada 2011 menciptakan revolusi politik di jazirah Arab. Rezim Ben Ali di Tunisia, Husni Mubarak di Mesir, dan Qadhafi di Libya jatuh karena negara-negara ini menggantungkan 90 persen pangannya pada impor.

Tulisan di laman Greenpeace Indonesia menyebutkan, sebenarnya sistem pangan kita sudah rusak jauh sebelum virus corona datang. Krisis saat ini telah memaksa kita untuk melihat dan memperbaharui urgensi untuk mengatasi akar masalah pangan, mempertanyakan dan menggali lebih dalam untuk mencari solusi atas persoalan rumit ini. Bagaimana 30% makanan terbuang secara global dan di Indonesia hampir 300 kg setiap orang membuang makanannya tiap tahun, padahal dalam kasus gizi buruk Indonesia menempati urutan ke-3 dunia dan 820 juta orang tidak punya cukup makanan untuk dimakan? Mengapa jutaan orang dipaksa untuk “memilih” antara kelaparan atau COVID-19 ?

Greenpeace Indonesia menyebutkan bahwa sistem pangan berbasis komoditas dan industrial telah gagal memberi makan banyak orang di dunia ini. Bukan karena bahan pangan yang kurang, tetapi kondisi ketimpangan ekstrem, dan jenis makanan yang diproduksi, diperdagangkan atau dipromosikan oleh perusahaan bukan untuk memenuhi kebutuhan pangan kita, melainkan untuk akumulasi kapital. COVID-19 sekali lagi menunjukkan kepada kita betapa besar risiko membiarkan perusahaan bertanggung jawab untuk memberi makan orang.

Merujuk hasil riset *International Fund for Agricultural*, saat ini diperkirakan terdapat 925 juta manusia di dunia mengalami kekurangan pangan. Jumlah itu diprediksi akan terus meningkat di masa depan. Lalu bagaimana dengan kondisi ketahanan pangan di Indonesia? Kita harus akui bahwa kondisi

ketahanan pangan kita tidak baik-baik saja. Meski dikenal sebagai negara dengan dua musim yang memiliki tanah subur, juga luas wilayah laut yang luas dan kaya akan ikan, pada kenyataannya kita masih harus mengimpor bahan pangan dari luar negeri. Tulisan ini mencoba menyampaikan tentang konsepsi kedaulatan pangan pokok dalam rangka mewujudkan ketahanan pangan Nasional.

Konsep Kedaulatan Pangan

Persoalan pangan bagi bangsa Indonesia, dan juga bangsa-bangsa lainnya di dunia ini adalah merupakan persoalan yang sangat mendasar, dan sangat menentukan nasib dari suatu bangsa. Ketergantungan pangan dapat berarti terbelenggunya kemerdekaan bangsa dan rakyat terhadap suatu kelompok, baik negara lain maupun kekuatan-kekuatan ekonomi lainnya. La Via Campesina (organisasi perjuangan petani internasional) sebagai organisasi payung Serikat Petani Indonesia (SPI) di tingkat Internasional telah memperkenalkan konsep kedaulatan pangan (*Food Sovereignty*) bagi umat manusia di dunia ini pada *World Food Summit* (WFS) yang dilaksanakan pada bulan November 1996 di Roma, Italia.

Dilansir dari laman Serikat Petani Indonesia (SPI), dalam laman SPI menyebutkan bahwa kedaulatan pangan adalah konsep pemenuhan pangan melalui produksi lokal. Kedaulatan pangan merupakan konsep pemenuhan hak atas pangan yang berkualitas gizi baik dan sesuai secara budaya, diproduksi dengan sistem pertanian yang berkelanjutan dan ramah lingkungan. Artinya, kedaulatan pangan sangat menjunjung tinggi prinsip diversifikasi pangan sesuai dengan budaya lokal yang ada. Kedaulatan pangan juga merupakan pemenuhan hak manusia untuk menentukan sistem pertanian dan pangannya sendiri yang lebih menekankan pada pertanian berbasis keluarga, yang berdasarkan pada prinsip solidaritas.

Kedaulatan pangan adalah hak setiap bangsa dan setiap rakyat untuk memproduksi pangan secara mandiri dan hak untuk menetapkan sistem pertanian, peternakan, dan perikanan tanpa adanya subordinasi dari kekuatan pasar Internasional. Terdapat tujuh prasyarat utama untuk menegakkan kedaulatan pangan, antara lain adalah:

1. Pembaruan Agraria;
2. Adanya hak akses rakyat terhadap pangan;
3. Penggunaan sumber daya alam secara berkelanjutan;
4. Pangan untuk pangan dan tidak sekadar komoditas yang diperdagangkan;
5. Pembatasan penguasaan pangan oleh korporasi;
6. Melarang penggunaan pangan sebagai senjata;
7. Pemberian akses ke petani kecil untuk perumusan kebijakan pertanian.

Prasyarat pada butir 1 tersebut merupakan salah satu poin dari Visi Kedaulatan Pangan Indonesia 2014-2024. Poin penting dalam visi tersebut adalah Pelaksanaan Pembaruan Agraria dengan mendistribusikan tanah untuk petani. Garis besar Visi Kedaulatan Pangan Indonesia terdiri atas : Pembaruan Agraria Sejati, Pembangunan Perdesaan, Kedaulatan Pangan, Kedaulatan Petani atas Benih, Penguatan Organisasi Tani, Akses Modal dan Jaminan Pasar bagi Petani, serta Jaminan sosial untuk Petani.

Dalam perkembangannya, perjuangan mewujudkan kedaulatan pangan ini semakin masif. Salah satu momentum penting dalam perjuangan kedaulatan pangan ini terjadi pada Juni 2002, pada pertemuan *World Food Summit Five Years Later* di Roma. Dalam pertemuan ini sejumlah organisasi sosial yang mewakili petani kecil, buruh tani, nelayan, masyarakat adat bersama sejumlah NGO membentuk *International Planning Committee for Food Sovereignty* (IPC). IPC berperan untuk memfasilitasi dialog antara masyarakat sipil dan FAO dalam mewujudkan kedaulatan pangan.

Konsep kedaulatan pangan pun semakin dikembangkan dan mendapat dukungan yang meluas. Pada tahun 2007 diadakanlah konferensi Internasional Kedaulatan Pangan di Nyeleni, Mali. Konferensi ini semakin menguatkan pemahaman dan perjuangan gerakan sosial mewujudkan kedaulatan pangan menjadi alternatif menjawab permasalahan pangan dan pertanian global.

Selanjutnya pascakrisis pangan yang melanda seluruh dunia di awal tahun 2008, terjadi reformasi besar di dalam tubuh Komite Ketahanan Pangan PBB (CFS) akibat tekanan dan kritik masyarakat sipil. Pada sidang ke-35 Komite Ketahanan Pangan bulan Oktober 2009, secara resmi CFS membuka ruang bagi keterlibatan masyarakat sipil untuk terlibat dan memainkan peranan penting dalam menyusun kebijakan

untuk menghapuskan kelaparan di dunia. CFS bertugas mengatasi kelaparan dunia dengan gerakan petani sebagai salah satu anggota pada *Advisory Committee*-nya. Ini menjadi jalan yang membuka dialog antara petani kecil dan petani korban dengan institusi-institusi seperti FAO (*Food and Agriculture Organization*), WFP (*World Food Program*), dan IFAD (*International Fund for Agricultural Development*).

Hal ini dimanfaatkan gerakan petani dan masyarakat sipil lainnya untuk memasukkan sebuah alternatif sistem pangan yang demokratis - seperti yang didiskusikan dalam Komisi FAO untuk Ketahanan Pangan Dunia, yang harus dilaksanakan agar negara-negara dan masyarakat di seluruh dunia memiliki hak untuk melaksanakan kedaulatan pangan. Solusi sejati mengatasi krisis pangan berarti bahwa petani kecil, dan bukan perusahaan transnasional, harus mendapatkan kontrol atas sumberdaya agraria yang dibutuhkan untuk memproduksi pangan yaitu, tanah, air, benih dan pasar lokal. Akhirnya konsep kedaulatan pangan menjadi alternatif bagi kebijakan ekonomi di banyak negara.

Ketahanan Pangan

Ketahanan pangan adalah ketersediaan pangan dan kemampuan seseorang untuk mengaksesnya. Sebuah rumah tangga dikatakan memiliki ketahanan pangan jika penghuninya tidak berada dalam kondisi kelaparan atau dihantui ancaman kelaparan. Ketahanan pangan merupakan ukuran kepentingan terhadap gangguan pada masa depan atau ketiadaan suplai pangan penting akibat berbagai faktor seperti kekeringan, gangguan perkapalan, kelangkaan bahan bakar, ketidak stabilan ekonomi, peperangan, dan sebagainya. Penilaian ketahanan pangan dibagi menjadi keswadayaan atau keswasembadaan perorangan (*self-sufficiency*) dan ketergantungan eksternal yang membagi serangkaian faktor risiko. Meski berbagai negara sangat menginginkan keswadayaan secara perorangan untuk menghindari risiko kegagalan transportasi, namun hal ini sulit dicapai di negara maju karena profesi masyarakat yang sudah sangat beragam dan tingginya biaya produksi bahan pangan jika tidak diindustrialisasikan. Kebalikannya, keswadayaan perorangan yang tinggi tanpa perekonomian yang memadai akan membuat suatu negara memiliki kerawanan produksi.

World Health Organization mendefinisikan tiga komponen utama ketahanan pangan, yaitu ketersediaan pangan, akses pangan, dan pemanfaatan pangan. Ketersediaan pangan adalah kemampuan memiliki sejumlah pangan yang cukup untuk kebutuhan dasar. Akses pangan adalah kemampuan memiliki sumber daya, secara ekonomi maupun fisik, untuk mendapatkan bahan pangan bernutrisi. Pemanfaatan pangan adalah kemampuan dalam memanfaatkan bahan pangan dengan benar dan tepat secara proporsional. FAO menambahkan komponen keempat, yaitu kestabilan dari ketiga komponen tersebut dalam kurun waktu yang panjang.

Kebijakan sebuah negara dapat mempengaruhi akses masyarakat kepada bahan pangan, seperti yang terjadi di India. Majelis tinggi India menyetujui rencana ambisius untuk memberikan subsidi bagi dua pertiga populasi negara itu. Rancangan Undang-Undang Ketahanan Pangan ini mengusulkan menjadikan pangan sebagai hak warga negara dan akan memberikan lima kilogram bahan pangan berharga murah per bulan untuk 800 juta penduduk miskinnya.

Pangan Pokok

Kebutuhan paling mendasar bagi sumber daya manusia suatu bangsa adalah pangan. Ketersediaan pangan dalam jumlah dan kualitas yang cukup, diperlukan dalam mencapai ketahanan pangan. Faktor lain yang merupakan faktor penting dalam mencapai ketahanan pangan adalah tersedianya dan terdistribusinya pangan yang terjangkau dari sisi harga dan aman dikonsumsi masyarakat untuk mencukupi kebutuhan energi dalam aktivitas sehari-hari. Pangan dinilai penting karena kenaikan harga pangan dapat menyebabkan penurunan konsumsi kalori dan protein yang besar.

Penentuan jenis pangan yang dikonsumsi sangat tergantung kepada beberapa faktor, di antaranya jenis tanaman penghasil bahan pangan pokok yang biasa ditanam di daerah serta tradisi yang diwariskan oleh budaya setempat. Perilaku konsumsi pangan masyarakat dilandasi oleh kebiasaan makan (*food habit*) yang tumbuh dan berkembang dalam lingkungan keluarga melalui proses sosialisasi. Kebiasaan makan tersebut dapat dipengaruhi oleh lingkungan ekologi (ciri tanaman pangan, ternak dan ikan yang tersedia dan dapat dibudidayakan setempat), lingkungan budaya dan sistem ekonomi.

Rencana strategis Badan Ketahanan Pangan 2010-2014 (Kementerian Pertanian, 2010) mengelompokkan komoditas pangan penting ke dalam dua kelompok yaitu pangan nabati dan pangan hewani. Pangan nabati terdiri dari 10 komoditas yang terdiri dari beras, jagung, kedelai, kacang tanah, ubi kayu, ubi jalar, sayuran, buah-buahan, minyak goreng dan gula putih. Sedangkan pangan hewani terdiri dari lima komoditas yang meliputi daging sapi dan kerbau, daging ayam, telur, susu, dan ikan.

Badan Pusat Statistik membagi bahan pangan ke dalam sembilan kelompok yang meliputi (1) padi-padian (beras, jagung, terigu), (2) umbi-umbian (singkong, ubi jalar, kentang, sagu, umbi lainnya), (3) pangan hewani (daging ruminansia, daging unggas, telur, susu, ikan), (4) minyak dan lemak (minyak kelapa, minyak sawit, minyak lainnya), (5) buah/biji berminyak (kelapa, kemiri), (6) kacang-kacangan (kedelai, kacang tanah, kacang hijau, kacang lain), (7) gula (gula pasir, gula merah), (8) sayuran dan buah (sayur, buah), (9) lain-lain (minuman, bumbu-bumbuan).

Surat Keputusan Menteri Perdagangan dan Perindustrian No. 115/MPP/KEP/2/1998 tentang Jenis Barang Kebutuhan Masyarakat mengklasifikasikan bahan pangan sebagai beras, gula pasir, minyak goreng, mentega, daging sapi, daging ayam, telur ayam, susu, jagung, minyak tanah, dan garam beryodium. Sedangkan menurut Surat Keputusan Menko Perekonomian No. Kep-28/M.EKON/05/2010 Tahun 2010 tentang Tim Koordinasi Stabilisasi Pangan Pokok, Bahan pangan pokok meliputi beras, gula, minyak goreng, terigu, kedelai, daging sapi, daging ayam, dan telur ayam. Rencana Strategis Kementerian Perdagangan 2010-2014 juga mengelompokkan komoditas pangan sebagai indikator kinerja stabilisasi harga. Pengelompokan pangan pokok berdasarkan beberapa kebijakan yang diperlihatkan pada Tabel 1 menunjukkan beberapa komoditas yang konsisten dikelompokkan sebagai pangan pokok yaitu beras, minyak goreng, gula, daging sapi, daging ayam, dan telur.

Sejalan dengan perkembangan ekonomi dan taraf hidup masyarakat Indonesia saat ini, diperkirakan telah terjadi pergeseran kebutuhan pokok yang diperlukan masyarakat. Sebagai contoh, produk-produk perikanan seperti ikan kembung dan ikan bandeng yang selama ini kurang diperhatikan juga diperkirakan mengalami peningkatan konsumsi. Oleh karena itu perlu ditegaskan kembali jenis-jenis barang yang dapat dikategorikan sebagai bahan kebutuhan pokok masyarakat, dalam hal ini lebih khusus pada bahan pangan pokok. Penelitian yang dilakukan Yuliana [14] menyimpulkan semua kelompok pangan merupakan barang pangan jika dilihat dari elastisitas pendapatan, dimana kelompok sumber protein merupakan substitusi dari kelompok sumber karbohidrat.

Tabel 1. Komoditas Pangan Pokok

No	Jenis Pangan Pokok	Renstra BKP 2010-2014	SK Menperindag No. 155/1998	SK Menko No. 28/2010	Renstra Kemendag 2010-2014
1	Beras	√	√	√	√
2	Jagung	√	√		√
3	Kedelai	√	-	√	-
4	Kacang Tanah	√	-	-	-
5	Ubi Kayu	√	-	-	-
6	Ubi Jalar	√	-	-	-
7	Sayuran	√	-	-	-
8	Buah-buahan	√	-	-	-
9	Minyak Goreng	√	√	√	√
10	Gula	√	√	√	√
11	Daging Sapi	√	√	√	√
12	Daging Kerbau	√	-	-	-
13	Daging Ayam	√	√	√	√
14	Telur	√	√	√	√
15	Susu	√	√	-	√
16	Ikan	√	-	-	-
17	Mentega	-	√	-	-
18	Garam beriodium	-	√	-	-
19	Tepung Terigu	-	-	√	√

Impor Pangan

Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2018 mencatat data pertumbuhan produksi pangan melambat. Hal ini pun mengakibatkan Indonesia berisiko ketergantungan impor. Dilansir dari detikcom, Menteri Pertanian Syahrul Yasin Limpo menyebutkan bahwa impor pertanian bukanlah sesuatu yang haram dilakukan. Namun, ada syaratnya jika pemerintah akhirnya harus melakukan impor. "Impor itu bukan barang haram kalau semua upaya sudah dilakukan kalau masih ada upaya kenapa (tidak)," kata Syahrul dalam suatu acara di Makassar, Sulsel (26/11/2019). Syahrul mengatakan ada banyak faktor yang mempengaruhi hasil pertanian di Indonesia. Faktor-faktor semisal cuaca, hama, bahkan bencana adalah faktor yang tidak bisa diprediksi langsung. "Pertanian itu tergantung cuaca, hama bahkan bencana. Kita belum tahu besok, kalau analitik teknokratik perkembangan agro klimaks insyaallah, kecuali ada serangan hama itu pun sudah direkomendasikan semua," kata Syahrul kepada detik.com.

Direktur Utama Perum Bulog, BudiWaseso (Buwas) juga menyebut sebagian besar kebutuhan pangan di Indonesia saat ini masih bergantung impor. Mulai dari jagung, kedelai, hingga bawang disebutnya saat ini masih bergantung pada impor. "Sementara ini hampir menyeluruh. Jagung masih kurang, beras yang lalu kita (masih impor) meskipun hari ini sudah enggak, kedelai masih tapi kita sudah mulai tanam, bawang merah sekarang kita malah berlebihan, bawang putih kita juga masih kurang," kata Buwas, saat menghadiri selamatan giling 2019 PT Gendhis Multi Manis (GMM) Blora (25/4/19). Buwas justru mempertanyakan klaim negara agraris, negara pertanian dan perikanan yang melekat pada Indonesia jika masih bergantung pada impor. Ia khawatir jika kondisi ini terus berlangsung bisa mengancam ketahanan pangan nasional.

"Yang mengklaim negara agraris, negara pertanian, perikanan. Kita sadar apa tidak, seluruh pakan kita impor. Bahkan kedelai untuk tahu tempe itu barang bakunya adalah impor. Di mana letak bangga kita sebagai bangsa Indonesia, manusia Indonesia. Apa kita biarkan ini terus menerus, dan pada akhirnya Indonesia tergantung pada impor," jelas Buwas. Menurut Buwas, kondisi yang terjadi saat ini di Indonesia yakni belum optimalnya sektor pertanian yang ada. Ia pun membandingkan kondisi dalam negeri dengan apa yang terjadi saat ini di luar negeri. "Sekarang ini, 1 hektar sawah menghasilkan 5 ton, sedangkan negara-negara lain 12 ton. Berarti ini ada masalah. Nah kita juga harus mencapai pada peningkatan 12 ton, supaya kita bisa swasembada pangan, dan kita punya ketahanan pangan, kedaulatan pangan bahkan kita nanti bisa ekspor," terang Buwas.

Dikutip detikFinance pada Senin (22/4/2019) dari CNBC Indonesia, pada tahun pertama periode pertama menjabat, Presiden Joko Widodo (Jokowi), Produk Domestik Bruto (PDB) ekonomi sektor tanaman pangan masih tumbuh 4,32%. Saat itu, pertumbuhan ekonomi secara keseluruhan masih berada di angka 4,88%. Hanya saja, hingga tahun 2018 pertumbuhan PDB sektor tanaman pangan tak mengalami peningkatan justru cenderung mengalami perlambatan pertumbuhan. Padahal, pertumbuhan ekonomi kala itu mencapai 5,17% namun pertumbuhan PDB tanaman pangan hanya 1,48%. Tercatat, selama empat tahun berturut-turut pertumbuhan PDB tanaman pangan mengalami perlambatan dari 4,32% di tahun 2015, 2,57% di tahun 2016, 2,31% di tahun 2017, hingga 1,48% di tahun 2018.

Dari data tersebut, artinya produksi tanaman pangan dalam negeri mengalami perlambatan sangat signifikan. Bila kondisi itu berlanjut hingga 5 tahun ke depan, maka bisa mengakibatkan RI jadi ketergantungan impor. Tanda-tanda RI ketergantungan impor pangan sebenarnya sudah nampak pada 4 tahun ke belakang. Terbukti, selama empat tahun ke belakang Indonesia tak pernah lolos setop mengimpor beras. Pada tahun 2018, bahkan impor beras mencapai 2,25 juta ton atau menjadi yang terbesar sejak tahun 2011. Pada tahun 2015 RI mengimpor beras sebesar 0,86 juta ton, kemudian naik di 2016 menjadi 1,28 juta ton, tahun 2017 0,31 juta ton dan 2,25 juta ton di tahun 2018. Apabila impor beras tak dilakukan maka harga bisa tak terkendali dan berdampak pada inflasi. Sebab, beras menjadi komoditas yang memiliki andil besar terhadap inflasi.

Mencermati dengan saksama pernyataan petinggi yang bertanggung jawab terhadap kedaulatan maupun ketahanan pangan di Indonesia tersebut, mau tidak mau kita (pemerintah dan masyarakat) harus berpikir lebih keras bagaimana mengurangi atau bahkan menekan impor bahan pangan guna meningkatkan pangan pokok agar berdaulat dalam rangka mewujudkan ketahanan pangan Nasional.

Kebijakan Pemerintah

Pertama kali yang harus diperhatikan oleh pemerintah ialah membenahi sektor pertanian dengan merevitalisasi infrastrukturnya. Pemerintah perlu berupaya keras untuk menambah luas lahan pertanian. Data BPS menyatakan bahwa luas lahan pertanian di Indonesia pada 2018 hanya mencapai 7,1 juta hektar atau menurun dari 2017 yang masih mencapai 7,75 juta hektar. Luas lahan pertanian itu dipastikan akan terus menyusut seiring dengan meningkatnya jumlah populasi yang tentu menambah kebutuhan akan lahan hunian. Alih lahan pertanian menjadi lahan hunian adalah problem klasik yang terus menggerus angka produksi pangan kita. Diperlukan kebijakan radikal dari pemerintah agar lahan pertanian tidak dengan mudah dikonversi menjadi lahan hunian. Selain itu, pemerintah juga perlu meremajakan kembali jaringan irigasi dan bendungan sebagai salah satu elemen vital aktivitas pertanian. Dalam konteks ini, anggaran jumbo Dana Desa idealnya bisa dimanfaatkan oleh pemerintah daerah semaksimal mungkin untuk merehabilitasi dan juga menambah saluran irigasi dan bendungan. Tidak kalah penting tentunya ialah memastikan ketersediaan benih unggul dan pupuk dengan mereformasi sistem dan mekanisme tataniaganya yang selama ini kadung karut-marut.

Dari sisi politik, perlu ada kebijakan yang melindungi para petani lokal dengan memperketat aturan impor pangan. Keran impor yang dibuka lebar oleh pemerintah terbukti telah memukul harga komoditas pangan lokal. Akibatnya, petani pun merugi dan kehilangan harapan untuk melanjutkan profesi yang ditekuninya selama bertahun-tahun.

Di Indonesia, isu pangan tidak hanya menjadi isu ekonomi, namun juga telah menjadi komoditas politik. Bukan rahasia lagi bahwa urusan pangan kerap berkelindan dengan urusan politik. Ambil satu contoh misalnya kebijakan impor beras yang lebih merupakan bentuk kebijakan politis ketimbang kebijakan yang mempertimbangkan kepentingan dan kebutuhan ekonomi nasional. Maka, membenahi persoalan pangan, apalagi terkait mewujudkan agenda kedaulatan pangan tidak merupakan pekerjaan yang membutuhkan *political will*.

Berbeda dengan era 1970-an ketika pertanian menjadi sektor primadona, kini pertanian seolah kehilangan pamornya. Hal ini terlihat dari menurun drastisnya antusias anak muda untuk menekuni profesi petani. Jurusan pertanian di sejumlah universitas pun kini cenderung sepi peminat. Pendek kata, menjadi petani bukanlah pilihan untuk meraih masa depan.

Pengetatan keran impor pangan tentu membutuhkan komitmen pemerintah sekaligus diplomasi di dunia Internasional. Sistem kapitalisme-liberal yang diterapkan hari ini acapkali tidak berpihak pada negara-negara kecil berkembang seperti Indonesia. Terutama dalam hal pertanian. Banyak aturan internasional yang justru merugikan negara kecil-berkembang. Di sinilah diperlukan diplomasi-diplomasi internasional agar industri pertanian Indonesia tidak tergilas oleh aturan perdagangan global. Masih terkait dengan impor, pemerintah bersama masyarakat perlu membangun sebuah gerakan yang bertujuan menyadarkan publik bahwa produk impor tidak selalu lebih baik ketimbang produk lokal. Selama ini, ketergantungan masyarakat pada produk lokal juga dilatari oleh adanya sikap inferior. Masyarakat kerap terjebak dalam opini klise bahwa barang impor punya kualitas lebih bagus ketimbang barang lokal. Upaya penyadaran itu tentu harus dibarengi dengan peningkatan produk lokal, baik secara kuantitas maupun kualitas.

Terakhir, yang juga tidak kalah penting ialah kita harus mengembangkan pertanian berbasis pada ilmu pengetahuan dan teknologi. Dalam konteks ini kita patut belajar dari China yang dalam satu dekade terakhir ini berhasil menjadikan sektor pertaniannya sebagai yang paling maju di dunia. Salah satu kunci keberhasilan mereka mengembangkan sektor pertanian ialah dengan melibatkan para ahli dan ilmuwan untuk mengembangkan bioteknologi.

Dikutip dari laman, di China, para ahli dan ilmuwan dengan dukungan penuh negara rajin melakukan riset bioteknologi di bidang pertanian. Riset akademik itu lantas menghasilkan berbagai temuan penting bagi dunia pertanian, mulai dari varietas benih unggul yang tahan hama cuaca dan bergizi tinggi sampai metode mekanisme penanganan pascapanen agar produk pertanian tahan lama. Riset bioteknologi di bidang pertanian bukan sama sekali tidak dikenal di negeri ini. Kita sebenarnya juga telah mengembangkan riset bioteknologi di bidang pertanian. Persoalannya adalah riset-riset itu kerap terbentur oleh cekaknya anggaran. Maka, penting bagi pemerintah untuk mengalokasikan anggaran bagi riset-riset bioteknologi di

bidang pertanian. Anggaran untuk riset itu harus dipahami sebagai investasi yang akan menghasilkan keuntungan di masa depan.

Selain tiga poin di atas tentu masih banyak hal dan persoalan yang membutuhkan perhatian pemerintah. Namun, jika tiga hal itu mampu digarap dengan maksimal, kita boleh merasa optimistis bahwa target kedaulatan pangan akan segera terwujud. Jika tidak, bisa dipastikan kita akan tetap menjadi importir alias konsumen dari industri pangan global.

Ketahanan Pangan di Daerah

Eddy Suntoro, seorang Pranata Humas Ahli Madya Kementerian Pertanian, menuliskan bahwa dalam membangun ketahanan pangan nasional, memang harus diperkuat terlebih dahulu ketahanan pangan di daerah.

Menyadari pentingnya ketahanan pangan nasional, Presiden Joko Widodo (Jokowi) meminta gubernur, bupati/wali kota memperhatikan ketersediaan pangan di daerah sehingga tidak ada yang kekurangan pangan. Ini penting apalagi di tengah pandemi.

Permintaan Presiden tepat karena berdasarkan peringatan Organisasi Pangan dan Pertanian (FAO) akan terjadi krisis pangan dunia, selama pandemi virus korona terus terjadi dan belum diketahui kapan akan berakhir. Dalam membangun ketahanan pangan nasional, memang harus diperkuat terlebih dahulu ketahanan pangan di daerah. Jika ada daerah yang mempunyai masalah pangan, tidak hanya daerah itu yang bermasalah, tetapi juga memperlemah ketahanan pangan nasional. Memperhatikan apa yang diamanatkan dalam undang-undang, untuk membangun dan memperkuat ketahanan pangan nasional, perlu sinergisme yang kuat dari berbagai kepentingan, termasuk pimpinan daerah yang bertanggung jawab dalam memenuhi kebutuhan pangan warganya.

Oleh karena itu, dalam membangun ketahanan pangan di daerah perlu langkah-langkah strategis, sebagaimana ditulis oleh Eddy Suntoro.

Pertama, pemerintah daerah harus dapat memastikan ketersediaan pangan di daerahnya cukup dan harga terkendali. Berdasarkan hal tersebut, *monitoring* ketersediaan dan harga pangan harus dilakukan setiap hari. Hal ini dapat dilakukan oleh dinas terkait dan dilaporkan kepada pimpinan daerah. Jika ada tanda terjadi kekurangan pasokan salah satu komoditas pangan yang berdampak pada naiknya harga, pemerintah daerah bisa berkoordinasi dengan Bulog/Dolog setempat atau perusahaan/distributor pangan mengguyur pasar melalui operasi pasar atau gelar pangan murah. Upaya lain yang bisa dilakukan adalah bekerja sama dengan daerah lain yang mengalami surplus, untuk mengirimkan komoditas tersebut. Melalui upaya di atas diharapkan, ketersediaan pangan teratasi dan harga stabil. *Monitoring* ketersediaan dan harga pangan harus dilakukan setiap hari oleh dinas terkait dan dilaporkan kepada pimpinan daerah.

Kedua, memperpendek dan menjamin kelancaran distribusi pangan. Untuk itu, pemerintah daerah harus memotong titik distribusi pangan yang terlalu panjang, memperlancar arus distribusi barang, serta mengawasi adanya pungutan liar, juga mengaktifkan mitra tani.

Ketiga, membangun cadangan pangan pemerintah daerah. Hal ini di antaranya, sesuai amanat UU Nomor 18 Tahun 2012 tentang Pangan, Peraturan Menteri Pertanian Nomor 11 Tahun 2018 tentang Jumlah Cadangan Beras Pemerintah Daerah. Selain itu, PP Nomor 17 Tahun 2015 tentang Ketahanan Pangan dan Gizi yang mengatur penetapan jenis dan jumlah pangan pokok tertentu sebagai cadangan pangan pemerintah provinsi oleh gubernur dan cadangan pangan pemerintah kabupaten/kota melalui perda. Pemerintah daerah harus mengalokasikan anggaran untuk pengelolaan cadangan pangannya. Dengan adanya cadangan pangan, ketahanan pangan daerah semakin kokoh, karena tidak hanya mampu memenuhi kebutuhan pangan masyarakat, tetapi juga bisa untuk bantuan bencana, stabilisasi harga melalui operasi pasar, dan sebagainya. Tak hanya ketahanan pangan daerah semakin kokoh, tetapi ketahanan dan kemandirian pangan nasional juga akan terwujud.

Keempat, optimalisasi pemanfaatan lahan pekarangan. Dengan potensi pekarangan di Indonesia seluas 10,3 juta hektare, jika dioptimalkan pemanfaatannya selain dapat memenuhi kebutuhan pangan masyarakat, juga bisa meningkatkan pendapatan keluarga.

Kelima, menggerakkan diversifikasi pangan, selain untuk mengurangi ketergantungan pada beras, juga memperbaiki pola konsumsi pangan yang lebih beragam, bergizi seimbang, dan aman. Hal ini sangat penting untuk memperbaiki gizi masyarakat.

Keenam, gubernur, bupati/wali kota sebagai pimpinan daerah dan ketua Dewan Ketahanan Pangan di daerah, perlu berkoordinasi dan bersinergi dalam pembangunan ketahanan pangan, lewat perangkat di bawahnya ataupun dengan Dolog, PT, dan satgas pangan.

Ketujuh, mengoptimalkan peran hubungan masyarakat dan media massa untuk publikasi, edukasi, dan sosialisasi kegiatan ketahanan pangan di daerah sehingga masyarakat tidak hanya mengetahui, tetapi juga akan mendukung dan berpartisipasi aktif di dalamnya.

Melalui berbagai upaya tersebut diharapkan, tidak hanya ketahanan pangan daerah semakin kokoh, tetapi ketahanan dan kemandirian pangan nasional juga akan terwujud sebagaimana diharapkan.

Simpulan

Kedaulatan pangan adalah konsep pemenuhan pangan melalui produksi lokal. Kedaulatan pangan merupakan konsep pemenuhan hak atas pangan yang berkualitas gizi baik dan sesuai secara budaya, diproduksi dengan sistem pertanian yang berkelanjutan dan ramah lingkungan. Artinya, kedaulatan pangan sangat menjunjung tinggi prinsip diversifikasi pangan sesuai dengan budaya lokal yang ada. Kedaulatan pangan juga merupakan pemenuhan hak manusia untuk menentukan sistem pertanian dan pangannya sendiri yang lebih menekankan pada pertanian berbasis keluarga, yang berdasarkan pada prinsip solidaritas. Kedaulatan pangan mendukung terwujudnya ketahanan pangan. Ketahanan pangan merupakan ukuran kepentingan terhadap gangguan pada masa depan atau ketiadaan suplai pangan penting akibat berbagai faktor seperti kekeringan, gangguan perkapalan, kelangkaan bahan bakar, ketidakstabilan ekonomi, peperangan, dan sebagainya. Penilaian ketahanan pangan dibagi menjadi keswadayaan atau keswasembadaan perorangan (*self-sufficiency*) dan ketergantungan eksternal yang membagi serangkaian faktor risiko. Dalam membangun ketahanan pangan nasional, harus diperkuat terlebih dahulu ketahanan pangan di daerah. Jika ada daerah yang mempunyai masalah pangan, tidak hanya daerah itu yang bermasalah, tetapi juga memperlemah ketahanan pangan nasional. Untuk mendukung ketahanan pangan yang baik, perlu didukung kemandirian pangan pokok. Bahan pangan pokok meliputi beras, gula, minyak goreng, terigu, kedelai, daging sapi, daging ayam, dan telur ayam.

Daftar Pustaka

- Arfi Hidayat. 2019. Jalan Terjal Mewujudkan Kedaulatan Pangan/ <https://news.detik.com/kolom/d4748220/jalan-terjal-mewujudkan-kedaulatan-pangan>. Diakses 15 Oktober 2020.
- Arif Syaefudin. 2019. Bicara Pangan, Buwas: Sadar Tidak Pakan Impor, Kedelai Impor! https://finance.detik.com/berita-ekonomi-bisnis/d-4524860/bicara-pangan-buwas-sadar-tidak-pakan-impor-kedelai-impor?_ga=2.145327740.910414335.1603117693-32384594.1603117692.
- BPS, 2011. Pengeluaran untuk Konsumsi Penduduk Indonesia 2011. Badan Pusat Statistik. Jakarta.
- FAO Agricultural and Development Economics Division (June 2006). "Food Security" (PDF) (2). Diakses tanggal 8 Oktober 2020
- Hidayah, N. 2011. Kesiapan Psikologis Masyarakat Pedesaan dan Perkotaan Menghadapi Diversifikasi Pangan Pokok. *Jurnal Humanitas*, 8(1) Januari 2011
- Kedaulatan Pangan Sekarang dan Pasca Pandemi. <https://www.greenpeace.org/indonesia/cerita/5462/kedaulatan-pangan-sekarang-dan-pasca-pandemi/>. Diakses tanggal 23 Oktober 2020.
- Kementerian Perdagangan. 2010. Peraturan Menteri Perdagangan Republik Indonesia No. 03/M-DAG/PER/1/2010 Tentang Rencana Strategis Kementerian Perdagangan Tahun 2010-2014. <http://www.kemendag.go.id/id/news/2010/04/12/peraturan-menteri-perdagangan-republik-indonesia-nomor-03m-dagper12010-tentang-rencana-strategis-kem>.
- Khudori. 2020. Urgensi Kedaulatan Pangan. <https://kolom.tempo.co/read/1336692/urgensi-kedaulatan-pangan/full&view=ok>.

- Muhammad Taufiqqurahman . 2019. Mentan Sebut Impor Bukan Barang Haram, Tapi... https://finance.detik.com/berita-ekonomi-bisnis/d-4798893/mentan-sebut-impor-bukan-barang-haram-tapi?_ga=2.171534184.910414335.1603117693-32384594.1603117692.
- Nurkhayani, E. 2009. Analisis permintaan Pangan dan Gizi di Indonesia. Tesis Pascasarjana Ilmu Ekonomi. Universitas Indonesia.
- Pandangan dan Sikap SPI tentang kedaulatan pangan. <https://spi.or.id/329/>
- Puti Aini Yasmin. 2019. Tiap Tahun Produksi Pangan RI Turun Terus. https://finance.detik.com/berita-ekonomi-bisnis/d-4520268/tiap-tahun-produksi-pangan-ri-turun-terus?_ga=2.215983711.910414335.1603117693-32384594.1603117692
- RUU Pangan Kontroversial India Disetujui. BBC. 3 September 2013.
- Saliem, H.P., M. Ariani, Y. Marisa dan T.B. Purwantini. 2002. Analisis Kerawanan Pangan Wilayah Dalam Perspektif Desentralisasi Pembangunan. Laporan Hasil Penelitian. Pusat Penelitian dan Pengembangan Sosial Ekonomi Pertanian. Bogor.
- SPI. Kedaulatan Pangan. <https://spi.or.id/isu-utama/kedaulatan-pangan/#:~:text=Kedaulatan%20Pangan%20adalah%20konsep%20pemenuhan,yang%20berkelanjutan%20dan%20ramah%20lingkungan>.
- Visi Kedaulatan Pangan Indonesia 2014 – 2024. <https://spi.or.id/visi-kedaulatan-pangan-indonesia-2014-2024/>.
- Yuliana, R. 2008. Evaluasi Perubahan Tingkat Kesejahteraan Rumah Tangga Sebagai dampak Kenaikan Harga BBM di Indonesia, Periode Februari 2005 – Maret 2006. Tesis Pascasarjana Ilmu Ekonomi. Universitas Indonesia.

Kualitas “Orak-Arik Pindang” dalam Kemasan Vakum

Gloria Dwika Theresita, Nurwantoro

Laboratorium Kimia dan Gizi Pangan, Departemen Pertanian, Fakultas Peternakan dan Pertanian,
Universitas Diponegoro, Semarang
Email: nurwantoro.tehate@gmail.com

Pendahuluan

“Orak-arik Pindang” adalah salah satu usaha pengolahan hasil perikanan yang cukup banyak diminati konsumen, karena lezat dan murah. Produk olahan ini umumnya dikemas secara tradisional dengan bambu, sehingga mudah terpapar oksigen dan mikroba dari udara. Produk olahan ini mudah mengalami penurunan kualitas akibat oksidasi lemak (menjadi tengik) dan proteinnya mudah busuk akibat pertumbuhan mikroba. Salah satu upaya untuk mengatasi hal ini adalah dengan pengemasan vakum. Metode pengemasan vakum ini mudah dan praktis. Orak-arik pindang yang dikemas vakum diharapkan dapat disimpan lebih lama, sehingga dapat memperluas jangkauan distribusi dan pemasaran. Diharapkan pula produk orak-arik pindang dalam kemasan vakum dapat meningkatkan pendapatan para pengusaha (pengrajin) olahan ikan. Peningkatan pendapatan ini dimungkinkan dapat meningkatkan ketahanan keluarga dalam mencukupi kebutuhan hidup sehari-hari.

Usaha makanan dan minuman menjadi sasaran banyak kalangan untuk memulai berwirausaha sebab pangan senantiasa dibutuhkan, akses untuk memperoleh bahan baku cukup mudah dan proses pengolahannya tidak terlalu rumit. Industri makanan dan minuman di Indonesia didominasi oleh industri skala mikro dan kecil. Berdasarkan data Biro Pusat Statistik (BPS) pada tahun 2015, sekitar 99% industri makanan dan minuman termasuk kategori industri mikro dan kecil dan sisanya merupakan kategori industri besar dan sedang. Pangan olahan dalam kemasan menjadi sasaran untuk terus dikembangkan karena tidak pernah sepi peminat dan dinilai praktis. Salah satu olahan ikan yang berpotensi untuk dikemas adalah “Orak-Arik Pindang”. Produk ini umumnya dipasarkan tanpa pengemasan yang memadai, sehingga mudah ditumbuhi mikroba dan mudah tengik akibat oksidasi lemak.

Orak-arik pindang dalam kemasan ini diharapkan mampu meningkatkan nilai tambah ikan pindang dan menjadi produk perikanan dengan masa simpan yang panjang. Produk ini dinilai praktis karena dapat langsung dikonsumsi sebagai lauk pendamping nasi dan dapat dijadikan sebagai camilan terlebih karena mulanya produk ini dipasarkan kepada masyarakat dan dijual dengan harga yang terjangkau. Namun seperti yang umumnya terjadi pada industri pangan berskala kecil, produsen kesulitan untuk memprediksi umur simpan produk (Palupi *et al.*, 2010). Oleh karena itu perlu ditelaah faktor-faktor yang berpotensi menimbulkan penurunan mutu pada produk orak-arik pindang dalam kemasan.

Orak-Arik Pindang

Orak-arik pindang merupakan produk olahan suwiran daging ikan pindang yang telah dipisahkan dengan bagian tulang dan duri yang pada prinsipnya sama dengan proses pembuatan orak-arik atau oseng-oseng pada umumnya yaitu dengan tipe penggorengan *pan frying* (Syahrizal dan Putri, 2014). Pada metode ini, minyak yang digunakan dalam jumlah yang sedikit sebagai alas dalam proses penggorengan agar bahan tidak melekat pada alat penggorengan (Dewi *et al.*, 2011). Ikan dimasak bersama telur dan dilakukan penambahan bumbu-bumbu yaitu berupa irisan bawang putih, bawang merah, bawang bombay, cabai rawit, cabai merah, cabai hijau, daun bawang, tomat, merica bubuk, gula dan garam. Selain sebagai penambah citarasa, bumbu berguna untuk memperpanjang masa simpan karena bumbu seperti bawang merah dan bawang putih mengandung senyawa antimikroba berupa *Allicin* serta dengan adanya penambahan garam berperan dalam mengikat air dan meningkatkan tekstur bahan pangan (Ratnasari *et al.*, 2017). Pemasakan dilakukan selama 1 jam 30 menit sampai 2 jam agar mendapatkan karakteristik khas produk yaitu rasa gurih yang khas, warna kecoklatan dan tekstur yang semi kering. Orak-arik pindang dibiarkan selama 3 sampai

4 jam sebelum dikemas dengan tujuan untuk meniriskan minyak sekaligus menurunkan suhu produk sebelum dikemas. Produk yang telah dikemas kemudian disimpan pada suhu ruang ditemukan mengalami kerusakan yang diketahui dari penemuan secara tidak sengaja yang disusul oleh hasil pengamatan yang secara sengaja maupun tidak sengaja dilakukan pada waktu yang bervariasi (Syarief *et al.*, 1989).

Kerusakan pada produk ditemukan dalam waktu penyimpanan satu minggu, dua minggu, adapula yang lebih dari pada dua minggu (Dewi *et al.*, 2011). Bentuk kerusakan produk perikanan ini berupa munculnya aroma agak amis dan tengik yang menyengat, rasa menjadi asam dan munculnya kapang pada produk (Irianto dan Giyatmi, 2014). Sementara itu, orak-arik pindang yang kemasannya sudah dibuka dan disimpan pada suhu ruang akan lebih cepat mengalami kerusakan dengan ditemukannya kapang setelah 2 hari penyimpanan (Imaningsih, 2013). Pada kondisi penyimpanan suhu rendah dengan waktu penyimpanan selama satu bulan, produk orak-arik pindang dalam kemasan ini masih berada dalam kondisi yang baik dan layak makan sebab pada suhu rendah aktivitas enzimatis dan mikrobiologi yang dapat mempengaruhi mutu pangan dihambat sehingga masa simpan bahan pangan lebih lama (Rozi, 2018). Sama halnya seperti mutu produk, penurunan mutu dan kerusakan yang terjadi pada waktu yang bervariasi dipengaruhi oleh faktor seperti bahan baku, proses produksi dan kondisi penyimpanan (Subramaniam, 2016).

Bahan baku

Bahan baku utama dalam pembuatan orak-arik pindang berupa ikan pindang. Daging ikan secara umum tersusun atas 66 – 84% air, 15 – 24% protein, 0,1 – 22% lemak, 1 – 3% karbohidrat dan 0,8 – 2% bahan anorganik berupa vitamin dan mineral (Suzuki, 1981). Tersedianya komponen gizi yang baik bagi pertumbuhan mikroba dan proses kimiawi yang terus berlangsung bahkan setelah ikan mati menyebabkan ikan mudah sekali mengalami kerusakan. Berbagai teknik pengawetan diterapkan untuk memperpanjang masa simpan ikan, salah satunya adalah dengan proses pemindangan. Pemindangan ikan merupakan metode pengawetan ikan secara tradisional yang paling banyak dilakukan setelah pengasinan ikan sehingga ikan pindang mudah diperoleh dengan harga yang terjangkau (Afrianto dan Liviawaty, 1989). Pemindangan ikan dilakukan dengan mengkombinasikan proses perebusan dan penggaraman tetapi biasanya ikan pindang hanya bertahan selama 2 – 4 hari (Mulyawan *et al.*, 2019).

Pemilihan bahan baku yang bermutu adalah langkah awal untuk menghasilkan produk berkualitas sekaligus upaya untuk menggeser masa simpan produk pangan agar lebih lama (Wulandari *et al.*, 2009). Ikan pindang dan bumbu-bumbu dibeli di pasar tradisional tepat sebelum proses pemasakan sehingga bahan baku yang digunakan merupakan bahan segar dan tidak mengalami proses penyimpanan di tempat produksi tetapi sering kali pembeli tidak mengetahui kondisi yang sebenarnya dari ikan pindang (Palawe, 2016). Berdasarkan hasil penelitian Sitiopan (2012) yang dilakukan dengan pengambilan sampel pada beberapa pedagang di pasar tradisional dan pasar swalayan di Kota Semarang menunjukkan bahwa ikan pindang yang dijual tidak selalu habis dalam satu hari dan ikan tersebut dijual kembali pada keesokan harinya. Selain itu, ikan pindang mudah mengalami penurunan mutu sebab dikemas menggunakan anyaman bambu yang terbuka sehingga mudah terkontaminasi oleh bakteri pembusuk yang ada pada lingkungan pasar yang tidak higienis. Mutu ikan pindang yang tidak seragam pada setiap proses produksi diduga menjadi penyebab bervariasinya waktu kerusakan pada produk (Afrianto dan Liviawaty, 1989).

Perubahan Kualitas Produk

Produk orak-arik pindang memiliki karakteristik yaitu bercitarasa gurih dan khas, berwarna kecoklatan dan bertekstur semi kering yang dihasilkan dari proses penggorengan. Namun proses penggorengan dalam waktu yang lama dengan suhu yang tinggi dapat mempengaruhi kualitas produk setelah penyimpanan. Seiring dengan lamanya waktu penyimpanan, aroma tengik dan rasa yang tidak diinginkan akibat oksidasi lemak akan muncul pada produk. Oksidasi lemak terjadi pada rantai rangkap asam lemak tak jenuh yang terekspos dengan oksigen dan kecepatan oksidasi akan bertambah seiring dengan kenaikan suhu (Hidayati *et al.*, 2017).

Minyak goreng mengandung asam lemak tidak jenuh yang selama proses penggorengan akan mengisi pori-pori yang ditinggalkan air karena menguap dari bahan pangan sehingga minyak meresap pada produk (Shahidi, 2005). Ikan juga memiliki kandungan asam lemak tidak jenuh sehingga menyebabkan

produk perikanan mudah mengalami ketengikan (Panagan *et al.*, 2011). Orak-arik pindang mengalami proses penirisan secara manual selama 3 – 4 jam, tetapi sering kali tidak ada minyak yang turun pada wadah penampung sehingga sebenarnya penirisan ini belum cukup efektif untuk mengurangi resapan minyak yang terkandung dalam produk. Kandungan minyak pada produk pangan mudah menimbulkan ketengikan maka dari itu umumnya industri abon meniriskan minyak hasil penggorengan dengan peralatan press agar minyak yang terserap selama proses penggorengan dapat keluar dari produk (Fachrudin, 1997). Perubahan kualitas produk orak-arik pindang dapat dikurangi dengan cara pengemasan vakum, sehingga diharapkan dapat memperpanjang masa simpan dan memperluas jangkauan pemasaran.

Pengemasan Vakum

Produk orak-arik pindang dikemas dengan kemasan *standing pouch*, yaitu kemasan yang dapat berdiri yang satu sisinya berbahan aluminium foil (umumnya kedap cahaya dan udara) dan sisi lainnya berbahan plastik, serta dilengkapi dengan *ziplock* untuk menutup kemasan. Kemasan dengan material plastik memiliki sifat masih dapat ditembus oleh cahaya dan udara masih dapat masuk melalui pori-pori (Bawinto *et al.*, 2015). Ketersediaan oksigen, paparan cahaya dan pada suhu yang cukup tinggi menyebabkan oksidasi lemak pada produk terus berlangsung. Ketersediaan oksigen dapat dikurangi dengan cara pengemasan vakum (Winarno, 2004).

Ketika terjadi perbedaan tekanan di dalam dan luar kemasan, uap air akan masuk ke dalam kemasan dan diserap oleh produk sehingga menyebabkan kadar air produk meningkat (Bawinto *et al.*, 2015). Kandungan air dalam bahan pangan akan mempengaruhi daya tahan produk pangan terhadap serangan mikroba. Air bebas yang digunakan untuk aktivitas metabolisme mikroba disebut dengan aktivitas air atau a_w . Ketersediaan air, oksigen dan nutrisi dalam jumlah yang cukup menjadi potensi untuk tumbuhnya mikroba selama penyimpanan (Winarno, 2004). Kapang yang tumbuh pada produk orak-arik pindang yang dapat dilihat dengan mata telanjang memiliki ciri-ciri yaitu berbentuk seperti kapas, tumbuh berkoloni, berwarna putih, abu-abu dan kehijauan. Kapang ini diduga berjenis *Penicillium* sp. dan ada kemungkinan terdapat pula kapang dengan jenis *Aspergillus* sp., kedua kapang ini sering ditemukan pada produk perikanan. *Penicillium* sp. tumbuh optimum pada suhu 25 – 35 °C, pH 4,5 – 6,7, a_w 0,99 dan kadar air minimum 12–15% dan maksimum lebih besar dari 22% (Subramaniam, 2016).

Uji Kualitas Produk

Penurunan kualitas produk perikanan khususnya dengan bahan dasar ikan laut dapat diketahui melalui pengujian trimetilamin. Trimetilamin dapat dihasilkan dari interaksi trimetilamin oksida yang secara alami terdapat pada otot ikan dengan ikatan rangkap dari asam lemak tidak jenuh yang menyebabkan munculnya bau amis dan rasa yang tidak diinginkan (Hasanah *et al.*, 2017). Trimetilamin dan senyawa volatil bersifat basa lainnya juga dihasilkan dari perombakan protein yang dilakukan oleh mikroba (Suranaya, 2017). Senyawa basa ini dapat menyebabkan kenaikan nilai pH pada produk. Untuk itu, pengujian nilai pH pada produk juga dapat dilakukan untuk mengamati kemunduran mutu produk perikanan (Kaiang *et al.*, 2016).

Pengujian terhadap oksidasi lemak sebagai tanda penurunan mutu produk pangan dapat dilakukan dengan menguji angka peroksida yang merupakan hasil dari proses oksidasi lemak. Semakin tinggi angka peroksida artinya lemak yang teroksidasi semakin banyak (Maharani *et al.*, 2012). Senyawa peroksida yang terbentuk dan kemudian berubah menjadi senyawa aldehid, keton dan asam lemak bebas akan menimbulkan aroma dan rasa yang tidak diinginkan pada produk pangan (Burhan *et al.*, 2018). Batas maksimal kandungan peroksida dalam minyak goreng berdasarkan SNI 3741:2013 adalah 10 mek O₂/ kg.

Pengujian mutu orak-arik pindang juga dapat dilakukan dengan mengukur kadar air dan nilai aktivitas air (a_w). Pengukuran kadar air dapat dilakukan dengan metode pengeringan atau metode oven dimana kadar air dihitung dari jumlah air yang hilang akibat penguapan saat pemanasan dengan oven sedangkan pengukuran aktivitas air dilakukan menggunakan a_w meter (Alinti *et al.*, 2018). Penentuan mutu berkaitan dengan hadirnya mikroba khususnya kapang dalam produk pangan dilakukan dengan menganalisa total koloni kapang menggunakan metode pengujian *total plate count* (TPC) dengan batas maksimal pertumbuhan mikroba pada ikan pindang sesuai SNI 2717:2017 adalah 1×10^5 koloni/g.

Kesimpulan

Kerusakan yang ditemukan pada produk orak-arik pindang dalam kemasan adalah berupa munculnya aroma tengik, rasa asam dan munculnya kapang pada produk. Penurunan mutu ini kemungkinan disebabkan oleh mutu bahan baku yang kurang baik, oksidasi lemak, kondisi pengemasan, dan penyimpanan yang kurang tepat. Parameter yang dapat diuji guna mengetahui kerusakan produk orak-arik pindang ini antara lain dengan pengujian trimetilamin, pengukuran pH, kadar air, aktivitas air (a_w), angka peroksida dan total koloni kapang. Langkah selanjutnya yang dapat ditempuh untuk mempertahankan kualitas produk adalah dengan pemilihan bahan baku dengan kualitas yang baik, modifikasi pada proses produksi yaitu dengan meniriskan minyak menggunakan alat peniris *spinner* dan modifikasi kemasan yang digunakan misalnya dengan menggunakan pengemasan vakum.

Daftar Pustaka

- Adiandri, R.S., Nugraha, S., & Rachmat, R., 2012. Karakteristik Mutu Fisikokimia Jamur Merang (*Volvarella volvacea*) Selama Penyimpanan dalam Berbagai Jenis Larutan dan Kemasan. *Jurnal Pascapanen*, 9(2), 77-87. <http://dx.doi.org/10.21082/jpasca.v9n2.2012.77-87>.
- Afrianto, E. & Liviawaty, E., 1989. Pengawetan dan Pengolahan Ikan. Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Alinti, Z., Timbowo, S. M., & Mentang, F., 2018. Kadar Air, pH, dan Kapang Ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis* L.) Asap Cair yang Dikemas Vakum dan Non Vakum pada Penyimpanan Dingin. *Jurnal Media Teknologi Hasil Perikanan* 6 (1) : 202-209. <https://doi.org/10.35800/mthp.6.1.2018.16851>.
- Standar Nasional Indonesia (SNI) No. 3741:2013 tentang Minyak Goreng. Badan Standarisasi Nasional (BSN), Jakarta.
- Standar Nasional Indonesia (SNI) No. 2717:2017 tentang Ikan Pindang. Badan Standarisasi Nasional (BSN), Jakarta.
- Bawinto, A.S., Mongi, E., & Kaseger, B.E., 2015. Analisa Kadar Air, pH, Organoleptik, dan Kapang pada Produk Ikan Tuna (*Thunnus* Sp) Asap, di Kelurahan Girian Bawah, Kota Bitung, Sulawesi Utara. *Jurnal Media Teknologi Hasil Perikanan* 3(2):55-65. <https://doi.org/10.35800/mthp.3.2.2015.10355>.
- Burhan, A. H., Rini, Y. P., Faramudika, E., & Widiastuti, R., 2018. Penetapan Angka Peroksida Minyak Goreng Curah Sawit pada Penggorengan Berulang Ikan Lele. *Jurnal Pendidikan Sains*, 6(02), 48-53. <https://doi.org/10.26714/jps.6.2.2018.48-53>.
- Dewi, E.N., Ibrahim, R., & Yuaniva, N., 2011. Daya simpan Abon Ikan Nila Merah (*Oreochromis niloticus* Trewavas) yang Diproses dengan Metoda Penggorengan Berbeda. *Jurnal Saintek Perikanan*, 6(1), 6-12. <https://doi.org/10.14710/ijfst.6.2.6-12>.
- Fachruddin, L., 1997. Membuat Aneka Abon. Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Gandjar, I., Sjamsuridzal, W., & Oetari, A., 2006. Mikologi Dasar dan terapan. Penerbit Obor, Jakarta.
- Hasanah, F., Lestari, N., & Adiningsih, Y., 2017. Pengendalian Senyawa Trimetilamin (TMA) dan Amonia dalam Pembuatan Margarin dari Minyak Patin. *Jurnal Kemenperin*, 34(2), 72-80. <http://dx.doi.org/10.32765/warta%20ihp.v34i2.3566>.
- Hidayati, F., Darmanto, Y.S., & Romadhon., 2017. Pengaruh Perbedaan Konsentrasi Ekstrak *Sargassum* sp. dan Lama Penyimpanan Terhadap Oksidasi Lemak Pada Fillet Ikan Patin (*Pangasius* sp.). *J. Fisheries Science and Technology*, 12(2), 116-123. <https://doi.org/10.14710/jil.15.1.64-73>.
- Imaningsih, N., 2013. Pengaruh Suhu Ruang Penyimpanan Terhadap Kualitas Susu Bubuk. *Jurnal Agrotek*, 7(1), 1-5. <https://doi.org/10.21107/agrotek.v7i1.2043>.
- Irianto, H.E. & Giyatmi, S., 2014. Teknologi Pengolahan Hasil Perikanan. UT Press, Tangerang.
- Kaiang, D.B., Montolalu, L. A. D. Y., & Montolalu, R. I., 2016. Kajian Mutu Ikan Tongkol (*Euthynnus sffinis*) Asap Utuh yang Dikemas Vakum dan Non Vakum selama 2 Hari Penyimpanan pada Suhu Kamar. *Jurnal Media Teknologi Hasil Perikanan*, 4(2), 75-84. <https://doi.org/10.35800/mthp.4.2.2016.13034>.

- Maharani, D.M., Bintoro, N., & Rahardjo, B., 2012. Kinetika perubahan ketengikan (rancidity) kacang goreng selama proses penyimpanan. *Jurnal Agritech* 32(1):15-22. <https://doi.org/10.22146/agritech.9651>.
- Mulyawan, I. B., Handayani, B. R., Dipokusumo, B., Werdiningsih, W., & Siska, A. I., 2019. Pengaruh teknik pengemasan dan jenis kemasan terhadap mutu dan daya simpan ikan pindang bumbu kuning. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 22(3), 464-475. <http://dx.doi.org/10.15578/jpbkp.v3i2.16>.
- Palawe, J.F.P., 2016. Analisis kontaminasi total mikroba pada beberapa produk ikan segar Kabupaten Kepulauan Sangihe. *Jurnal Ilmiah Tindalung*, 1(1), 1-8. <https://doi.org/10.31227/osf.io/drfgpa>.
- Palupi, N.S. F., Kusnandar, Adawiyah, D.R., & Syah, D., 2010. Penentuan umur simpan dan pengembangan model diseminasi dalam rangka percepatan adopsi teknologi mi jagung bagi UKM. *Jurnal Manajemen IKM*, 5(1), 42-52. <https://doi.org/10.29244/mikm.5.1.42-52>.
- Panagan, A. Yohandini, T. H., & Gultom, J.U., 2011. Analisis Kualitatif dan Kuantitatif Asam Lemak Tak Jenuh Omega-3 dari Minyak Ikan Patin (*Pangasius pangasius*) dengan Metoda Kromatografi Gas. *Jurnal Penelitian Sains*, 14(4), 38-42. <https://doi.org/10.26554/jps.v14i4.204>.
- Ratnasari, L., Ristiari, S., & Widodo, T. E., 2017. Pengaruh Jenis Garam Kalsium dan Lama Penyimpanan terhadap Karakteristik Sukade Lapisan Endodermis Kulit Buah Melon (*Cucumis Melo* L.). *Jurnal Teknologi Pangan dan Gizi*, 11(2), 9-17. <https://doi.org/10.33508/jtpg.v11i2.1250>.
- Rozi, A., 2018. Laju Kemunduran Mutu Ikan Lele (*Clarias* sp.) pada Penyimpanan Suhu Chilling. *Jurnal Perikanan Tropis*, 5(2), 169-182. <https://doi.org/10.35308/jpt.v5i2.1036>.
- Sitiopan, H.P., 2012. Studi Identifikasi Kandungan Formalin pada Ikan Pindang di Pasar Tradisional dan Modern Kota Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 1(2), 983 – 994.
- Shahidi, F., 2005. *Bailey's Industrial Oil and Fat Products*. John Wiley & Sons Inc., Hoboken.
- Syahrizal, S. & Putri, E. D. H., 2014. Usaha Pengelolaan Makanan untuk Meningkatkan Kualitas Makanan di Warung Makan Ulegfood Bantul. *Jurnal Khasanah Ilmu*, 5(1), 69-74. <https://doi.org/10.31294/khi.v5i1.456>
- Syarief, R., S. Santausa, dan S. Isyana., 1989. *Teknologi Pengemasan Pangan*. IPB, Bogor.
- Subramaniam, P., 2016. *The Stability and Shelf Life of Food*. 2nd Ed., Woodhead Publishing, Cambridge.
- Suranaya, P.I.G., 2017. Application of Different Fresh Fish Handling Technique on The Quality of Raw Ingredients of Pindang Production. *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada*, 19(2), 89-96. <https://doi.org/10.22146/jfs.27819>.
- Suzuki, T., 1981. *Fish and Krill Protein Processing Technology*. Applied Science Publishers Ltd., London.
- Winarno, F.G., 2004. *Kimia dan Gizi Pangan*. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Wulandari, D. A., Abida, I. W. & Farid, A., 2009. Kualitas Mutu Bahan Mentah dan Produk Akhir pada Unit Pengalengan Ikan Sardine di PT. Karya Manunggal Prima Sukses Muncar Banyuwangi. *Jurnal Kelautan*, 2(1), 40-49. <https://doi.org/10.21107/jk.v2i1.901>.

Kefir Minuman Fungsional Probiotik Untuk Meningkatkan Imunitas Tubuh

Heni Rizqiati

Laboratorium Kimia dan Gizi Pangan, Departemen Pertanian,
Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro

Email : henirizqi92@gmail.com

Pendahuluan

Pangan merupakan kebutuhan mendasar dari setiap makhluk hidup diluar sandang dan papan, yang dimana kebutuhan baik secara kuantitas maupun gizinya harus terpenuhi. Adanya perkembangan zaman serta munculnya pemahaman akan kesehatan tubuh yang lebih baik mendorong timbulnya produk pangan fungsional yang dimana produk pangan fungsional tidak hanya sebagai kebutuhan utama tetapi juga dapat memberikan *added value* pada konsumen terutama pada kesehatan konsumen. Salah satu produk pangan yang sangat dikenal masyarakat dengan kandungan nutrisi yang sangat lengkap dan juga dipercaya dapat meningkatkan imunitas tubuh adalah susu. Susu merupakan produk pangan yang sangat bernutrisi dan mengandung banyak makro dan mikronutrien didalamnya (Iqbal *et al.*, 2015). Kandungan gizi yang terdapat dalam 100g susu yakni lemak 1g, kolesterol 5mg, sodium 44mg, potassium 150mg, karbohidrat 5 g, protein 3,4g, vitamin, mineral seperti Ca, Fe, Mg, dan cobalamin (Barlowska *et al.*, 2011). Selain lengkapnya nutrisi, susu juga memiliki komponen bioaktif yang dapat mendukung kesehatan dari konsumen. Adanya komponen peptide bioaktif dalam susu dapat menjadi target pengembangan produk pangan fungsional (Park dan Nam, 2015). Komponen peptide bioaktif yang dihasilkan dari susu yakni hasil proteolysis kasein seperti α -, β -, γ - and κ -casein serta whey protein seperti β -lactoglobulin, α -lactalbumin, serum albumin, immunoglobulins, lactoferrin, dan pecahan protease-pepton (Marccone *et al.*, 2017). Kandungan lactoglobulin, immunoglobulin dan lactoferrin pada susu salah satu kontributor terbesar dalam peningkatan imunitas tubuh yang berasal dari susu. Laktoferrin dalam susu dapat memberikan banyak keuntungan seperti perkembangan imun dan proteksi dari serangan virus, jamur, maupun infeksi mikroba (Donova, 2016). Susu juga tergolong bahan pangan yang cukup versatile dimana hingga saat ini sudah banyak dilakukan pengolahan, dengan salah satu teknik pengolahan yang cukup terkenal adalah fermentasi.

Fermentasi dari produk susu cukup dikenal dan digemari oleh masyarakat. Fermentasi adalah teknik pengolahan yang memanfaatkan mikroba sebagai agen fermentasi untuk meningkatkan kualitas produk maupun menciptakan produk baru. Fermentasi juga dapat berfungsi untuk memberikan sifat fungsional dan kesehatan pada produk yang dihasilkan (Perna *et al.*, 2015). Beberapa atribut fungsional yang dapat dihasilkan dari proses fermentasi adalah antihipertensi (Beltran-Barrientos *et al.*, 2016), antiobesitas, antimutagenic dan peningkat imun tubuh (Galdeano *et al.*, 2010). Atribut fungsional peningkat imun (*immunomodulator*) dalam produk pangan saat ini sangat dicari, dimana *immunomodulator* dalam produk dapat berfungsi untuk mestimulasi, menekan dan memodulasi aspek apapun dalam sistem imun (Kumar *et al.*, 2012), sehingga dalam hal ini terutama di era covid-19 produk fungsional dengan atribut peningkat imun merupakan suatu hal yang penting. Produk pangan fermentasi yang sudah banyak diterapkan masyarakat yakni yogurt, sour cream, kefir, dan koumiss (Hati *et al.*, 2013). Selain itu mayoritas pangan fungsional yang dikenal masyarakat saat ini yakni berasal dari produk produk fermentasi baik yang berbasis pada susu seperti yogurt dan kefir. Komponen probiotik pada yogurt dapat memberikan sifat fungsional seperti antidiabetes dan antioksidan pada tubuh (Ejtahed *et al.*, 2012). Komponen peptide bioaktif dalam kefir dan komponen eksopolisakarida kefir dalam kefir dapat memberikan sifat fungsional pada produk (Leite *et al.*, 2015). Adanya sifat peningkat imun maupun sifat fungsional lainnya dalam produk kefir menjadikannya suatu produk yang cukup baik untuk dikonsumsi, tetapi dengan rendahnya pemahaman masyarakat akan produk kefir, maupun probiotik dan sifat fungsional dari produk tersebut menjadikan taraf

konsumsi produk tersebut cukup rendah. Maka dari itu dibutuhkan pemahaman berlebih akan produk kefir, probiotik dan sifat fungsional yang dihasilkan.

Kefir

Kefir adalah suatu produk olahan susu yang menggunakan teknik fermentasi sebagai proses utama dalam pengolahannya. Bahan baku dari kefir dapat berasal dari susu hewani baik sapi, kambing, unta, domba, maupun kerbau (Farag *et al.*, 2020). Kefir pada umumnya tersusun atas 90% air, 3% protein, 0,2% lemak, 6% gula, 0,7% abu, 1% asam laktat, 0,48% alkohol dan 201,7-277,0 mL/L CO₂ (Prado *et al.*, 2015). Kefir sendiri merupakan produk fermentasi yang berasal dari pegunungan Caucasus di Eropa timur yang menggunakan susu hewani sebagai bahan utamanya. Kefir secara garis besar dibagi menjadi kefir optima, kefir prima, kefir whey, dan krim kefir. Kefir optima adalah kefir yang tercampur antara curd dan whey sedangkan kefir prima adalah curd dari kefir yang dihasilkan (Triwibowo *et al.*, 2020). Kefir optima memiliki warna putih dan berbentuk cair sama seperti susu, dengan rasa yang asam, kefir optima juga salah satu produk yang cukup banyak dikonsumsi masyarakat pada umumnya. Produk kefir lainnya adalah kefir prima dan kefir whey. Kefir whey adalah cairan yang dihasilkan setelah proses fermentasi kefir selain curd. Kefir whey juga dapat dihasilkan menggunakan bahan baku whey susu yang dimana dipercaya memiliki banyak kandungan peptida bioaktif yang dapat memberikan manfaat kesehatan bagi tubuh. Whey susu memiliki peptide aktif seperti lactoferrin dan laktoperoksidase yang dapat berfungsi untuk mendukung kesehatan dalam tubuh. Produk kefir lainnya adalah krim kefir yang merupakan produk kefir yang hanya menggunakan lapisan krimnya saja.

Pada umumnya proses pembuatan kefir dilakukan dengan cara fermentasi pada suhu ruang. Proses fermentasi pada produk kefir menggunakan kumpulan mikroba kompleks yang disebut dengan grain kefir. Grain kefir adalah kumpulan dari mikroba dan jamur yang bertanggung jawab dalam menghasilkan rasa unik dari kefir (Dertli dan Con, 2017). Komponen mikroba pada grain kefir meliputi bakteri asam laktat, bakteri asam asetat dan khamir (Hikmetoglu *et al.*, 2020). Berbeda dengan produk fermentasi lainnya, kefir memiliki sensasi rasa yang sedikit lebih masam dan bersoda pada produk. Sensasi asam yang dihasilkan pada produk kefir disebabkan oleh komponen asam laktat dalam produk (Oh *et al.*, 2013). Adanya bakteri asam asetat pada produk kefir juga dapat menghidrolisi alkohol dan menghasilkan asam asetat. Dalam proses fermentasi kefir juga digunakan khamir (*yeast*) yang dimana dapat berkontribusi dalam menghasilkan rasa bersoda dari produk. Kandungan CO₂ dan alkohol dalam produk dapat memberikan sensasi bersoda dari produk kefir yang dihasilkan akibat adanya peran dari khamir (Tomar *et al.*, 2020). Proses fermentasi dengan khamir seperti *Saccharomyces sp.* maupun bakteri seperti *Lactobacillus kefir*, dan *candida kefir* pada produk kefir juga dapat menghasilkan senyawa alkohol (Magalhaes *et al.*, 2011), sehingga proses fermentasi dari kefir yang terlalu lama dapat menyebabkan tingginya kadar alkohol dalam produk yang dihasilkan.

Probiotik

Pada umumnya proses pembuatan kefir melibatkan peranan mikroba yang berfungsi untuk memecah komponen laktosa dalam susu menjadi komponen yang lebih sederhana seperti asam laktat, CO₂, asam asetat dan komponen lainnya sehingga menghasilkan produk kefir itu sendiri. Mikroba yang digunakan dalam grain kefir mayoritas tergolong dalam mikroba probiotik yang baik untuk kesehatan tubuh. Pada umumnya mikroba probiotik itu sendiri adalah mikroba hidup baik bakteri maupun khamir yang dapat memberikan dampak kesehatan dengan menjaga keseimbangan mikroba dalam usus (Mohammadi *et al.*, 2011), yang dimana secara garis besar terdapat mayoritas dalam mikroba golongan *Lactobacillus* dan *Bifidobacterium* (Rossi *et al.*, 2011). Suatu mikroba dapat dikategorikan probiotik juga harus memenuhi beberapa kriteria tertentu seperti ketahanan terhadap senyawa fenol, pH rendah, ketahanan terhadap kadar garam tinggi dan garam empedu dalam tubuh (Divya *et al.*, 2012). Potensi mikroba probiotik harus dapat tahan dalam asam lambung dan garam empedu, dapat menempel dalam lapisan epitel usus, memiliki kemampuan antimikroba, dan dapat menurunkan penmpelan pathogen pada saluran pencernaan (Guimaraes *et al.*, 2019).

Komponen probiotik dalam produk fermentasi tergolong cukup penting, dimana dengan keberadaan mikroba probiotik dalam produk dapat meningkatkan fungsionalitas dari produk tersebut. Sifat fungsionalitas dari mikroba probiotik antara lain dapat menjaga stabilitas microflora dalam usus, dan meningkatkan resistensi terhadap mikroba patogen (Tripathi dan Giri, 2014), menurunkan kemungkinan infeksi dalam usus oleh mikroba pathogen dan menurunkan kecenderungan untuk infeksi (Piewngam *et al.*, 2018), dan menurunkan kadar kolesterol dalam tubuh (Guo *et al.*, 2015), sehingga produk dengan kandungan probiotik yang tinggi dapat menghasilkan sifat-sifat fungsional tersebut.

Manfaat dan Sifat Fungsional Kefir

Kefir saat ini sudah banyak dikenal sebagai salah satu sumber pangan fungsional yang cukup baik. Kefir sebagai salah satu produk pangan fungsional dengan proses fermentasi memiliki komponen bioaktif yang cukup tinggi serta mengandung komponen lainnya yang dapat mendukung kesehatan tubuh. Kefir mengandung asam amino esensial serta bakteri dan khamir yang dapat menguntungkan kesehatan manusia (Kivanc dan Yapici, 2015). Kefir juga dapat menghasilkan asam organik seperti asam laktat dan asam asetat, karbon dioksida, hydrogen peroksida, ethanol, diaseil dan bacteriosin yang dapat berfungsi sebagai anti bakteri (Nogay, 2019). Kefir juga dapat memberikan sifat anti inflamasi, immunomodulasi, antimikroba dan antiproliferative dalam tubuh (Zhen *et al.*, 2013). Adanya kandungan kefir sebagai salah satu contoh eksopolisakarida dalam produk kefir juga dapat memberikan sifat fungsional pada produk. Eksopolisakarida kefir yang dihasilkan dari *Lactobacilli* dapat memberikan manfaat seperti anti tumor, antioksidan, dan immunomodulasi (Rajoka *et al.*, 2019). Selain itu adanya komponen probiotik maupun mikroba lainnya dalam kefir juga dapat berfungsi untuk meningkatkan sifat fungsionalitas produk dan menghasilkan senyawa bioaktif dalam produk tersebut. Komponen probiotik dalam produk kefir dapat memberikan manfaat kesehatan dimana penggunaan bakteri asam laktat dalam produk fermentasi dapat menghasilkan senyawa peptida yang dapat memberikan sifat antimikroba pathogen dalam tubuh (Messaoudi *et al.*, 2013). Kandungan probiotik dalam kefir yang dapat digolongkan sebagai produk probiotik yakni sebanyak 10^6 cfu/gr atau 10^6 cfu/ml (Kok-tas *et al.*, 2013). Komponen probiotik BAL yang digunakan dalam produk kefir dapat menghasilkan bacteriosin dan nisin yang dapat bersifat sebagai antimikroba (Jiang *et al.*, 2012).

Konsumsi dari produk kefir juga dapat meningkatkan imunitas dari tubuh yang dimana disebabkan baik dari kandungan dari produknya seperti senyawa lactoferrin dan immunoglobulin maupun akibat kandungan mikroba probiotik didalamnya. Komponen penguat imun (*immunomodulator*) dalam kefir dapat berasal dari peptida dan asam amino yang dihasilkan (Nagai dan Tamang, 2010). Adanya komponen probiotik dalam kefir juga dapat berkontribusi dalam peningkatan imunitas dalam tubuh. Komponen probiotik dapat menstimulasi sistem imun dalam tubuh (Ashraf dan Shah, 2014). Adanya komponen probiotik dalam produk kefir dapat menghasilkan sifat inhibisi dari angiotensin converting enzyme dalam tubuh (Quiros *et al.*, 2005), terhambatnya ACE dari tubuh akibat konsumsi kefir dapat juga membantu dalam atribut antihipertensi yang diberikan pada tubuh (Shu *et al.*, 2020).

Kesimpulan

Kefir merupakan produk fermentasi yang menggunakan kompleks mikroba yang disebut dengan grain kefir. Grain kefir terdiri atas mikroba probiotik yang mayoritas berasal dari kategori bakteri asam laktat, bakteri asam asetat, dan khamir. Komponen probiotik dalam produk kefir juga dapat memberikan sifat fungsional seperti anti tumor, anti hipertensi, immunomodulator, dan sifat fungsional lainnya yang dapat memberikan kontribusi terhadap kesehatan tubuh.

Daftar Pustaka

- Ashraf, R., & Shah, N. P., 2014. Immune system stimulation by probiotic microorganisms. *Critical reviews in food science and nutrition*, 54(7), 938-956. DOI: <https://doi.org/10.1080/10408398.2011.619671>
- Barłowska, J., Szwajkowska, M., Litwińczuk, Z., & Król, J., 2011. Nutritional value and technological suitability of milk from various animal species used for dairy production. *Comprehensive reviews*

- in food science and food safety, 10(6), 291-302. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2011.00163.x>
- Beltrán-Barrientos, L. M., Hernández-Mendoza, A., Torres-Llancez, M. J., González-Córdova, A. F., & Vallejo-Córdova, B., 2016. Invited review: Fermented milk as antihypertensive functional food. *Journal of dairy science*, 99(6), 4099-4110. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10054>
- Dertli, E., & Çon, A. H., 2017. Microbial diversity of traditional kefir grains and their role on kefir aroma. *LWT-Food Science and Technology*, 85, 151-157. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.07.017>
- Divya, J. B., Varsha, K. K., & Nampoothiri, K. M., 2012. Newly isolated lactic acid bacteria with probiotic features for potential application in food industry. *Applied biochemistry and biotechnology*, 167(5), 1314-1324. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12010-012-9561-7>
- Donovan, S. M., 2016. The role of lactoferrin in gastrointestinal and immune development and function: a preclinical perspective. *The Journal of pediatrics*, 173, S16-S28. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2016.02.072>
- Ejtahed, H. S., Mohtadi-Nia, J., Homayouni-Rad, A., Niafar, M., Asghari-Jafarabadi, M., & Mofid, V., 2012. Probiotic yogurt improves antioxidant status in type 2 diabetic patients. *Nutrition*, 28(5), 539-543. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.nut.2011.08.013>
- Farag, M. A., Jomaa, S. A., & El-Wahed, A. A., 2020. The Many Faces of Kefir Fermented Dairy Products: Quality Characteristics, Flavour Chemistry, Nutritional Value, Health Benefits, and Safety. *Nutrients*, 12(2), 346. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu12020346>
- Galdeano, C. M., de Leblanc, A. D. M., Dogi, C., & Perdigon, G., 2010. Lactic acid bacteria as immunomodulators of the gut-associated immune system. *Biotechnology of Lactic Acid Bacteria: Novel Applications*, Wiley-Blackwell, Ames, IA, 125-140.
- Guimarães, J. T., Balthazar, C. F., Scudino, H., Pimentel, T. C., Esmerino, E. A., Ashokkumar, M., Freitas, M. Q., & Cruz, A. G., 2019. High-intensity ultrasound: a novel technology for the development of probiotic and prebiotic dairy products. *Ultrasonics sonochemistry*, 57, 12-21. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2019.05.004>
- Guo, C. F., Zhang, S., Yuan, Y. H., Yue, T. L., & Li, J. Y., 2015. Comparison of lactobacilli isolated from Chinese suan-tsai and koumiss for their probiotic and functional properties. *Journal of Functional Foods*, 12, 294-302. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jff.2014.11.029>
- Hati, S., Mandal, S., & Prajapati, J. B., 2013. Novel starters for value added fermented dairy products. *Current Research in Nutrition and Food Science Journal*, 1(1), 83-91. DOI : <http://dx.doi.org/10.12944/CRNFSJ.1.1.09>
- Hikmetoglu, M., Sogut, E., Sogut, O., Gokirmakli, C., & Guzel-Seydim, Z. B., 2020. Changes in carbohydrate profile in kefir fermentation. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*, 100220. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bcdf.2020.100220>
- Iqbal, S. Z., Jinap, S., Pirouz, A. A., & Faizal, A. A., 2015. Aflatoxin M1 in milk and dairy products, occurrence and recent challenges: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 46(1), 110-119. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2015.08.005>
- Jiang, J., Shi, B., Zhu, D., Cai, Q., Chen, Y., Li, J., et al., 2012. Characterization of a novel bacteriocin produced by *Lactobacillus sakei* LSJ618 isolated from traditional Chinese fermented radish. *Food Control* 23, 338-344. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2011.07.027>
- Kıvanç, M., & Yapıcı, E., 2015. Kefir as a probiotic dairy beverage: determination lactic acid bacteria and yeast. *International Journal of Food Engineering*, 1(1), 55-60. doi: 10.18178/ijfe.1.1.55-60
- Kök-Taş, T., Seydim, A. C., Özer, B., & Guzel-Seydim, Z. B., 2013. Effects of different fermentation parameters on quality characteristics of kefir. *Journal of dairy science*, 96(2), 780-789. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2012-5753>
- Kumar, D., Arya, V., Kaur, R., Bhat, Z. A., Gupta, V. K., & Kumar, V., 2012. A review of immunomodulators in the Indian traditional health care system. *Journal of Microbiology, Immunology and Infection*, 45(3), 165-184. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jmii.2011.09.030>

- Leite, A. M., Miguel, M. A. L., Peixoto, R. S., Ruas-Madiedo, P., Paschoalin, V. M. F., Mayo, B., & Delgado, S., 2015. Probiotic potential of selected lactic acid bacteria strains isolated from Brazilian kefir grains. *Journal of dairy science*, 98(6), 3622-3632. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2014-9265>
- Magalhães, K. T., Pereira, G. V. D. M., Campos, C. R., Dragone, G., & Schwan, R. F., 2011. Brazilian kefir: structure, microbial communities and chemical composition. *Brazilian Journal of Microbiology*, 42(2), 693-702. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1517-83822011000200034>
- Marcone, S., Belton, O., & Fitzgerald, D. J., 2017. Milk derived bioactive peptides and their health promoting effects: a potential role in atherosclerosis. *British journal of clinical pharmacology*, 83(1), 152-162. DOI: <https://doi.org/10.1111/bcp.13002>
- Messaoudi, S., Manai, M., Kergourlay, G., Prévost, H., Connil, N., Chobert, J. M., & Dousset, X., 2013. *Lactobacillus salivarius*: bacteriocin and probiotic activity. *Food microbiology*, 36(2), 296-304. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fm.2013.05.010>
- Mohammadi, R., Mortazavian, A. M., Khosrokhavar, R., & da Cruz, A. G., 2011. Probiotic ice cream: viability of probiotic bacteria and sensory properties. *Annals of microbiology*, 61(3), 411-424. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13213-010-0188-z>
- Nagai, T., and Tamang, J. P., 2010. "Fermented soybeans and non-soybeans legume foods," in *Fermented Foods and Beverages of the World*, eds J. P. Tamang and K. Kailasapathy (New York, NY: CRC Press), 191–224.
- Noğay, N. H., 2019. Kefir beverage and its effects on health. In *Milk-Based Beverages* (pp. 273-296). Woodhead Publishing.
- Oh, N. S., Lee, H. A., Myung, J. H., Lee, J. Y., Joung, J. Y., Shin, Y. K., & Baick, S. C., 2013. Effect of different commercial oligosaccharides on the fermentation properties in kefir during fermentation. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 33(3), 325-330. DOI <http://dx.do.org/10.5851/kosfa.2013.33.3.325>
- Park, Y. W., & Nam, M. S., 2015. Bioactive peptides in milk and dairy products: a review. *Korean journal for food science of animal resources*, 35(6), 831. DOI: 10.5851/kosfa.2015.35.6.831
- Perna, A., Intaglietta, I., Simonetti, A., & Gambacorta, E., 2015. Donkey milk for manufacture of novel functional fermented beverages. *Journal of food science*, 80(6), S1352-S1359. DOI: <https://doi.org/10.1111/1750-3841.12862>
- Piewngam, P., Zheng, Y., Nguyen, T. H., Dickey, S. W., Joo, H. S., Villaruz, A. E., Gløse, K. A., Fisher, E.L., Hunt, R. L., Li, B., Chioi, J., Pharkjaksu, S., Khongthong, S., Cheung, G. Y. C., Kiratisin, P., & Otto, M., 2018. Pathogen elimination by probiotic *Bacillus* via signalling interference. *Nature*, 562(7728), 532-537. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0616-y>
- Prado, M. R., Blandón, L. M., Vandenberghe, L. P., Rodrigues, C., Castro, G. R., Thomaz-Soccol, V., & Soccol, C. R., 2015. Milk kefir: composition, microbial cultures, biological activities, and related products. *Frontiers in microbiology*, 6, 1177. DOI: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2015.01177>
- Quiros, A., Hernandez-Ledesma, B., Ramos, M., Amigo, L., and Recio, I., 2005. Angiotensin-converting enzyme inhibitory activity of peptides derived from caprine kefir. *J. Dairy Sci.* 88, 3480–3487. DOI: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(05\)73032-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)73032-0)
- Rajoka, M. S. R., Mehwish, H. M., Fang, H., Padhiar, A. A., Zeng, X., Khurshid, M., He, Z., & Zhao, L., 2019. Characterization and anti-tumor activity of exopolysaccharide produced by *Lactobacillus kefiri* isolated from Chinese kefir grains. *Journal of Functional Foods*, 63, 103588. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jff.2019.103588>
- Rossi, M., Amaretti, A., & Raimondi, S., 2011. Folate production by probiotic bacteria. *Nutrients*, 3(1), 118-134. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu3010118>
- Shu, G., Ma, L., Chen, L., Guo, M., Guo, Y., & Chen, H., 2020. Goat milk Kefir with ACE inhibitory activity: Preparation and storage stability evaluation. *Journal of Food Processing and Preservation*, 44(5), e14417. DOI: <https://doi.org/10.1111/jfpp.14417>
- Tomar, O., AKARCA, G., ÇAĞLAR, A., Beykaya, M., & GÖK, V., 2020. The effects of kefir grain and starter culture on kefir produced from cow and buffalo milk during storage periods. *Food Science and Technology*, 40(1), 238-244. DOI: <https://doi.org/10.1590/fst.39418>

- Tripathi, M. K., & Giri, S. K., 2014. Probiotic functional foods: Survival of probiotics during processing and storage. *Journal of functional foods*, 9, 225-241. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jff.2014.04.030>
- Triwibowo, B., Wicaksono, R., Antika, Y., Ermi, S., Jarmiati, A., Setiadi, A. A., & Syahriar, R., 2020. The effect of kefir grain concentration and fermentation duration on characteristics of cow milk-based kefir. In *J. Physics: Conference Series* (Vol. 1444, No. 1, p. 012001). IOP Publishing.
- Zheng, Y., Lu, Y., Wang, J., Yang, L., Pan, C., & Huang, Y., 2013. Probiotic properties of *Lactobacillus* strains isolated from Tibetan kefir grains. *PloS one*, 8(7), e69868. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0069868>

Sentuhan Teknologi Untuk Kearifan Lokal Penanganan Pasca Panen dan Pengolahan Aneka Pangan Pokok Masyarakat Jawa Tengah

Setya Budi Muhammad Abduh

Laboratorium Kimia dan Gizi Pangan, Departemen Pertanian, Fakultas Peternakan dan Pertanian,
Universitas Diponegoro

Email : setyaabduh@gmail.com

Pendahuluan

Jagung, singkong, ubi dan kentang adalah pangan yang bisa ditemukan di hampir setiap kabupaten di Jawa Tengah. Temanggung, Wonosobo dan Wonogiri bisa disebutkan Sebagian di antaranya. Pada musim panen, mereka menjadi pangan pokok selain nasi. Sayangnya, pangan tersebut kalah pamor dibandingkan nasi. Padahal sejatinya, pangan tersebut tidak kalah bergizi dibandingkan nasi. Bahkan sebagian memiliki kandungan gizi yang ditemukan dalam jumlah rendah pada nasi.

Nasi, singkong, ubi, dan kentang memiliki kesamaan. Mereka menjadi pangan sumber energi berupa pati. Pati adalah polisakarida berupa struktur granula semikristal yang tersusun oleh glukosa yang saling tersambung melalui ikatan alfa-1,4. Dalam saluran pencernaan, ikatan glukosa pada pati terputus sehingga menghasilkan glukosa bebas yang dapat diserap usus halus, lalu disalurkan melalui pembuluh darah ke seluruh tubuh sebagai sumber energi bagi sel pada berbagai organ. Selain pati, jagung, ubi rambat dan kentang mengandung gizi lain dalam jumlah yang lebih banyak dibandingkan nasi. Tampilan mereka yang berwarna-warni menunjukkan adanya pigmen warna dari berbagai kelompok seperti carotenoid, fenol dan flavonoid. Zat pigmen dalam pangan bermanfaat di antaranya untuk kesehatan mata dan kulit (Roberts *et al.*, 2009) sebagai antioksidan (Del Pozo-Insfran *et al.*, 2006).

Serat pangan juga ditemukan pada jagung, ubi jalar dan kentang lebih banyak dibandingkan nasi. Serat pangan dari tanaman adalah polisakarida yang tersusun oleh berbagai jenis monosakarida yang saling tersambung melalui ikatan beta. Saluran pencernaan manusia tidak menghasilkan enzim yang bisa memutus ikatan beta ini. Oleh karenanya, manusia tidak dapat mencerna serat tanaman yang banyak terdapat dalam sayur dan buah. Serat pangan berguna dalam mengurangi resiko kanker usus besar. Serat pangan berguna dalam usus besar sebagai nutrient bagi microbiome yang ada di sana. Produk metabolisme mikrobioma ini yang diduga berperan dalam mengurangi resiko kanker usus besar. Kajian mutakhir bahkan menunjukkan bahwa mikrobioma dalam usus besar berperan dalam kinerja kognisi otak makhluk inangnya (Sarkar *et al.*, 2018). Oleh karenanya, serat pangan semakin diperhitungkan karena bermanfaat dalam mengurangi resiko kanker usus besar. Serat pangan adalah komponen pangan yang tidak dicerna dalam lambung dan usus halus,

Fungsi fisiologi serat pangan juga dimiliki oleh apa yang disebut sebagai pati resisten. Sementara itu, pati resisten adalah pati yang tidak dicerna oleh usus halus namun terus terbawa hingga usus besar. Secara teknis, pati resisten didefinisikan sebagai pati yang dalam pencernaan *in vitro* baru terhidrolisis menjadi glukosa dalam waktu lebih dari 120 menit. Secara fisiologis, pati resisten baru meningkatkan gula darah setelah 120 menit sehingga gula darah terjaga rendah Ketika mengkonsumsi pati ini. Pangan dengan karakter semacam ini disebut pangan dengan indek glikemik yang rendah. Pati resisten dibedakan menjadi 5 jenis (Svihus & Hervik 2016). Jenis pertama adalah pati yang masih terlindung dalam organ tanaman, misalnya beras yang masih terlindung bulir padi. Jenis kedua adalah pati yang sudah bebas dari perlindungan fisik organ tanaman tetapi masih dalam kondisi granula yang utuh. Jenis kedua ini adalah pati yang masih dalam kondisi belum dimasak, misalnya beras yang belum dimasak menjadi nasi. Jenis ketiga adalah pati yang sudah dimasak namun mengalami kristalisasi kembali karena suhu rendah. Contohnya adalah nasi yang didinginkan. Jenis keempat adalah pati resisten yang dibuat melalui proses kimiawi seperti acetylaso, hydroxypropylasi, octenyl-succinylassi, dan ikatan silang. Jenis kelima adalah pati dengan

komponen amylose yang melilit lemak. Jenis pati resisten ini ditemukan dalam pati jagung (Leong *et al.*, 2019; Svihus & Hervik 2016).

Kegiatan bertani dan makan merupakan bagian dari kebudayaan. Dalam hal penanganan pasca panen, masyarakat pedesaan memiliki budaya dan kearifan local yang bernilai, sesuai dengan karakter masyarakat, lingkungan dan pangan mereka. Sekedar contoh, masyarakat pedesaan biasa mengawetkan hasil panen jagung mereka dengan menempatkannya di langit-langit tungku pemasakan di dapur dalam kondisi belum dikupas dan belum dipipil. Dengan cara ini, mereka memanfaatkan sisa panas dari kegiatan memasak untuk pengeringan jagung.

Selanjutnya, jagung diolah menjadi gronjol dengan cara memipil, mengukus dan mencampurkannya dengan parutan kelapa. Gronjol ini mengingatkan kita pada pati resisten jenis kelima yang telah disampaikan sebelumnya. Selama dibuat, pengukusan bersamaan dengan asam lemak dari kelapa memungkinkan terbentuknya pati resisten yang lebih intens. Gronjol jagung juga memiliki aspek *low processed food* yang telah menjadi trend global. *Low processed food* adalah pangan yang diolah secara minimal untuk menjaga manfaat aslinya yang telah disediakan oleh alam. Pengolahan yang dilakukan ditujukan utamanya untuk sekedar mencegah kerusakan. *Low processed food* sekaligus menghindari apa yang disebut kontaminan pangan akibat pengolahan. Contoh dari kontaminan pangan ini adalah acrylamide (Friedman 2015) dan furan (Fan 2005) yang dapat terbentuk pada pengolahan pangan dengan suhu tinggi.

Kearifan lokal semacam ini perlu dipelihara dan diberdayakan. Caranya dengan mengkampanyekan manfaatnya secara masif ke masyarakat luas untuk menciptakan permintaan pasar. Di era sosial media, kampanye semacam ini bukanlah urusan yang sulit. Di sisi hulu, ketersediaan bahan baku perlu dijaga. Selain dengan meningkatkan produktivitas tanaman, umur simpan produk pasca panen perlu dijaga untuk menjaga ketersediaan di luar musim panen. Selanjutnya, pengolahan dan pemasarannya perlu disentuh dengan teknologi yang menjaga mutu dan manfaatnya supaya bertahan dalam waktu yang cukup hingga disajikan di tangan para konsumen.

Iklim tropis yang lembab dengan suhu hangat mendukung fisiologi pasca panen yang menyebabkan kehilangan pangan (*food loss*). Selain peristiwa enzimatik dalam pangan, aktivitas mikroba seperti fungi berperan dalam kehilangan pasca panen. Pengeringan menjadi salah satu pilihan cara untuk mengurangi kehilangan pangan ini. Kunci dari metode pengeringan adalah memanaskan ruangan untuk menurunkan kelembaban atmosfer lalu mensirkulasikan atmosfer yang telah dikeringkan. Sumber panas bisa berasal dari matahari maupun api sebagaimana yang terjadi pada tungku masak. Sirkulasi udara dapat dilakukan dengan mengatur lubang ventilasi yang sesuai sehingga aliran masuk dan keluar dalam ruangan pengering sesuai dengan kapasitas udara kering yang telah dihasilkan.

Untuk memberdayakan kearifan lokal, aspek pengolahan yang telah dilakukan masyarakat perlu disertai dengan prinsip produksi pangan yang baik serta prinsip sanitasi yang baik. Manfaat penerapan kedua prinsip ini adalah mutu dan keamanan produk menjadi lebih terjaga. Setelah produk dihasilkan, umur simpannya perlu diperpanjang guna menjamin produk dapat sampai ke tangan konsumen dengan mutu dan keamanan yang terjaga. Pada tahap ini, tantangannya masih sama dengan kerusakan pasca panen, yaitu iklim tropis yang mendukung kerusakan enzimatik dan mikrobiologi. Untuk mengantisipasinya, berbagai pilihan teknologi pengemasan dapat diambil dengan mempertimbangkan fisibilitasnya. Salah satu pilihan yang potensial adalah dengan kemasan vakum. Ongkos teknik pengemasan ini relative terjangkau dan peralatan yang dibutuhkan relative bisa diperoleh dengan harga mulai kurang dari 1 juta rupiah. Teknik pengemasan ini berprinsip pada mengurangi serendah mungkin kandungan oksigen dalam kemasan sehingga reaksi kerusakan oksidasi dan mikrobiologis dapat jauh berkurang.

Selain memanfaatkan teknik pengemasan yang sesuai, distribusi produk perlu memanfaatkan fasilitas pendingin yang sudah banyak terdapat di toko pengecer dan pasar moderen untuk dapat memperpanjang umur simpannya. Tampilan kemasan yang menarik dan informatif terhadap manfaat produk pangan lokal juga sekaligus berperan sebagai media promosi yang tepat. Dengan metode yang disampaikan di atas, petani, pengolah, pemasar dan konsumen dapat berperan dan mengambil manfaat secara saling menguntungkan.

Daftar Pustaka

- Del Pozo-Insfran, D., Brenes, C. H., Saldivar, S. O. S., & Talcott, S. T., 2006. Polyphenolic and antioxidant content of white and blue corn (*Zea mays* L.) products. *Food Research International*, 39(6), 696-703.
- Fan, X., 2005. Formation of furan from carbohydrates and ascorbic acid following exposure to ionizing radiation and thermal processing. *Journal of agricultural and food chemistry*, 53(20), 7826-7831.
- Friedman, M., 2015. Acrylamide: inhibition of formation in processed food and mitigation of toxicity in cells, animals, and humans. *Food & function*, 6(6), 1752-1772.
- Leong, Duque, Abduh, & Oey., 2019. Carbohydrates. In Barba, Saraiva, Cravotto, & Lorenzo (Eds.), *Innovative Thermal and Non-Thermal Processing, Bioaccessibility and Bioavailability of Nutrients and Bioactive Compounds* (1st ed., pp. 171–206). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814174-8.00006-8>
- Roberts, R. L., Green, J., & Lewis, B., 2009. Lutein and zeaxanthin in eye and skin health. *Clinics in Dermatology*, 27(2), 195-201.
- Sarkar, A., Harty, S., Lehto, S. M., Moeller, A. H., Dinan, T. G., Dunbar, R. I., ... & Burnet, P. W., 2018. The microbiome in psychology and cognitive neuroscience. *Trends in cognitive sciences*, 22(7), 611-636.
- Svihus, B., & Hervik, A. K., 2016. Digestion and metabolic fates of starch, and its relation to major nutrition-related health problems: A review. *Starch-Stärke*, 68(3-4), 302-313.

Petis, si Hitam Manis Asal Indonesia

Siti Susanti, Valentinus Priyo Bintoro, Yoyok Budi Pramono
Laboratorium Rekayasa Pangan dan Hasil Pertanian, Departemen Pertanian,
Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro, Semarang
Email : sitisusanti@live.undip.ac.id

Pendahuluan

Petis merupakan masakan asli Indonesia diolah dari produk sampingan dari pengolahan hasil perikanan (ikan pindang, udang, atau kupang) yang dijual matang, memiliki tekstur yang kental seperti saus yang lebih padat (Nurmuslimah *et al.*, 2010). Pada saat ini dikenal tiga jenis petis, yaitu petis udang, petis ikan, dan petis daging. Petis dikenal di Indonesia sebagai penyedap cita rasa kuliner khas, terdapat di beberapa daerah memproduksi petis dengan cita rasa yang beragam. Petis yang baik memiliki ciri warna yang cerah atau tidak kusam (coklat kehitaman karena ada tambahan gula merah), bau yang sedap, dan kental tetapi sedikit encer dibandingkan dengan margarin (Sari dan Kusnadi, 2015). Petis merupakan olahan produk makanan yang familiar oleh masyarakat Indonesia karena digunakan sebagai bumbu penyedap yang mampu memberikan cita rasa khas pada makanan. Keberadaan petis mudah ditemui di daerah pesisir utara Jawa karena merupakan daerah yang dekat dengan laut. Umumnya petis digunakan sebagai bumbu penyedap makanan pada beberapa makanan seperti rujak cingur, kupang lontong, semanggi, tahu petis, lontong balap, tahu campur, tahu tek dan masih banyak lagi.

Sejarah Petis

Kabarnya, olahan petis tercipta akibat dari ketidaksengajaan para nelayan yang hendak mensiasati kelebihan ikan dan udang hasil tangkapannya dimana nelayan tersebut melakukan sebuah inovasi agar produk tangkapannya dapat menjadi lebih awet yaitu dengan melalui proses perebusan. Limbah bekas perebusan tersebut kemudian ditambahkan bumbu oleh istri nelayan dan dari situlah tercipta olahan petis. Adapun pada literatur babad Cirebon mengatakan bahwa petis telah ada sejak zaman kerajaan Padjajaran yaitu sekitar abad ke-14 masehi tepatnya pada zaman kekuasaan anak dari Prabu Siliwangi yang bernama Pangeran Walangsungsang atau dikenal sebagai Cakrabuana. Pada zaman tersebut para nelayan yang berada di wilayah Cirebon mempersembahkan hasil tangkapan laut kepada raja sebagai upeti kepada negara dalam bentuk gelondongan udang rebon yang direbus dimana air sisa hasil rebusan tersebut kemudian diolah menjadi petis. Pusat-pusat petis di Indonesia didominasi oleh daerah pesisir Jawa seperti Cirebon dengan petis udang, Madura dengan petis ikan tuna dan petis lorjuk serta Sidoarjo dengan petis kupang.

Prinsip Produksi Petis

Pengolahan petis memiliki prinsip yaitu pemanasan kaldu ikan atau udang dengan penambahan pati sehingga terjadi proses gelatinisasi. Pembuatan petis diawali dengan tahapan pencucian udang atau ikan sebagai persiapan bahan baku agar olahan menjadi sehat dan tidak tercemar bakteri. Tahapan selanjutnya adalah perebusan ikan atau udang dalam rentang waktu 3 sampai 6 jam. Air hasil perebusan kemudian disaring agar terpisah dari ampasnya. Sari udang atau ikan lalu dimasak diatas belanga sambil diaduk disertai dengan penambahan berbagai bumbu seperti garam, gula merah, bawang putih, cabe, rawit, merica dan terkadang di beberapa daerah juga dilakukan dengan penambahan tepung tapioka atau tepung terigu. Proses pengadukan dilakukan hingga sari udang atau ikan menjadi kental dan warnanya menjadi kecoklatan atau kehitaman. Pada air rebusan udang atau ikan terdapat kandungan protein dan mineral dimana asam glutamat merupakan asam amino yang paling dominan dalam petis sehingga dalam takaran satu sendok saja sudah mampu memberikan cita rasa umami yang kuat. Di pasaran petis memiliki harga yang bervariasi. Perbedaan harga pada petis disebabkan oleh jenis dan kualitas bahan yang digunakan. Petis ikan memiliki harga yang cenderung lebih murah dari pada petis udang. Harga petis ikan berkisar antara 4.500-25.000,

sedangkan petis udang memiliki harga yang berkisar antara 7.500-38.000. Petis olahan hasil laut memiliki harga yang ekonomis karena memiliki harga yang cukup murah.

Profil Kimia Petis

Petis merupakan salah satu bumbu yang kaya akan kandungan gizi karena berasal dari olahan ikan maupun udang. Produk petis dihasilkan dari proses pemindangan ikan ataupun limbah hasil pemindangan ikan yang tidak digunakan (Hidayati *et al.*, 2016). Selain dari bahan dasar, kandungan gizi pada petis juga berasal dari proses fermentasi. Produk fermentasi petis diperoleh melalui bantuan suatu enzim dan mikroba sehingga akan mengalami perubahan secara biokimia dan menghasilkan produk baru. (Sari dan Kusnadi, 2015). Secara umum, tekstur dari petis kental dan berwarna coklat yang disesuaikan dari produk olahan yang ditambahkan. (Wahyuningsih, 2013).

Karakteristik dari petis yang baik biasanya berwarna cerah (tidak kusam) dan berbau udang ataupun ikan. Petis berasa gurih yang ditimbulkan dari peptida dan asam amino yang terdapat pada ekstrak dari bumbu yang digunakan. Pada petis mengandung karbohidrat, protein, lemak, kadar air, kadar abu yang berbeda tergantung dari bahan baku yang digunakan (Poernomo, 2010). Kerusakan protein akibat reaksi antara protein dengan gula pereduksi dapat terjadi Selama proses pengolahan bahan pangan seperti petis. (Astuti, 2014). Air rebusan ikan pindang dapat digunakan untuk bahan baku pembuatan petis yang umumnya mengandung unsur gizi energi sebesar 151kkal, air 56%, protein 20%, lemak 0,2%, karbohidrat 24%, kalsium 37 mg/l, fosfor 36 mgl, besi 2,8 mg/l. (Danitasari, 2010). Petis dimanfaatkan sebagai bumbu atau penyedap rasa, untuk melengkapi pangan dan sebagai lauk-pauk. Pada setiap 100gram petis ikan terdapat kandungan gizi berupa abu 3 gr, air 56 gr, besi 2,8 mg; energi 165 kalori, fosfor 36 mg, kalsium 37 mg, karbohidrat 20,8 gr; lemak 0,2 gr; niasin 0,8 mg; protein 20 gr, riboflavin 0,2 mg dan tiamin 0,01 mg, sedangkan pada 100 gram petis udang terdapat kandungan gizi berupa bu 7,1 gr; air 39 gr, besi 2,8 gr; energi 220 kalori, fosfor 36 mg, kalium 307,9 mg; kalsium 37 mg, karbohidrat 38 gr, lemak 0,9 gr; natrium 8 mg, niasin 1,7 mg, protein 15 gr, riboflavin 0,13 mg; seng 1,3 mg; serat 2,3 gr; tembaga 0,5 mg dan tiamin 0,01 mg. Petis ikan dan udang memiliki manfaat yang sangat berlimpah bagi kesehatan manusia diantaranya yaitu mengurangi resiko diabetes, menurunkan berat badan, memulihkan metabolisme, mempercepat penyerapan nutrisi, mencegah penyakit pellagra, meningkatkan kesehatan mata, mengurangi resiko kanker usus, memperkuat otot, meningkatkan imunitas tubuh dan masih banyak lagi. Namun, konsumsi petis juga harus dibatasi karena pada petis terdapat kandungan natrium yang relatif tinggi.

Aneka Kuliner dengan Bumbu Petis

Petis sangat umum digunakan sebagai salah satu komponen bumbu pada berbagai masakan asli Nusantara, terutama kuliner di Pulau Jawa. Jawa Timur adalah gudangnya kuliner berbahan petis. Hampir setiap daerah memiliki makanan khas yang berbalut bumbu petis. Jangan khawatir, meski berbahan baku ikan, rasa amis petis akan tersamarkan dengan paduan rempah lainnya. Justru, petis akan menjadi bumbu yang menambah lezat makanan tersebut. Berikut adalah deretan makanan berbahan baku petis asli Jawa Timur.

1. Rujak Cingur

Bisa dibilang kalau makanan yang satu ini merupakan kuliner khas Jawa Timur yang paling populer. Salah satu sajian rujak ini merupakan makanan tradisional yang menggunakan bahan utama berupa sayuran, buah, serta bahan lainnya. Yang semakin unik dari makanan yang satu ini adalah penggunaan cingur yang merupakan bagian dari mulut sapi. Selain itu, bumbu kacang yang digunakan untuk sajian kuliner ini juga menggunakan petis sebagai bumbu utamanya sehingga rasanya sangat enak.

2. Lontong Balap

Lontong balap merupakan salah satu kuliner khas Indonesia yang berasal dari kota Surabaya, Jawa Timur. Kuliner yang satu ini terdiri dari lontong yang diiris-iris kecil. Lalu kemudian diberi tambahan irisan tahu, lentu, taoge setengah matang yang porsinya terbanyak dalam hidangan. Tidak lupa pula ditambahkan bawang goreng di atasnya untuk menambah cita rasa. Setelah itu baru disiram kuah secukupnya, sambal dan kecap disesuaikan selera pembeli. Yang membuat lontong balap terasa lebih nikmat adalah karena tambahan petis yang tercampur dengan kuah lontong balap.

3. Tahu Tek

Kuliner yang satu ini dinamakan tahu tek karena gunting yang digunakan untuk memotong bahan masakan (tahu, lontong, kentang, dan telur) dibunyikan terus seakan memotong, walaupun bahan makanan telah habis dipotong, sehingga seperti berbunyi tek..tek..tek. Tahu tek memiliki komposisi yang hampir sama seperti lontong balap. Terdiri dari tahu goreng setengah matang dan lontong yang dipotong kecil-kecil. Tidak lupa pula diberi tambahan kentang goreng, taoge, dan irisan ketimun yang dipotong panjang (seperti acar). Jika lontong balap disiram dengan kuah kecap, maka tahu tek disiram dengan bumbu yang mirip seperti bumbu pecel. Bedanya dalam proses pembuatannya diberi tambahan petis yang mampu memberi cita rasa unik. Setelah itu di atasnya, ditaburkan kerupuk udang kecil. Selain dikenal dengan Soto Lamongan-nya yang melegenda, Lamongan ternyata juga memiliki kuliner lain yang tidak kalah enak. Salah satunya adalah Tahu Campur. Tahu campur terbuat dari komposisi antara tahu goreng, perkedel singkong, taoge segar, selada air segar, dan mi kuning. Komposisi tersebut lalu disiram dengan kuah kaldu yang berwarna coklat.

4. Tahu Campur

Tahu campur disajikan dengan tambahan kerupuk udang dan potongan daging hingga babat. Tidak lupa juga ditambahkan bumbu petis, bawang goreng, dan sambal sebagai penyedap cita rasa. Masakan ini banyak dijual di warung kaki lima dengan label "Tahu Campur Lamongan".

5. Lontong Kupang

Kalau kuliner yang satu ini sangat populer di daerah Surabaya, Sidoarjo, dan Pasuruan. Di tiga daerah tersebut kalian bisa dengan sangat mudah menemukan lontong kupang. Dibalik kenikmatannya, ternyata kuliner yang satu ini memiliki mitos. Masyarakat mempercayai apabila memakan lontong kupang sambil minum air degan atau kelapa, semua penyakit di dalam tubuh akan sembuh. Untuk membuat lontong kupang, dibutuhkan bahan utama seperti kupang putih, yaitu hewan laut semacam kerang bentuknya kecil sebesar biji beras atau biji kedelai. Kupang tersebut direbus lalu dihidangkan bersama lontong dan lento. Kemudian diberi kuah petis dan sedikit perasan jeruk nipis. Sate kerang ditambahkan sebagai pelengkap. Kuliner yang satu ini cukup populer di beberapa daerah di Jawa Timur seperti Surabaya dan Malang. Pada dasarnya tahu telur terbuat dari tahu putih yang dipotong dadu dan digoreng dalam kocokan telur ayam. Dadar tahu ini disajikan dengan taburan taoge, rajangan seledri, dan kemudian disiram dengan saus yang terbuat dari kacang tanah yang diuleg. Sentuhan terakhirnya adalah dengan menambahkan kecap manis dan taburan bawang goreng di atasnya. Di Surabaya, beberapa penjual tahu telur menambahkan petis untuk sausnya agar memiliki cita rasa yang lebih *nendang*. Tahu telur umum disajikan dengan acar ketimun dan krupuk.

6. Soto Campor Madura

Jika soto pada umumnya berwarna kuning, maka soto yang berasal dari Sumenep ini memiliki warna yang berbeda. Kuliner yang satu ini memiliki kuah yang terbuat dari santan kelapa dengan cita rasa gurih dan sangat lezat. Sebenarnya komposisi dari kuliner yang satu ini tidaklah jauh beda dengan soto pada umumnya, namun dalam Soto Campor Madura ini ditambahkan cingur sapi yang sudah dipotong dan diberi bumbu pilihan, sehingga membuat rasa masakan tersebut semakin lezat dan nikmat. Campor ini merupakan salah satu makanan khas Madura yang sangat sulit ditemukan di daerah lain, sehingga selalu menjadi buruan para pecinta kuliner. Biasanya pembeli memadukan Campor dengan korket yang terbuat dari singkong, sehingga rasanya tambah nikmat.

7. Tahu petis

Jaadalah jajanan khas kota Semarang berupa tahu goreng yang dimakan dengan petis yang berwarna hitam kental yang dioleskan/disisipkan di tengah-tengah tahu. Seperti tahu pong tetapi rasanya tidak asin, yaitu berasal dari tahu putih yang digoreng sampai kecokelatan tanpa dibumbui atau dibumbui dengan larutan garam dan bawang putih saja. Sedangkan petisnya berasa manis agak sedikit asin. Keunikan produk ini ada pada bumbu petis berbahan dasar udang yang diracik dengan bumbu spesial sehingga menghasilkan petis

udang siap saji yang bearoma harum dan tidak menyengat. Dipadu dengan tahu pong yang segar dan renyah sehingga menambah kelezatannya.



Aneka kuliner Indonesia yang menggunakan petis sebagai bumbu diantaranya tanu campur (A), rujak cingur (B), lontong balap (C), tahu tek (C), tahu campur (D), lontong kupang (E), soto campur madura (F), dan tahu petis (G)

Daftar Pustaka

- Nurmuslimah, S., A. P. P. Yhurinda, dan D. A. Mulya. 2010. Aplikasi fuzzy mamdani untuk meminimalkan biaya produksi petis. *J. Teknologi dan Manajemen*. **1** (2) : 87-94.
- Saparinto. *Bahan Tambahan Pangan*. Yogyakarta: Kanisius; 2006.
- Sari, V. R. dan J. Kusnadi. 2015. Pembuatan petis instan (kajian dan proporsi bahan pengisi). *J. Pangan dan Agroindustri*. **3** (2) : 381-389.
- Pratiwi, F. Y., A. Susilo, dan M. C. Padaga. 2015. Penggunaan tepung bebas dan gula merah pada pembuatan petis daging. *J. Ilmu dan Teknologi Hasil Ternak*. **10** (2) : 1-17.
- Hidayat, A. A., Sumardianto, dan Romadhon. 2016. Pengaruh penambahan tinta cumi ucmi dengan konsentrasi yang berbeda terhadap kualitas petis limbah ikan pindang. *J. Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan*. **5** (1) : 1-7.
- Aristawati, R., W. Atmaka, dan D. R. A. Muhammad. 2013. Substitusi tepung tapioka dalam pembuatan takoyaki. *J. Teknosains Pangan*. **2** (1) : 56-65.
- Aulawi, T., & Ninsix, R. (2009). Sifat fisik bakso daging sapi dengan bahan pengental dan lama penyimpanan yang berbeda. *Jurnal Peternakan*, **6** (2), 44-52. <http://dx.doi.org/10.24014/jupet.v6i2.375>
- Firdaus, F., M. C. Padaga dan A. Susilo. 2016. Kualitas petis daging dengan sumber pati yang berbeda. *J. Ilmu dan Teknologi Hasil Ternak*. **11**(1):8-21.

Sifat Fungsional Pangan Fermentasi Indonesia Berbasis Bahan Nabati

Sri Mulyani dan Yoyok Budi Pramono
Laboratorium Rekayasa Pangan dan Hasil Pertanian, Departemen Pertanian,
Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro
Email : srimulyani@lecturer.undip.ac.id

Pendahuluan

Indonesia adalah negara kepulauan yang kaya akan beragam kuliner dengan ciri khas tertentu di masing-masing daerah. Dari bahan dasar yang sama dapat tercipta beragam jenis produk olahan pangan yang unik dan eksotik ditinjau dari nilai nutrisi maupun cita rasa. Hal tersebut tidak lepas dari beragamnya budaya, sumber daya alam lokal serta kebiasaan masyarakat yang mengacu pada kearifan lokal masing-masing daerah.

Dewasa ini produk olahan pangan fermentasi banyak diteliti oleh ahli teknologi pangan di seluruh dunia disebabkan sifat fungsional yang dihasilkan banyak bermanfaat bagi kesehatan tubuh. Jika diklasifikasikan berdasarkan bahan dasarnya, pangan fermentasi dapat berasal dari bahan nabati maupun bahan nabati (Harmayani, *et al.*, 2016). Sebagian besar pangan fermentasi dari bahan nabati di Indonesia berasal dari kedelai dan singkong (ubi kayu). Beberapa jenis pangan fermentasi tersebut antara lain adalah tempe, kecap, tauco, oncom, tape, gathot, growol, cabuk, tempoyak, lemea dan mandai.

Pangan Fermentasi berbahan dasar kedelai

Tempe

Tempe adalah salah satu makanan fermentasi berbahan dasar kedelai dengan menggunakan apang *Rhizopus oligosporus*, *R. stolonifer*, *R. oryzae*, *r. arrhizus*, *R. formosaensis* dan *R. achlamydosporus*. Tempe asli Indonesia biasanya menggunakan *R. oligosporus* dan *R. orryzae* (Lee, 2006). Saat ini tempe sudah mendunia dikenal oleh berbagai suku bangsa dan negara. Aroma khas tempe dan rasanya cocok digunakan sebagai bahan kuliner dipadukan dengan berbagai resep yang sudah ada. Berbagai sumber sejarah menyebutkan bahwa tempe sudah dikenal di Indonesia, khususnya di Jawa sejak berabad-abad yang lalu. Pada jaman Kerajaan Mataram diperintah oleh Sultan Agung (1613-1645), yang disebut sebagai jaman keemasan Kerajaan Mataram, tempe sudah dikonsumsi sebagai lauk daam perayaan maupun kegiatan ritual di masyarakat. Setelah awal abad ke-20 tempe mulai menyebar dari Jawa ke pulau-pulau lain di Indonesia dan negara lain (Kuswanto dan Steinkraus, 2004).

Babu *et al.* (2009) menyatakan bahwa tempe merupakan sumber kalsium, asam folat, serat terlarut serta rendah garam. Tempe juga mempunyai banyak manfaat untuk kesehatan, misalnya meningkatkan sistem imun tubuh, menghambat bakteri penyebab diare, mengandung antioksidan genestein, daidzein, tokoferol dan superoxide dismutase (SOD). SOD mempunyai kemampuan mencegah stres oksidatif pada tubuh yang menyebabkan penyakit degeneratif seperti hipertensi, diabetes, penyakit jantung, dan lain-lain. Konsumsi tempe sebagai pangan fungsional secara rutin terbukti mampu mencegah kerusakan sel beta pankreas, menjaga normalitas kadar asam urat di dalam darah, dan mencegah anemia karena kekurangan zat besi. Hasil metabolisme tempe pada sistem pencernaan, misalnya asam butirat dan propionat berpotensi sebagai anti-tumor (Tamang, 2015).

Pada awalnya tempe hanya berbahan baku kedelai saja, tetapi seiring dengan ketersediaan sumber bahan lokal yang ada, tercipta beberapa variasi tempe, seperti Tempe Benguk, Tempe Bongkreng (semayi), Tempe Lamtoro dan Tempe Gembus. Tempe Benguk adalah tempe khas dari daerah Gunung Kidul, Yogyakarta dengan bahan dasar dari kacang koro benguk (*Mucuna pruriens*) dan koro pedang (*Canavalia ensiformis*). Beberapa mikroorganisme ditemukan pada tempe benguk, antara lain yaitu *Rhizopus sp*, *Mucor sp*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus oryzae* dan *Fusarium sp*. Pengolahan biji koro menjadi tempe dapat

menghilangkan asam sianida dan menurunkan aflatoksin dibandingkan pada biji koro segar (Harmayani *et al.*, 2016). Tempe benguk juga menunjukkan aktivitas antioksidan dan memberikan efek penuruann terhadap glukosa dalam darah (Retnaningsih, *et al.*, 2013).

Tempe Lamtoro adalah tempe khas dari daerah Gunung Kidul (Yogyakarta), Wonogiri (Jawa Tengah) dan Trenggalek dengan bahan dasar dari biji lamtoro yang berlimpah di Kabupaten Wonogiri dan Kabupaten Trenggalek. Biji lamtoro kering mempunyai kadar protein hingga 30 %. Starter yang digunakan sama dengan kapang pada tempe (*Rhizopus oryzae*). Fermentasi tersebut dapat meningkatkan kelarutan protein dan karbohidrat, srta menurunkan interaksi tanin dan zat gizi lainnya, seperti zat besi sehingga lebih tersedia untuk proses pencernaan (Komari, 1999).

Tempe bongkrek (semayi) terkenal di Daerah Banyumas atau sering disebut sebagai *Dagig*, merupakan hasil fermentasi kapang menggunakan bhan baku ampas kelapa. Tempe Gembus lebih dikenal di daerah Jawa tengah dan Jawa timur, merupakan fermentasi ampas kedelai (tahu) menggunakan kapang *Rhizopus oligosporus* dan *Rhizopus arrhizus*. Sejarah terciptanya kedua jenis tempe ini sangat mirip yaitu pada masa penjajahan Jepang di Indonesia, terjadi kelangkaan bahan pangan, sehingga tempe dibuat dari hasil samping pengolahan tahu maupun ampas kelapa. Beberapa manfaat kesehatan dari hasil fermentasi tersebut adalah peningkatan nilai gizi (kecernaan) dan produksi senyawa bioaktif selama fermentasi. Khusus untuk tempe bongkrek terdapat peningkatan asam laurat, asam stearat, palmitat, miristat dan oleat.

Oncom

Oncom merupakan pangan fermentasi yang berasal dari Jawa Barat, Oncom merah terbuat dari ampas tahu dengan menggunakan kapang *Neurospora*, sedangkan Oncom hitam terbuat dari bungkil kacang tanah dengan menggunakan kapang *Rhizopus* (Hartanti *et al.*, 2019). Meskipun mirip dengan tempe, Oncom berbeda bahan baku maupun kapang yang menfermentasinya. Perbedaan lain dengan tempe yaitu oncom dijual biasanya setelah terbentuk spora, sedangkan tempe dijual sebelum terbentuk spora. Oleh karena itu aroma dan rasanya juga berbeda dengan tempe. Senyawa bioaktif *Genistein* pada oncom dapat berperan sebagai antioksidan, antikanker, dan antiinflammasi (Mustarichie *et al.*, 2012). Aktivitas *Neurospora sp* juga menghasilkan senyawa metabolit berupa β -carotene dan torulene yang berperan sebagai sumber vitamin A dan antioksidan (Priatni, 2014). Kapang *Neurospora* juga terbukti dapat menurunkan aflatoksin B (Setyabudi *et al.*, 2017). Mibrobia pada oncom dapat menghasilkan enzim protease yang memiliki sifat fibrinolitilk sehingga dapat sebagai terapi penderita trombosis (Febriana *et al.*, 2015). Berbagai kuliner Jawa Barat yang menggunakan Oncom sebagai bahan dasar yaitu Sambal Oncom, Nasi tutug Oncom, goreng oncom, Oncom dijero, dan keripik oncom.

Kecap

Kecap adalah cairan kental dari sari kedelai yang difermentasi menggunakan kapang dengan penambahan bumbu bumbu dan rempah rempah. Berbagai sumber sejarah menyebutkan bahwa kecap merupakan salah satu kuliner asli negara Cina yang diperkenalkan di Indonesia oleh bangsa Tiongkok. Nama aslinya adalah ke'tjiap., namun akhirnya disesuaikan dengan dialek masyarakat Indonesia menjadi kecap. Awalnya bahan bakunya adalah sari ikan, namun karena ketersediaan kedelai melimpah di Indonesia, kemudian dimodifikasi bahan bakunya dari sari kedelai dan rasa juga disesuaikan dengan lidah masyarakat Indonesia. Di Indonesia, umumnya kecap terdiri atas kecap manis dan kecap asin, deuanya berbeda dalam hal bumbunya ditambahkan gula atau garam.

Proses fermentasi pada pembuatan kecap terdiri atas dua tahap yaitu fermentasi padat (koji/tempe) dan fermentasi cair (moromi). Feremntasi padat berlangsung sekitar 3-5 hari dengan menggunakan kapang *Aspergillus sp* dan *Rhizopus sp*. Fermentasi moromi berlangsung antara 14-28 hari melibatkan mikrobia tahan garam *Hansenula sp*, *Zygosaccharomyces sp*, dan *Lactobacillus sp* dengan kadar garam 20-30%. Fermentasi moromi yang berlangsung spontan tersebut juga melibatkan bakteri asam laktat halofilik (*Tetragenococcus halophilus*) yang mampu menstimulasi sistem imunitas tubuh (Masuda *et al.*, 2008). Fermentasi sari kedelai juga terbukti menghasilkan senyawa bioaktif yang memiliki kemampuan senagai antikarsinogen, antimikroba, dan antioksidan (Zhu dan Tramper, 2013).

Tauco

Tauco merupakan saus hasil fermentasi kedelai yang menyerupai pasta kedelai. Di Indonesia banyak dijumpai di Daerah Cianjur, Sumatera dan Kalimantan. Tauco dari Kalimantan mempunyai ciri biji kedelai cenderung masih utuh, tekstur cair, tidak kental, warna coklat muda, rasanya cenderung asin dan beraroma khas kedelai. Sedangkan Tauco Cianjur cenderung bertekstur lebih halus, warna coklat kemerahan dan berasa gurih hingga asin. Tauco ini biasa digunakan sebagai campuran bumbu masakan atau sebagai penyedap. Dilihat dari namanya Tauco merupakan adaptasi masakan Cina yang disesuaikan dengan lidah orang Indonesia. Secara fungsional karena merupakan produk fermentasi dari kapang *Rhizopus sp*, *R. oligosporus* dan *Aspergillus sp*, tauco mempunyai manfaat hampir mirip dengan tempe, namun karena penggunaan yang sedikit dalam masakan (makanan), sehingga manfaat fungsionalnya belum begitu signifikan. Namun jika ditinjau dari kajian produknya tauco mempunyai nilai gizi dan bioavailabilitas yang lebih tinggi dibandingkan produk olahan kedelai non fermentasi.

Pangan Fermentasi berbahan dasar singkong (ubi kayu)

Tape

Khusus untuk tape, selain berbahan baku singkong, dapat juga dibuat dari beras ketan hitam maupun ketan putih. Mikroba yang berperan dalam fermentasi tape yaitu *Aspergillus*, *Saccharomyces*, *Candida*, *Hansenulla* dan bakteri *Acetobacter*. Mikroba mikroba tersebut berperan secara sinergis dalam fermentasi tape (Hassanah *et al.*, 2012). Selain mikroorganisme tersebut juga ditemukan beberapa probiotik yang terdapat di dalam tape, antara lain yaitu *P. pentasaecus*, *E. faecium*, *Lb. Curvatus*, *W. confusa*, dan *W. paramesenteroides*. Probiotik tersebut berperan dalam menghambat bakteri patogen, memberikan efek hipokolesterolemik, meningkatkan sistem imun, mengatasi diare, dan mensintesis mikronutrien seperti vitamin (Nuraida, 2015).

Gathot

Gathot merupakan kuliner eksotik daerah Gunung Kidul, Yogyakarta yang berasal dari proses fermentasi spontan singkong. Kuliner Gathot menyebar di barisan pantai selatan Pulau Jawa seperti wonogiri, Purworejo, Kebumen, Cilacap, Pacitan dan Ponorogo. Proses Fermentasi pada Gathot melibatkan kapang *Lasiodiplodia theobromae* yang tumbuh di bagian dalam, dan kapang *Rhizophus oryzae* serta *Aspegillus flavus* di bagian permukaan. *L. theobromae* memberikan ciri warna hitam bening pada penampakan Gathot. Konsumsi Gathot sebagai alternatif pangan fungsional terutama didasarkan atas Hasil penelitian yang menyebutkan bahwa Gathot mempunyai indeks glikemik yang rendah serta efek antioksidan yang baik. Efek antioksidan tersebut diduga dari pigmen warna hitam yang dihasilkan oleh kapang *L. theobromae* (Purwandari *et al.*, 2014).

Growol

Growol merupakan kuliner fermentasi spontan dari singkong yang berasal dari Daerah Kulon Progo, Yogyakarta. Perbedaannya dengan Gathot adalah pada proses dan lama waktu fermentasinya (4-6 hari pada suhu ruang), sehingga mikroba yang berperan dalam fermentasi juga berbeda. Proses fermentasi pada Growol terjadi pada tahap perendaman. Mikroba yang berperan dalam fermentasi Growol adalah *Lactobacillus* dan yeast. Selain itu ada beberapa jenis mikrobia yang berperan adari awal hingga akhir fermentasi. Pada hari pertama melibatkan peranan *Corynefrom*, *Streptococcus*, *Bacillus* dan *Avinetobacter*. Selanjutnya adalah *Lactobacillus spp*, *streptococcus corynefrom*, *Monaxella* dan yeast (Owens, 2015). Salah satu manfaat kesehatan dari Growol adalah adanya probiotik *Lactobacillus casei* yang menurunkan resiko diare (Mulyani *et al*, 2008; Nugraheni, 2011).

Pangan Fermentasi berbahan dasar pangan nabati yang lain

Tempoyak

Tempoyak merupakan kuliner eksotik dari proses fermentasi durian dari daerah Riau, Palembang, Lampung dan Kalimantan. Mikroba yang berperan adalah bakteri asam laktat indigenous yang ada di dalam durian. Bakteri tersebut meliputi *Enterococcus sp*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus sp* dan

Pediococcus acidilactici (Dizon *et al.*, 2011). Tempoyak memberikan manfaat kesehatan yaitu dapat menyediakan probiotik BAL yang dapat memproduksi senyawa antibakteri, mengatasi diare, mencegah kanker, meningkatkan imunitas dan *Conjugated Linoleic Acid* (CLA) yang bersifat antikarsinogen dan menurunkan kolesterol.

Asinan

Nama asinan diberikikan karena pada tahap awal pembuatannya melalui tahap perendaman dalam larutan garam. Di Indonesia dikenal ada dua jenis asinan, yaitu asinan buah dan asinan sayur. Asinan buah banyak dikenal di Daerah Bogor, sedangkan Asinan sayur selain di Jawa Barat juga sangat lazim di Daerah Betawi. Asinan Sayur yang erat kaitannya dengan proses fermentasi, umumnya terbuat dari bahan baku sayur sawi. Jenis kuliner ini mirip dengan *Kimchi* yang berasal dari Korea, namun proses fermentasi berlangsung lebih singkat (2-3 hari). Pada awal proses fermentasi ini melibatkan bakteri *Lactobacillus mesenteroides* dan *Lactobacillus confusus*, kemudian pada tahap akhir didominasi *Lactobacillus plantarum* dan *Pediococcus pentasaceus*. Asam laktat yang dihasilkan oleh BAL tersebut dapat menghambat mikroorganisme lain yang berfungsi sebagai pembusuk, sehingga asinan dapat disimpan dalam waktu yang lebih lama daripada sayur segar. Selain itu asam tersebut juga menghambat pertumbuhan bakteri patogen seperti *Salmonella* dan *Escherichia coli*. Bakteri Asam Laktat di dalam asinan juga berperan penting terhadap aktivitas antioksidan dan dapat menurunkan profil kolesterol (Gao *et al.*, 2011; Shahidi *et al.*, 2008).

Lemea

Lemea adalah kuliner asli dari daerah Bengkulu, terbuat dari campuran rebung (tunas bambu) dan ikan yang dibumbui dan dibungkus daun pisang kemudian difermentasi selama 1-3 hari. Biasanya ikan yang digunakan berupa ikan air tawar seperti mujair, sepat atau ikan kecil air tawar yang lain. Mikroorganisme yang berperan di dalam proses fermentasi tersebut adalah mikroorganisme indigenous yang ada dalam rebung maupun dalam ikan tersebut. Sebelum dikonsumsi, lemea dimasak terlebih dahulu, disajikan sebagai lauk dengan nasi dan lalapan seperti kabau, jering dan petai. Manfaat kesehatan Lemea secara ilmiah masih perlu dikaji dan diteliti karena data ilmiahnya masih belum banyak. Namun dilihat dari bahan bakunya dapat sebagai sumber protein dan mineral kalium, sedangkan mikroorganisme yang ada di dalam lemea diduga berperan menyediakan vitamin dan asam amino yang penting bagi tubuh. Aroma dan rasa Lemea sangat cocok bagi masyarakat Jepang, oleh karena itu produk olahan ini justru merupakan komoditas ekspor yang potensial untuk dikaji secara ilmiah.

Kesimpulan

Secara umum berbagai produk fermentasi asli Indonesia mempunyai manfaat spesifik bagi kesehatan tubuh yang sangat dipengaruhi oleh bahan baku dan mikroorganisme yang berperan dalam proses fermentasi tersebut. Beberapa produk olahan fermentasi lokal masih perlu pengkajian secara ilmiah, sehingga masih banyak peluang untuk dieksplorasi dan dilestarikan sebagai warisan budaya dari leluhur kita.

Daftar Pustaka

- Babu, P.D, Bhakyara, R., & Vidyalaksmi, R., 2009. A Low Cost Nutritious Food “ Tempeh”. *World Journal of Dairy and Food Sciences*, 4, 22-27.
- Dizon, Yuliana, N & Erlinda, I., 2011. Phenotypic Identification of Lactic Acid Bacteria Isolated from Tempoyak (*Fermented Durian*) Made in the Philipines. *International J. Biology*, 3 (2), 145.
- Febriana, C., Susanti r., Saria,R., Khotimah K., & Nuryanti S., 2015. Potensi oncom dan tempe sebagai terapi penyakit trobosis. PKM Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya.
- Gao,D., Zhu, G., Gao, Z., Wang. L., & Guo, W., 2009. Antioxidative and Hypolipidemic Effects of Lactic Acid Bacteria from Pickled Chinese.

- Harmayani, E., Santoso, U., & Gardjito, M., 2016. Makanan Tradisional Indonesia. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Hasanah, H., Jannah., & Fasya, A., 2012. Pengaruh Lama Fermentasi terhadap kadar alkohol Tape Singkong (Manihot utilissimma Pohl). *ALCHEMY*, 2 (1), 68-79
- Komari, 1999. Proses fermentasi biji lamtoro gung dengan *Rhizopus oryzae*. *Jurnal Mikrobiologi Indonesia*, Februari, : 19-21
- Lee, Y. K., 2006. Microbial Biotechnology, Principal and Application. World Scientific Publishinh Co. Pte.Ltd. Singapore.
- Mulyani, S., Legowo, A.M., & Mahanani, A.A., 2008. Viabilitas Bakteri Asam Laktat, Keasaman dan Waktu Pelelehan Es Krim Probiotik menggunakan starter *Lactobacillus casei* dan *Bifidobacterium bifidum*. *Journal of Indonesian Tropical Animal Agriculture*, 33 (2), 120-125.
- Mustarichie, R., Moektiwardoyo, M., Levita, J., Supriyatna., Muchtadi., A., Sabarnas, A., & Udin, L.Z., 2012. The Research Evidence of Antioxidant and anticancer Activity of Genistein Content in Indonesian Traditional Food (Oncom) Ethanol Extract. *International Pharmacy Apllication Science*, 2 (3), 65-73
- Nugraheni, M., 2011. Potensi Makanan Fermentasi sebagai Makanan Fungsional. Jurusan Pendidikan Tehnik Boga dan Busana, Universitas Negeri Yogyakarta.
- Nuraeni, I & Rostinawati, I., 2019. Review : Perkembangan Hasil Metabolit Sekunder Capsaicin dengan berbagai Metode In Vitro. *Farmaka Suplemen*, 16 (1), 231-238
- Nuraida, L., 2015. A Review ; Health Promoting Lactic Acid Bacteria in Traitional Indonesian Fermented Foods. *Food Science and Human. Wellness*, 4 (2), 47-55.
- Priatni, S., 2014. Review : Potential Production of Carotenoids from *Neurospora*. *Nusantara Bioscience*, 6 (1), 63-68
- Purwandari, U., Tristiana G. R., & Hidayati, D., 2014. Gluten-free-Noodle Made from Gathotan Flour : Antioxidant Activity and Effect of Consumption on Blood Glucose Level. *Microbiology Indonesia*, 8 (30), 112-120.
- Retnaningsih, C., Darmono, Widianarko, B & Muis , S.F., 2013. Peningkatan aktivitas antioksidan Superoksidase Dismutase pada tikus hiperglikemi dengan asupan tempe bengkuk (*mucuna pruriens*, L). *AGRITECH*. 33 (2)
- Setyabudi, F.M.C., Sardjono, Bohm, J., & Razzazi-Fazeli, E., 2007. DEgradation of Aflatoxin B1 by *Neurospora* sp isolated from Oncom. Universitas Gajdah Mada Presented in 29th Mycotoxin Workshop Stuttgart, Germany.
- Shahihi, F., McDonald, J., Chandrasekara, A., & Zhong, Y., 2008. Phytochemicals of food, beverages and fruit vinegar : Chemistry and Health Effects. *Asia Pacific J. Clinical Nutrition* 17 (SI) : 380-382
- Tamang, J.P., 2015. Health Benefit of Fermented Food and Beverage. CRC. Press Taylor and Francis Group. Boca Raton, London, New York.

Susu Kerbau: Potensi Pangan Lokal yang Belum Maksimal

Yoga Pratama^{1,2}

¹Laboratorium Rekayasa Pangan dan Hasil Pertanian, Departemen Pertanian,
Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro

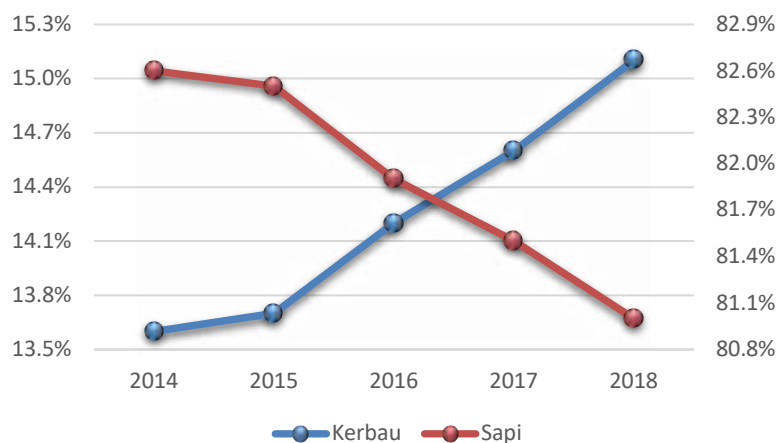
²School of Food Science and Nutrition, University of Leeds

Email: yogapratama@live.undip.ac.id

Pendahuluan

Susu adalah cairan yang disekresikan oleh *glandula mammae* dan memiliki kandungan nutrisi yang lengkap. Nutrisi yang dikandung penting untuk pertumbuhan mammalia muda atau baru lahir, termasuk manusia. Saking pentingnya, pemerintah Indonesia pernah menganjurkan konsumsi susu setiap hari yang dikenal luas dalam jargon ‘empat sehat lima sempurna’ sebelum diganti dengan konsep gizi seimbang.

Sebagai komoditi pangan yang populer, produk susu tidak hanya dinikmati dalam bentuk susu segar atau susu cair saja melainkan juga dalam bentuk susu bubuk, susu kental manis dan produk-produk turunan susu lainnya seperti mentega, es krim, keju, yoghurt, dsb. International Dairy Federation mencatat bahwa nilai ekonomi dari perdagangan susu global di tahun 2018 mencapai 94 miliar dolar Amerika atau 1.382 triliun rupiah (IDF, 2019).



Ilustrasi 1. Kontribusi susu kerbau dan sapi terhadap total produksi susu secara global (FAO, 2019)

Terdapat 5 jenis mammalia yang susunya banyak dimanfaatkan secara komersial, yakni sapi, kerbau, kambing, domba dan unta. Jumlah produksi total susu secara global naik berkisar 2,2% per tahun, akan tetapi kontribusi susu sapi sebagai penyumbang terbesar turun dari 82,6% menjadi 81% pada tahun 2014-2018 (Ilustrasi 1). Di sisi lain, terlihat trend peningkatan produksi yang signifikan untuk susu kerbau sebagai penyumbang terbesar kedua secara global. Pada tahun 2018, jumlah produksi susu kerbau segar mencapai 127 juta ton yang mewakili 15,1% dari total produksi susu dunia (FAO, 2019).

Keunggulan susu kerbau

Peningkatan produksi susu kerbau didasari oleh beberapa keunggulan yang dimiliki susu tersebut yang hingga kini tidak banyak diketahui oleh masyarakat umum. Dari sisi kesehatan, konsumsi susu kerbau tidak menimbulkan alergi sehingga dapat menjadi pilihan sebagian masyarakat yang mengalami reaksi

alergi ketika mengonsumsi susu sapi (Sheehan & Phipatanakul, 2009). Penelitian menunjukkan bahwa protein caseins and β -lactoglobulin susu kerbau memiliki efek alergi yang jauh lebih rendah dari susu sapi (Kapila *et al.*, 2013).

Susu kerbau juga memiliki kandungan gizi yang lebih tinggi dibanding dengan susu sapi. Total kandungan protein, lemak dan karbohidrat susu kerbau mencapai 1.5 kali susu sapi (Ménard *et al.*, 2010). Tidak hanya dari sisi kesehatan, tingginya protein dan lemak susu kerbau juga berdampak pada nilai ekonominya. Beberapa produk turunan susu seperti keju dan mentega diperoleh melalui proses pemisahan protein dan lemak. Oleh karenanya, semakin tinggi kandungan kedua komponen tersebut akan memberikan hasil produksi keju dan mentega yang semakin banyak. Hal ini tentunya disukai oleh industri pengolahan susu, sehingga susu kerbau pun dibanderol dengan harga yang lebih tinggi per liter nya.

Keunggulan susu kerbau lainnya adalah ketika diolah menjadi keju mozzarella. Produk yang banyak ditemukan di negara Italia ini dikenal memiliki karakteristik lelehan yang unik sehingga banyak diaplikasikan pada produk pizza. Oleh karena itu, keju mozzarella berbahan susu kerbau, disebut *mozzarella di buffala campana* dalam bahasa Italia, dianggap sebagai produk keju premium yang dijual dengan harga yang tinggi (Angelis & Gobetti, 2011). Banyak penelitian ditujukan untuk menguji keaslian keju mozzarella dari susu kerbau ini karena sering ditemukannya produk palsu (pelabelan yang salah) atau produk yang tidak murni akibat dicampur dengan susu sapi yang memiliki harga 4 kali lebih murah di Italia (Czerwenka *et al.*, 2010; Gunning *et al.*, 2019).

Susu kerbau dan pemanfaatannya di Indonesia

Data dari Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan menunjukkan bahwa populasi kerbau di Indonesia sempat mengalami peningkatan dari tahun 2013-2017 hingga mencapai populasi 1,4 juta ekor sebelum mengalami penurunan yang signifikan di tahun 2018 menjadi 0,9 juta ekor. Sebagian besar dari jumlah itu adalah jenis kerbau rawa/lumpur (*swamp buffalo*) yang memiliki output susu rendah. Jenis kerbau sungai (*river buffalo*) yang memiliki output susu yang tinggi hanya dikembangkan di daerah Sumatra Barat dan berjumlah sekitar 5000 ekor saja (DitjenPKH, 2019).

Susu kerbau segar tidak dipasarkan secara luas di Indonesia. Selain jumlah produksi yang masih terbatas, pengetahuan konsumen tentang keunggulan susu kerbau juga masih kurang. Dari sisi produksi, strategi yang telah dicetuskan adalah dengan perkawinan silang antara kerbau rawa dan kerbau sungai unggul untuk mendapatkan kerbau *hybrid* yang memiliki produksi susu lebih tinggi. Pemeliharaan kerbau secara tradisional telah banyak dilakukan oleh masyarakat pedesaan, khususnya yang menggunakan kerbau untuk aktivitas membajak sawah. Oleh karena itu, dengan campur tangan pemerintah yang tepat, produksi susu kerbau seyogyanya dapat ditingkatkan (Matondang *et al.*, 2015).

Rendahnya pengetahuan konsumen akan susu kerbau juga dipengaruhi oleh kurang populernya pangan olahan berbasis susu kerbau. Selama ini, susu kerbau lebih banyak diolah secara tradisional di beberapa daerah di nusantara. Seperti misalnya produk fermentasi menyerupai yoghurt di Sumatra Barat yang disebut dengan Dadih. Susu kerbau juga diolah menjadi produk keju segar yang dikenal dengan nama Dangke di Sulawesi Selatan dan Dali di Sumatra Utara. Sedangkan keju kerbau digoreng menjadi produk yang disebut Cologanti di Nusa Tenggara Barat. Meski banyak penelitian yang menunjukkan efek kesehatan dari produk-produk kearifan lokal tersebut (Rizqiati *et al.*, 2015), tidak bisa dipungkiri bahwa distribusi produk masih terbatas di daerah asalnya. Dua hal yang mungkin menjadi penyebab adalah rasa yang kurang universal dan masa simpan produk yang singkat sehingga menyulitkan proses distribusi jarak jauh.

Perlunya susu kerbau naik kelas

Susu kerbau memiliki potensi lebih besar dibandingkan dengan susu sapi. Peran teknologi diperlukan untuk mendorong olahan-olahan berbasis susu kerbau agar tidak terbatas pada produk

tradisional namun juga mencakup produk-produk susu populer seperti keju dan mentega. Lemak susu kerbau telah diketahui memiliki kandungan asam lemak yang memiliki titik leleh lebih tinggi dari lemak susu sapi. Oleh karenanya, dengan total kandungan lemak yang mencapai 2 kali susu sapi (Ménard *et al.*, 2010), susu kerbau sangat berpotensi untuk diolah menjadi mentega yang memiliki stabilitas lebih baik di iklim tropis. Produk mentega dari susu sapi yang beredar di pasar Indonesia saat ini meleleh di suhu kamar sehingga terlalu lembek dan kurang optimal dalam aplikasinya.

Pengolahan susu kerbau berbasis teknologi juga dapat meningkatkan masa simpan produk menjadi lebih lama. Sebagai contoh, kombinasi proses yang higienis dengan kemasan dan suhu penyimpanan yang baik dapat memberikan masa simpan lebih dari 6 bulan untuk produk mentega dan keju. Aplikasi *modified atmosphere packaging* juga telah diketahui efektif menunda pertumbuhan mikroba penyebab kebusukan pangan. Produk olahan susu kerbau dengan kualitas baik dan masa simpan yang cukup lama akan berimbas langsung pada peningkatan nilai ekonomi produk serta memudahkan proses distribusinya.

Daftar Pustaka

- Angelis, M. De, & Gobetti, M., 2011. Pasta-Filata Cheeses: Traditional Pasta-Filata Cheese. In J. W. Fuquay, P. F. Fox, & P. L. H. McSweeney (Eds.), *Encyclopedia of Dairy Sciences* (Second Ed, pp. 1:745-752). Academic Press.
- Czerwenka, C., Muller, L., & Lindner, W., 2010. Detection of the adulteration of water buffalo milk and mozzarella with cow's milk by liquid chromatography-mass spectrometry analysis of β -lactoglobulin variants. *Food Chemistry*, 122(3), 901–908. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.03.034>
- Ditjen PKH., 2019. *Statistik Peternakan dan Kesehatan Hewan 2019*. http://pusvetma.ditjenpkh.pertanian.go.id/upload/statistik/1589426278.Buku_Statistik_2019.pdf
- FAO., 2019. *FAOSTAT Statistical Database*. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QL>
- Gunning, Y., Fong, L. K. W., Watson, A. D., Philo, M., & Kemsley, E. K., 2019. Quantitative authenticity testing of buffalo mozzarella via α s1-Casein using multiple reaction monitoring mass spectrometry. *Food Control*, 101, 189–197. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2019.02.029>
- IDF., 2019. Annual Report 2018-19.
- Kapila, R., Kavadi, P. K., & Kapila, S., 2013. Comparative evaluation of allergic sensitization to milk proteins of cow, buffalo and goat. *Small Ruminant Research*, 112(1–3), 191–198. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2012.11.028>
- Matondang, R., Matondang, R. H., & Talib, C., 2015. PEMANFAATAN TERNAK KERBAU UNTUK Mendukung Peningkatan Produksi Susu. *Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pertanian*, 34(1), 41–49. <https://doi.org/10.21082/jp3.v34n1.2015.p41-49>
- Ménard, O., Ahmad, S., Rousseau, F., Briard-Bion, V., Gaucheron, F., & Lopez, C., 2010. Buffalo vs. cow milk fat globules: Size distribution, zeta-potential, compositions in total fatty acids and in polar lipids from the milk fat globule membrane. *Food Chemistry*, 120(2), 544–551. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2009.10.053>
- Rizqiati, H., Sumantri, C., Rachman Noor, R., Damayanthi, E., & Rianti, I., 2015. Characteristics of Indigenous Probiotic from River Buffalo Milk in North Sumatera Indonesia. *International Journal of Sciences: Basic and Applied Research (IJSBAR) International Journal of Sciences: Basic and Applied Research*, 22(2), 113–120. <http://gssrr.org/index.php?journal=JournalOfBasicAndApplied>
- Sheehan, W. J., & Phipatanakul, W., 2009. Tolerance to water buffalo milk in a child with cow milk allergy. In *Annals of Allergy, Asthma and Immunology* (Vol. 102, Issue 4, p. 349). American College of Allergy, Asthma and Immunology. [https://doi.org/10.1016/S1081-1206\(10\)60342-0](https://doi.org/10.1016/S1081-1206(10)60342-0)

Evaluasi Penerapan SSOP (*Standard Sanitation Operating Procedure*) dengan Metode Skoring Pada Industri Minuman Ringan di Indonesia untuk Menjamin Keamanan Pangan

Yoyok Budi Pramono, Sri Mulyani, Atika Krismawati
Laboratorium Rekayasa Pangan dan Hasil Pertanian, Departemen Pertanian,
Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro
Email : yoyokbudipramono@lecturer.undip.ac.id; yok_b_p@yahoo.com

Pendahuluan

Pangan merupakan kebutuhan dasar manusia yang harus dipenuhi setiap waktu. Hak memenuhi kebutuhan dasar ini menjadi kewajiban negara untuk memenuhinya. Dalam undang-undang No. 18 tahun 2012 pengertian Ketahanan Pangan adalah : "*kondisi terpenuhinya Pangan bagi negara sampai dengan perseorangan, yang tercermin dari tersedianya pangan yang cukup, baik jumlah maupun mutunya, aman, beragam, bergizi, merata, dan terjangkau serta tidak bertentangan dengan agama, keyakinan, dan budaya masyarakat, untuk dapat hidup sehat, aktif, dan produktif secara berkelanjutan*". Hal ini menunjukkan bahwa ketahanan pangan menjadi suatu hal yang strategis dalam proses pembangunan ini terutama sub sektor pembangunan pertanian.

Untuk mencapai ketahanan pangan ini juga harus didukung oleh keamanan pangan yang merupakan salah satu bagian penting untuk mencapai tujuan tersebut. Didalam undang-undang juga disebutkan bahwa ketahanan pangan didalam pencapaiannya perlu diwujudkan dalam kemandirian pangan (*food resilience*) dan juga kedaulatan pangan (*food sovereignty*) jadi saling bersinergi. Definisi Keamanan Pangan (*food safety*) adalah *kondisi dan upaya yang diperlukan untuk mencegah Pangan dari kemungkinan cemaran biologis, kimia, dan benda lain yang dapat mengganggu, merugikan, dan membahayakan kesehatan manusia serta tidak bertentangan dengan agama, keyakinan, dan budaya masyarakat sehingga aman untuk dikonsumsi*. Untuk mencapai keamanan pangan serta terjaminnya kondisi tersebut diperlukan suatu upaya yang kuat dalam setiap proses yang dilaluinya. Salah satunya dengan pelaksanaan SSOP (*Standard Sanitation Operating Procedure*) yang dilakukan dalam proses industri pangan, misalnya pada industri minuman ringan. SSOP adalah *Sanitation Standard Operating Procedure* (SSOP) adalah prosedur tertulis yang harus digunakan oleh pemroses pangan untuk memenuhi kondisi dan praktek sanitasi.

Prinsip dasar sanitasi meliputi dua hal, yaitu membersihkan dan sanitasi. Pembersihan yaitu menghilangkan mikroba yang berasal dari sisa makanan dan tanah yang mungkin menjadi media yang baik bagi pertumbuhan mikroba. Sanitasi merupakan langkah menggunakan zat kimia dan atau metode fisika untuk menghilangkan sebagian besar mikroba yang tertinggal pada permukaan alat dan mesin pengolah makanan. Sanitasi pangan ditujukan untuk mencapai kebersihan yang prima dalam tempat produksi, persiapan penyimpanan, penyajian makanan, dan air sanitasi. Sanitasi merupakan hal yang sangat penting dalam proses pengolahan pangan yang harus diterapkan dengan baik dan benar. Sanitasi bertujuan untuk mencegah masuknya kontaminan ke dalam makanan atau minuman dan peralatan pengolahan yang digunakan dalam proses pengolahan. Industri pangan yang menghasilkan produk dalam skala besar harus mempunyai *Sanitation Standard Operating Procedures* (SSOP) untuk menjamin tingkat keamanan pangan dan kualitas produk yang dihasilkan, supaya layak dan aman untuk dikonsumsi oleh konsumen.

Pada kondisi pandemi *Covid-19* saat ini berbagai sektor industri mengalami relaksasi pertumbuhan karena adanya wabah tersebut. Termasuk juga industri minuman ringan yang terkoreksi menjadi pertumbuhannya menjadi 2% dari target 2,5 % di awal tahun 2020 ini. Hal ini terjadi karena adanya kebijakan pembatasan kerumunan yang berimplikasi pemasaran minuman ringan menjadi turun 0,5 %. Bahkan GAPPMI (Gabungan Pengusaha Makanan dan Minuman Indonesia) memangkas target pertumbuhan 10 % menjadi 4-5% karena adanya pandemi *Covid-19* ini dan ini telah menyesuaikan dengan asumsi pertumbuhan ekonomi yang mengalami pertumbuhan minus 2 % akibat pandemi. Dari segi volume,

minuman ringan di Indonesia saat ini didominasi oleh air minum dalam kemasan (AMDK) yang memiliki market share 84% dari total pasar minuman ringan siap saji dalam kemasan. Sedangkan minuman ringan berkarbonasi cenderung stagnan. Hal ini dimungkinkan karena semakin banyaknya pilihan minuman lainnya. Sampai saat ini minuman berkarbonasi mempunyai market share 3,6%. Sementara pertumbuhan minuman lainnya di luar AMDK (*RTD Water*) yang menyolok adalah minuman isotonik, minuman sari buah dan minuman beraroma buah-buahan.

Untuk menjamin keamanan pangan pada industri minuman ringan di Indonesia telah mengeluarkan beberapa regulasi diantara melalui Undang-Undang Pangan no. 18 tahun 2012, serta berbagai regulasi turunan lainnya. Salah satunya adalah Peraturan Menteri Perindustrian Nomor 78 tahun 2016 tentang Pemberlakuan Standar Nasional Indonesia Air Mineral, Air Demineral, Air Mineral Alami, Dan Air Minum Embun Secara Wajib. Jadi sebenarnya sudah cukup regulasi-regulasi yang telah dilakukan yang diperlukan adalah upaya penegakan hukumnya agar keamanan pangan dapat terjaga.

Penerapan SSOP pada Industri Minuman Ringan di Indonesia

Standard Operating Procedure (SOP) merupakan bagian dari sistem dokumentasi mutu yang disusun untuk memudahkan, merapikan dan menertibkan pekerjaan yang berisi urutan proses melakukan pekerjaan dari awal hingga akhir (Fahma *et al.*, 2012). Sanitasi proses pengolahan pangan mempunyai keterkaitan dengan kebersihan dalam tahap produksi, persiapan, penyimpanan, serta penyajian makanan dan air. Hal utama yang memerlukan perhatian khusus untuk menjamin agar makanan atau minuman aman untuk dikonsumsi adalah penyediaan air bersih dan aman, pemilihan bahan-bahan mentah bermutu tinggi, metode penanganan yang higienis untuk menghindari kontaminasi mikroba patogen dan pembusuk, baik selama tahap persiapan maupun pada tahap penyajian (Heriyanto, 2016). Berkaitan dengan hal tersebut, terdapat tata cara pelaksanaan sanitasi yang disebut dengan *Sanitation Standard Operating Procedures* (SSOP). *Sanitation Standard Operating Procedures* (SSOP) merupakan prosedur baku sanitasi yang tertulis atau dokumen yang spesifik untuk setiap lokasi tempat produksi pangan sehingga harus dimiliki oleh setiap perusahaan (Oktavianto *et al.*, 2014). SSOP adalah suatu persyaratan teknis yang harus dipenuhi apabila suatu unit usaha akan memulai proses produksi dan menerapkan *Hazard Analysis Critical Control Point* (HACCP). Sanitasi dalam prakteknya, meliputi kegiatan-kegiatan secara aseptik dalam persiapan, pengolahan dan pengemasan produk pangan, pembersihan dan sanitasi prabrik termasuk lingkungannya, serta kesehatan pekerja. Proses sanitasi adalah proses membersihkan menggunakan zat kimia dan atau metode fisik untuk menghilangkan sebagian besar mikroba yang tertinggal pada permukaan alat dan mesin pengolah makanan atau minuman (Lisyanti *et al.*, 2010). Prosedur untuk melaksanakan *higiene* dan sanitasi harus disesuaikan dengan jenis dan tipe mesin atau alat pengolah makanan atau minuman.

Terdapat 8 faktor penting dalam pelaksanaan penyusunan *Sanitation Standard Operating Procedures* (SSOP) yaitu keamanan air, keadaan dan kebersihan permukaan yang kontak dengan makanan, pencegahan kontaminasi silang, fasilitas kebersihan, pencegahan adulterasi, pelabelan, penyimpanan dan penggunaan senyawa dan bahan berbahaya, kesehatan pekerja serta pencegahan hama (Pramesti *et al.*, 2013).

1. Keamanan Air.

Air yang digunakan dalam industri pangan umumnya harus memenuhi syarat yakni tidak berwarna, tidak berbau, jernih, tidak berasa, bebas bakteri dan senyawa-senyawa yang berbahaya (Subhiandono *et al.*, 2016). Faktor-faktor penting yang harus diperhatikan terkait dengan keamanan air adalah suplai air aman untuk air yang kontak dengan bahan pangan atau dengan permukaan yang kontak dengan bahan pangan, serta tidak ada kontaminasi silang antara air yang dapat diminum dengan air yang tidak dapat diminum.

2. Kondisi Permukaan yang Kontak dengan Bahan Pangan.

Sanitasi peralatan termasuk ke dalam sanitasi permukaan yang kontak dengan makanan atau minuman. Permukaan yang kontak dengan makanan tidak boleh mengandung toksik, tidak menyerap, tahan karat, *inert* (tidak bereaksi), dan mudah dibersihkan (Nuryanti dan Lili, 2017). Sumber kontaminasi dalam industri

pangan meliputi pekerja, hewan dan lingkungan. Mikroba yang menjadi fokus utama dalam sanitasi pangan adalah mikroba pembusuk dan *pathogen* (Hariadi, 2016) Tahapan cara membersihkan dan sanitasi peralatan maupun lingkungan yang mencakup jenis dan konsentrasi pembersih harus dicantumkan.

3. Pencegahan Kontaminasi Silang.

Kontaminasi berasal dari adanya sejumlah kecil elemen atau bahan yang tidak dikehendaki dalam bahan pangan, misalnya logam berat seperti timbal atau bahan radioaktif (Yunita dan Dwipayanti, 2010). Kontaminasi silang dapat terjadi karena disebabkan oleh aktivitas pekerja yang kurang memperhatikan kebersihan. Cara pencegahan kontaminasi silang dapat dilakukan dengan cara memisahkan barang mentah dengan produk di tempat yang berbeda. Tata letak industri harus dapat mencegah kontaminasi silang dengan jaminan adanya pemisahan dan perlindungan produk selama penyimpanan, pembersihan, dan sanitasi daerah penanganan atau pengolahan pangan serta peralatan yang ditangani dengan baik (Sonaru *et al.*, 2014).

4. Fasilitas Kebersihan

Perusahaan harus menjamin kelengkapan dan kondisi fasilitas kebersihan seperti fasilitas cuci tangan dan toilet. Fasilitas pencuci tangan merupakan peralatan yang sangat mendukung dalam pencegahan kontaminasi silang diantara berbagai produk. Sarana pencuci tangan harus terpisah dengan sarana pencucian produk dan peralatan lain untuk menghindari terjadinya kontaminasi silang. Penyediaan fasilitas toilet harus disesuaikan dengan jumlah pekerja dalam suatu industri, serta dijamin hygiene dan kebersihannya.

5. Pencegahan Adulterasi

Tindakan ini ditujukan untuk menjamin bahwa pangan, pengemas pangan dan permukaan yang kontak dengan produk pangan terlindungi dari berbagai cemaran mikrobiologi, kimia dan fisik, termasuk pelumas, bahan bakar, pestisida, senyawa pembersih, sanitiser, kondensat dan cipratan dari lantai. Penempatan tempat sampah juga diatur dengan persyaratan adanya penutup tempat sampah dan tidak dibiarkan menumpuk untuk mencegah pencemaran yang timbul dari bau dan pembusukan sampah.

6. Pelabelan, Penyimpanan, Penggunaan Senyawa dan Bahan Berbahaya.

Tindakan ini mencakup tata cara dan jenis pelabelan pada bahan-bahan kimia yang digunakan, baik untuk proses produksi maupun pembersihan atau desinfeksi untuk mencegah kesalahan dalam dosis penggunaan (Purwaningsih, 2015). Bahan kimia berbahaya yang dimaksud adalah bahan pembersih, bahan sanitasi dan bahan kimia lainnya yang sebaiknya diberi label dan disimpan secara terpisah dari ruang produksi sehingga dapat mencegah kontaminasi silang (Syakbania dan Wahyuningsih, 2017). Pemberian label dan pengawasan sistem alur masuk dan keluarnya barang harus dilakukan supaya sistem *First In First Out* (FIFO) terlaksana dengan baik.

7. Kesehatan Pekerja

Higiene dan kesehatan pekerja yang baik dapat memberi jaminan bahwa produk yang diolah aman untuk dikonsumsi. Hal tersebut sangat penting karena selama proses pengolahan keadaan pekerja harus sehat supaya tidak mengkontaminasi bahan pangan yang sedang diolah. Oleh karena itu perusahaan harus menjamin dan mengawasi pengelolaan kesehatan para pekerjanya dengan baik.

8. Pencegahan Hama.

Hama merupakan binatang atau serangga yang tidak dikehendaki keberadaannya baik dalam jumlah sedikit ataupun banyak dalam produk pangan. Hama seperti tikus, serangga, lalat, kecoa, dan lainnya dapat menyebabkan penurunan mutu dan keamanan produk pangan. Oleh karena itu, ruang lingkup industri pangan harus didesain dan dikonstruksi khusus untuk mencegah serangan hama. Pengendalian hama

dilakukan dengan menjaga kebersihan ruang penyimpanan dan tempat pembuangan sampah. Penutupan saluran pembuangan air untuk mencegah masuknya hama ke lingkungan produksi.

Metode Skoring pada Penerapan SSOP di Salah Satu Industri Minuman Ringan Sebagai Alternatif Penjaminan Keamanan Pangan

Penilaian kesesuaian penerapan *Standart Sanitation Operating Procedures* (SSOP) dilakukan pada aspek-aspek SSOP dengan standar yang ditetapkan. Penilaian terhadap parameter dapat dilakukan dengan metode *scoring*, sebagai berikut :

Tabel 1. Penilaian Parameter dengan Metode *Scoring*

Skor	Keterangan
Nilai 0-1	Apabila persyaratan/ proses tidak dilakukan sesuai persyaratan
Nilai 2-4	Apabila dilaksanakan hanya sebagian kecil dari persyaratan
Nilai 5-8	Apabila dilaksanakan sebagian besar atau mendekati persyaratannya
Nilai 9-10	Apabila proses atau persyaratan telah dilaksanakan sepenuhnya

Sumber : Dirjen P2HP, 2004.

Untuk mengetahui tingkat penerapan cara produksi pangan pada aspek-aspek *Standart Sanitation Operating Procedures* (SSOP) dapat dilakukan penjumlahan nilai dari masing-masing parameter. Skor ketentuan penilaian terhadap penerapan SSOP pada suatu perusahaan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Tingkat Penerapan *Standart Sanitation Operating Procedures* (SSOP)

Total Skor	Keterangan
< 250	Tidak menerapkan SSOP yang benar
250 – 319	Kurang sesuai dengan SSOP yang benar
320 – 499	Mendekati persyaratan SSOP yang benar
550 – 680	Telah sesuai atau memenuhi prinsip dan prosedur SSOP yang benar

Sumber: Dirjen P2HP, 2004.

Penyimpangan atau ketidaksesuaian dapat dikelompokkan menjadi empat, yaitu minor, mayor, serius, kritis. Minor adalah ketidaksesuaian yang masih dapat diperbaiki dan tidak menyebabkan resiko terhadap kualitas produk. Mayor adalah ketidaksesuaian atau gagal dalam memenuhi persyaratan sehingga dapat mempengaruhi efisiensi pengendalian keamanan produk. Serius adalah ketidaksesuaian yang menyebabkan resiko terhadap kualitas produk dan harus diperbaiki. Kritis adalah ketidaksesuaian mayor yang menyebabkan resiko terhadap pengguna dan harus segera diperbaiki. Pengelompokan penyimpangan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Penilaian Mutu Sarana Pengolahan

Tingkat (<i>rating</i>)	Jumlah Penyimpangan				Jumlah Frekuensi Audit	Nilai
	Minor	Mayor	Serius	Kritis		
I	0-10	0-5	0	0	1 kali/ 6 bulan	A (baik sekali)
II	≥ 11	11-20	1-10	0	1 kali/ 4 bulan	B (baik)
III	TB	≥ 20	10-20	1-3	1 kali/ 2 bulan	C (cukup)
IV	TB	TB	≥ 21	≥ 4	1 kali/ bulan	D (kurang)

Sumber: BPOM, 2005.

Evaluasi Penerapan Metode Skoring pada Salah Satu Industri Minuman Ringan di Indonesia

Berdasarkan hasil *scoring* dari masing-masing aspek SSOP, dapat dilakukan evaluasi sejauh pada industri minuman ringan di Indonesia menerapkan aturan SSOP. Tingkat penerapan SSOP di salah satu industri minuman ringan di Indonesia dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Tingkat Penerapan SSOP di salah satu Industri Minuman Ringan di Indonesia

No.	Aspek Penilaian	Skor Standar	Skor
1.	Keamanan Air	60	54
2.	Pencegahan Kontaminasi Silang	110	99
3.	Kondisi Permukaan yang Kontak dengan Bahan Pangan	40	36
4.	Fasilitas Kebersihan dan Sanitasi	40	36
5.	Pencegahan Adulterasi	40	35
6.	Pelabelan, Penyimpanan, Penggunaan Senyawa dan Bahan Berbahaya	20	18
7.	Kesehatan Pekerja	40	36
8.	Pencegahan Hama	40	38
Total		390	352

Berdasarkan Tabel 4. diatas, dapat diketahui bahwa total *scoring* pada semua aspek penilaian SSOP pada salah satu industri minuman ringan di Indonesia adalah 352, dimana hasil tersebut menurut Direktorat P2HP (2004) telah sesuai atau memenuhi prinsip dan prosedur cara pengolahan yang benar. Namun, masih terdapat beberapa penyimpangan yang terjadi. Perusahaan diharapkan dapat menjaga dan meningkatkan pelaksanaan aspek SSOP agar dapat menghasilkan produk yang aman dan berkualitas.

Penilaian Mutu Sarana Pengolahan

Berdasarkan penyimpangan yang ditemukan pada setiap aspek, diperlukan perbaikan pada masing-masing aspek SSOP yang dapat membantu peningkatan kualitas produk. Evaluasi berdasarkan klasifikasi penyimpangan mutu pada aspek SSOP yang ditemukan di salah satu industri minuman ringan di Indonesia dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Tingkat Penyimpangan Mutu pada Aspek SSOP di Salah Satu Industri Minuman Ringan di Indonesia

No.	Aspek Penilaian	Jumlah Penyimpangan			
		Minor	Mayor	Serius	Kritis
1.	Keamanan Air	-	-	-	-
2.	Pencegahan Kontaminasi Silang	2	-	1	-
3.	Kondisi Permukaan yang Kontak dengan Bahan Pangan	-	-	-	-
4.	Fasilitas Kebersihan dan Sanitasi	-	-	-	-
5.	Pencegahan Adulterasi	-	1	-	-
6.	Pelabelan, Penyimpanan, Penggunaan Senyawa dan Bahan Berbahaya	-	-	-	-
7.	Kesehatan Pekerja	-	-	-	-
8.	Pencegahan Hama	-	-	-	-
Subtotal		2	1	1	0

Berdasarkan Tabel 5. di atas, dapat diketahui bahwa tingkat penyimpangan mutu pada aspek SSOP di salah satu industri minuman ringan di Indonesia menurut BPOM (2005) termasuk dalam tingkat II yang memiliki nilai baik (B) dengan penyimpangan minor sebanyak ≥ 11 , mayor sebanyak 11-20, serius sebanyak 1-10, dan kritis 0 sehingga diperlukan audit setiap 4 bulan sekali.

Simpulan

Simpulan penerapan SSOP di salah satu industri minuman ringan di Indonesia telah dilakukan dengan baik sehingga didapatkan produk yang berkualitas dan mengacu pada standar SNI. Proses sanitasi dilakukan sejak penerimaan bahan baku (*incoming material*), proses produksi, pembotolan, sampai proses penyimpanan dan pengiriman kepada konsumen. Proses sanitasi peralatan yang dilakukan menggunakan proses CIP (*Cleaning In Place*). Proses sanitasi di monitoring oleh departemen *Quality Assurance* dan sudah menerapkan 8 kunci SSOP dengan baik. Penerapan SSOP di salah satu industri minuman ringan di Indonesia mendapatkan skor sebesar 552 dimana skor tersebut telah sesuai atau memenuhi prinsip dan prosedur cara pengolahan yang benar dan jika dilihat dari penyimpangan yang terjadi, termasuk dalam tingkat II dengan nilai baik (B).

Daftar Pustaka

- Andriani, M., B. S. Amanto, dan Gandes. 2012. Pengaruh penambahan gula dan suhu penyajian terhadap nilai gizi minuman teh hijau (*Camelia sinensis* L.). *J. Teknologi Hasil Pertanian*. **5** (2). 40-47.
- Anjarsari, I.R.D. 2016. Katekin teh Indonesia : prospek dan manfaatnya. *J. Kultivasi*. **15** (2): 99-108.
- Badan Pengawasan Obat dan Makanan. 2005. Pedoman Pemeriksaan Sarana Pengolahan Saus dalam Botol. Direktorat Inspeksi dan Sertifikasi Pangan Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia, Jakarta.
- Direktorat P2HP. 2004. Cara Pengolahan yang Baik (*Good Manufacturing Practices*) Komoditas Hortikultura. Direktorat Jenderal Bina Pengolahan dan Pemasaran Hasil Pertanian, Departemen Pertanian, Jakarta.
- Endarko, T.Putro, N.I.Nuzula, N.Armawati, A.Wardana, A.Rubiyanto, dan M.S.Muntini. 2013. Rancang bangun sistem penjernihan dan dekontaminasi air sungai berbasis biosand filter dan lampu ultraviolet. *J.Berkala Fisika*. **16**(3): 75-84.
- Fahma, F., Jauhari, W. A., & Kusumawardhani, P. N. 2012. Perancangan *standard operating procedures* (SOP) pengolahan pasca panen rimpang tanaman obat dan identifikasi *good manufacturing practices* (GMP) di klaster biofarmaka karanganyar. Dalam: Prosiding SNST Fakultas Teknik. Universitas Wahid Hasyim Semarang. Hal. E6 – E11.
- Hariadi, P. 2016. Prinsip kedua desain saniter untuk mesin dan peralatan di industri pangan terbuat dari bahan-bahan yang sesuai. *J. Food Review Indonesia*. **9**(4): 44-47.
- Heriyanto, F. N. I.M. 2016. Pengendalian Mutu Produk Pendekatan Manual GMP SSOP IKM Gula Kelapa Kristal (Study Kasus KUB Sari Bumi Desa Bojong Mrebet Purbalingga. Institut Agama Islam Negeri Purwokerto, Purwokerto. (Disertasi).
- Ikhwana, A., dan A. Dewi. 2012. Perencanaan strategi pengembangan usaha kain tenun sutra dengan pendekatan metode balance scorecard (studi kasus di pabrik sutra tiga putra). *J. Kalibrasi*. **10**(1):1-12.
- Kasim, K. P., dan Sari, A. A. M. 2019. Hubungan personal hygiene penjamah makanan dengan kualitas bakteriologis MPN *Coliform* pada jajanan di wilayah pasar segar panakukang Kota Makassar. *J.Sulolipu:Media Komunikasi Sivitas Akademika dan Masyarakat*.**18**(2): 130-139.
- Kusumaningrum,R., A.Supriadi, dan S.Hanggita.2013.Karakteristik dan mutu teh bunga lotus (*Nelumbo nucifera*). *J.Fishtech*. **2**(1):9-21.
- Lisyanti, N. S. Palupi dan K. Darwin. 2010. Evaluasi penerapan cara produksi yang baik (*good manufacturing practices*) dan penyusunan SSOP industri lidah buaya di PT. Libe Bumi Abad. *J. Manajemen Pengembangan Industri Kecil Menengah*. **4**(1): 90-109.
- Mitrowihardjo, S. 2012. Kandungan katekin dan hasil pucuk beberapa klon teh (*Camelia sinensis* L.) unggulan pada ketinggian yang berbedadi Kebun Pagilaran. Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.(Disertasi).
- Nuryanti, F., dan W. Lili. 2017. Analisis sanitasi dan *higiene* unit pengolahan ikan (studi kasus pengolahan otak-otak bandeng di ukmp juwita food bandung). *J. Perikanan Kelautan*. **8**(2): 126-132.

- Oktavianto, A., Nurhayati, dan E. Suswati. 2014. Evaluasi keamanan sumber air minum desa mojo kecamatan padang kabupaten lumajang. *J. Agroteknologi*. **8(2)**:185-191.
- Pramesti, N., N. W. Setyanto, R. Yuniarti. 2013. Analisis persyaratan dasar dan konsep *hazard analysis critical control point* (HACCP) dengan rekomendasi perancangan ulang tata letak fasilitas (studi kasus: KUD DAU Malang). *J. Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri*. **1(2)**: 286-298.
- Purwaningsih, S. 2015. Penyusunan *Sanitation Standard Operating Procedures* (SSOP) Di Industri Pengolahan Teh Mahkota Dewa Salama Nusantara Kulonprogo. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. (Thesis).
- Purwiyanto, H., dan Ratih D. H. 2009. Sanitasi *Hygiene* dan Keselamatan Kerja Dalam Pengelolaan Makanan. Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Purwoto, S., T. Purwanto, dan L.Hakim.2015. Penjernihan air sungai dengan perlakuan koagulasi, filtrasi, absorpsi, dan pertukaran ion. *J.Teknik Waktu*. **13(2)**: 45-53.
- Putra, A. D. 2019. Pengawasan mutu proses produksi teh hitam (studi kasus di pabrik teh sumber daun di Desa Hegarmanah Kecamatan Takokak Kabupaten Cianjur. *J. UMMI*. **13(1)**: 1-6.
- Putri, K.D.S., dan A.W.D.Yustinus. 2014. Analisis faktor yang berhubungan dengan kepatuhan menggunakan alat pelindung diri. *The Indonesian Journal of Occupational Safety, Health and Environment*. **1(1)**: 24-36.
- Rianti, A., A. Christopher, D. Lestari dan W. El Kiyat. 2018. Penerapan keamanan dan sanitasi pangan pada produksi minuman sehat kacang-kacangan UMKM Jukajo Sukses Mulia di Kabupaten Tangerang. *J. Agroteknologi*. **12(2)**: 167-175.
- Sonaru, A. C., A. Rahman, dan C. F. M. Tantrika. 2014. Analisa ketidaksesuaian persyaratan cara produksi pangan yang baik untuk industri rumah tangga (Cpbb-irt) untuk meminimasi kontaminasi produk roti (Studi kasus: Perusahaan X.). *J. Rekayasa dan Manajeme Sistem Industri*. **2(2)**: 382-295.
- Sonia, V., Koesyanto, H., dan Wahyuningsih, A. S. 2015. Evaluasi penerapan higiene dan sanitasi penyelenggaraan makanan di RSUD Sunankalijaga Kabupaten Demak. *J. Kesehatan Masyarakat UNNES*. **4(2)**.
- Subhiandono, B.K., O. Setiani, dan T. Joko. 2016. Perbedaan kualitas bakteriologis (*Coliform*) dan fisik (warna dan kekeruhan) pada air baku dan air isi ulang si Kecamatan Pontianak Utara. *J. Kesehatan Masyarakat*. **4(3)**: 711-724.
- Susetyo, J., R.A. Simanjuntak dan J.M. Ramos. 2010. Perancangan ulang tata letak fasilitas produksi dengan pendekatan *group technology* dan algoritma *bloclplan* untuk meminimasi ongkos *material handling*. *J. Teknologi*. **3 (1)**: 75-84.
- Syakbania, D. N. Dan A. S. Wahyuningsih. 2017. Program keselamatan dan kesehatan kerja di laboratorium kimia. *J. HIGEIA*. **1(2)**: 49-57.
- Triana,E., dan N. Nurhidayat. 2016. Uji ekstrak air daun ketapang (*Terminalia catappa* L.) sebagai pembersih alami dengan metode *clean in place* (CIP). Dalam: Prosiding Seminar Nasional II 2016. Kerja Sama Prodi Pendidikan Biologi FKIP Dengan Pusat Studi Lingkungan Dan Kependudukan Universitas Muhammadiyah Malang. Malang, 26 Maret 2016. Universitas Muhammadiyah Malang. Hal. 143-155.
- Troharjono, A., B. D. Probowati, dan M. Fakhry. 2013. Evaluasi *sanitation standard operating procedures* kerupuk amplang di ud sarina kecamatan kaliangget kabupaten sumenep. *J. Agrotek. 7(2)*: 78-85.
- Wardani, R. K., dan M.A. H. F. Fernanda. 2015. Analisis kadar kafein dari serbuk teh hitam, teh hijau dan teh putih (*Camellia sinensis* L.) *J. Pharmaci and Science*. **1(1)**: 15-17.
- Wiyono,N., A.Faturrahman, dan I.Syauqiyah.2017. Sistem pengolahan air minum sederhana (portable water treatment). *J.Konversi UNLAM*. **6(1)**: 27-35.
- Yuniarti, R., W. Azlia, dan R. A. Sari. 2015. Penerapan Sistem Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP) pada Proses Pembuatan Keripik Tempe. *J. Ilmiah Teknik Industri*. **14(1)**: 86 – 95.
- Yunita, N. L. P., dan N. M. U. Dwipayanti. 2010. Kualitas mikrobiologi nasi jinggo berdasarkan angka lempeng total, *coliform* total dan kandungan *Escherichia coli*. *J. Biologi Udayana*. **14(1)**: 15-19.

Efisiensi dan Optimasi Produksi Usaha Ternak Sapi Potong Pola Penggemukan di Jawa Tengah

Edy Prasetyo dan Titik Ekowati

Laboratorium Manajemen Agribisnis, Departemen Pertanian, Fakultas Peternakan dan Pertanian
Universitas Diponegoro

E-mail: edyprsty@yahoo.com

Pendahuluan

Pemenuhan kebutuhan daging sapi di dalam negeri sampai saat ini masih harus mengimpor daging beku dan sapi bakalan dari Australia dengan jumlah yang setara satu juta ekor sapi per tahun (Sulaiman *et al.*, 2017). Besarnya nilai impor daging beku dan ternak bakalan sangat menyedot devisa Negara. Pada sisi lain devisa Negara sangatlah di butuhkan untuk berbagai kegiatan pemerintah, antara lain mendukung proses ekspor barang, pembayaran cicilan utang ke luar negeri, membantu kegiatan perdagangan di luar negeri dan lain-lain. Untuk itulah atas dasar dukungan kekayaan sumber daya genetik ternak dan penguasaan teknologi peternakan (pemuliaan, reproduksi, bioteknologi, pakan, dan kesehatan hewan) yang di miliki bangsa Indonesia harus dapat di manfaatkan untuk keluar dari ketergantungan impor.

Pembibitan ternak sapi potong merupakan sumber penyedia utama sapi bakalan bagi usaha penggemukan sapi potong di Indonesia yang realitasnya sebagian besar dilakukan oleh peternak rakyat. Usaha penggemukan sapi potong rakyat merupakan usaha komplementer terhadap usaha pokok petani/peternak, baik sebagai petani maupun profesi lainnya. Sebagai usaha yang bersifat komplementer, usaha penggemukan sapi potong secara ekonomis mempunyai peranan penting, antara lain sebagai sumber pendapatan tambahan yang sangat berarti bagi petani dan keluarganya, serta sebagai penyangga keuangan keluarga atau rumah tangga petani. Usaha penggemukan sapi potong diusahakan oleh peternak rakyat dengan rata-rata skala pengusahaan 3,08 ekor/ peternak (Prasetyo *et al.*, 2013). Menurut Prajogo *et al.* (2002), kecilnya skala pengusahaan sapi potong di daerah pertanian intensif disebabkan peternakan merupakan suatu usaha yang dikelola oleh rumah tangga petani dengan modal, tenaga kerja dan manajemen yang terbatas.

Pengembangan usaha penggemukan sapi potong di Provinsi Jawa Tengah yang berorientasi kepada peningkatan produktivitas usaha dan pendapatan peternak, memerlukan penerapan teknologi budidaya tepat guna secara intensif. Pengembangan tersebut harus memperhatikan karakteristik usaha ternak yang secara sistematis mencerminkan kondisi dan potensi usaha penggemukan sapi potong peternak rakyat, permasalahan pengembangan usaha ternak, dan solusi permasalahan untuk pengembangannya. Upaya-upaya tersebut antara lain dapat dilakukan melalui penerapan sistem pengembangan usaha penggemukan sapi potong yang berorientasi pada konsep efisiensi penggunaan faktor-faktor produksi dan optimasi penggunaan sumberdaya usaha ternak.

Produktivitas Usaha Penggemukan Sapi Potong

Menurut Prasetyo (2013), bahwa produktivitas usaha penggemukan sapi potong berdasarkan Pertambahan Bobot Badan (PBB) rata-rata di Jawa Tengah adalah sebesar 0,68 kg/ekor/ hari. Nilai tersebut dihitung berdasarkan rata-rata jumlah sapi yang diusahakan peternak rakyat, yaitu meliputi: (i) Sapi Peranakan Ongole (PO) dengan rata-rata pengusahaan 2,18 ekor/peternak; (ii) Sapi Persilangan Simmental dengan Peranakan Ongole (SPO) dengan rata-rata pengusahaan 3,38 ekor/peternak, dan (iii) Sapi Persilangan Limousine dengan Peranakan Ongole (LPO) dengan rata-rata pengusahaan 4,40 ekor/ peternak. Apabila ditinjau berdasarkan masing-masing bangsa sapi, maka PBB pada sapi PO sebesar 0,41 kg/ekor/hari, pada sapi SPO sebesar 0,84 kg/ekor/hari, dan PBB pada sapi LPO sebesar 0,93 kg/ekor/hari, atau dengan kata lain PBB harian pada sapi LPO lebih tinggi bila dibandingkan dengan PBB harian pada sapi SPO maupun pada sapi PO.

PBB harian pada sapi PO sebesar 0,41 kg/ekor/hari lebih rendah bila dibandingkan dengan hasil penelitian Daryanti et al. (2002), bahwa usaha penggemukan pada sapi PO dengan pakan dasar jerami padi teramoniasi ditambah konsentrat 4 kg/ekor/hari menghasilkan PBB harian sebesar 0,72 kg/ekor/hari. Rendahnya produktivitas usaha penggemukan sapi potong pada tingkat peternak rakyat disebabkan antara lain oleh rendahnya kualitas pakan yang diberikan kepada ternak. Pada penelitian-penelitian tingkat laboratorium, ransum yang diberikan kepada ternak memiliki kandungan nutrisi yang sangat bagus, karena ransum tersebut disusun berdasarkan kebutuhan nutrisi ternak.

Tinggi atau rendahnya PBB harian sangat dipengaruhi oleh potensi genetik individu di antara bangsa sapi, di samping disebabkan karena konsumsi dan efisiensi pakan, serta umur sapi (Soeparno dan Davies, 1987). Berdasarkan efisiensi pakan usaha ternak sapi potong pada peternak rakyat di Jawa Tengah, bahwa sapi LPO dapat memanfaatkan pakan lebih efisien dibandingkan dengan sapi SPO maupun PO, yaitu dengan nilai konversi pakan sebesar 16,85 pada sapi LPO, 19,37 pada sapi SPO, dan 33,00 pada sapi PO. Nilai konversi pakan sebesar 33,00 pada sapi PO adalah tidak lebih baik bila dibandingkan dengan hasil penelitian De Carvalho et al. (2010) pada bangsa sapi yang sama, yaitu sebesar 22,55. Dari itu semua menunjukkan bahwa usaha penggemukan sapi potong pada tingkat peternak rakyat di Jawa Tengah bila ditinjau dari PBB harian maupun konversi pakan adalah belum menunjukkan hasil yang baik.

Efisiensi Produksi Usaha Penggemukan Sapi Potong

Sebagai upaya untuk meningkatkan produktivitas usaha penggemukan sapi potong, sangat perlu memperhatikan penggunaan faktor-faktor produksi yang digunakan dalam proses produksi. Berdasarkan tingkat efisiensi teknis faktor-faktor produksi pada usaha penggemukan sapi potong yang dilakukan oleh peternak rakyat dalam kondisi decreasing return to scale (Prasetyo, 2013). Decreasing return to scale merupakan suatu kondisi proses produksi di mana nilai fisik produk marjinal lebih kecil dari pada nilai fisik produk rata-rata, sehingga elastisitas produksi bernilai lebih kecil dari satu ($E_p < 1$). Kondisi ini mengandung makna bahwa tambahan sejumlah input tidak diimbangi secara proporsional oleh tambahan output yang dihasilkan. Berdasarkan tingkat efisiensi ekonomis, penggunaan faktor-faktor produksi, bahwa jumlah sapi yang diusahakan, pemberian hijauan pakan, dan pemberian pakan konsentrat secara ekonomis belum efisien, sedangkan bobot awal sapi bakalan, lama waktu penggemukan per-periode produksi, dan curahan tenaga kerja secara ekonomis tidak efisien. Agar PBB harian usaha penggemukan sapi potong meningkat lebih besar dari produktivitas aktual di lapangan yaitu (rata-rata 0,68 kg/ekor/hari), maka faktor-faktor produksi rata-rata jumlah sapi yang diusahakan idealnya ditingkatkan menjadi lebih besar dari jumlah rata-rata 3,08 ekor/peternak, hijauan pakan ternak ditambah menjadi lebih besar dari nilai rata-rata 8,38 ton (BK)/periode produksi, dan pakan konsentrat ditambah menjadi lebih besar dari nilai rata-rata 2,02 ton (BK)/periode produksi, serta bangsa sapi yang diusahakan perlu ditingkatkan kualitasnya, sedangkan bobot badan awal ternak (bobot sapi bakalan) perlu dikurangi menjadi rata-rata lebih kecil dari 310,81 kg/ekor, dan lama waktu penggemukan juga perlu dikurangi menjadi kurang dari nilai rata-rata 7,82 bulan/periode produksi, demikian pula halnya dengan curahan tenaga kerja yang di alokasikan.

Optimasi Produksi Usaha Penggemukan Sapi Potong

Pendapatan usaha penggemukan sapi potong pada tingkat peternak rakyat yang dihitung dari selisih antara penerimaan dengan biaya produksi dan tanpa memperhitungkan biaya pencurahan tenaga kerja yaitu sebesar Rp 3.604.822,64/ 3,08 ekor/7,82 bulan atau setara Rp 149.671,13/ekor/bulan (Prasetyo, 2013). Rendahnya nilai pendapatan usaha penggemukan sapi potong pada tingkat peternak rakyat, disebabkan karena nilai PBB harian yang relatif kecil (rata-rata 0,68 kg/ekor/hari) dengan rata-rata nilai konversi pakan 21,18. Nilai PBB harian yang kecil diduga merupakan akibat dari pakan yang diberikan kurang mempunyai kandungan nutrisi bagus. Di samping itu, faktor-faktor lain yang mengakibatkan rendahnya tingkat pendapatan usaha ternak juga dapat disebabkan oleh orientasi usaha bagi peternak rakyat yang sebagian besar mempunyai orientasi sebagai usaha sampingan, dan arah penjualan ternak sebagai produk utama sebagian besar mengarah ke lembaga perantara utamanya ke pedagang pengumpul (blantik).

Berdasarkan orientasi usaha dan arah penjualan ternak, menunjukkan bahwa usaha penggemukan sapi potong pada tingkat peternak rakyat belum dibudidayakan secara intensif, sehingga tingkat pendapatan

yang diperoleh peternak dalam katagori kecil. Lebih lanjut, kecilnya tingkat pendapatan usaha penggemukan sapi potong juga dapat dilihat dari kontribusinya terhadap total pendapatan rumah tangga peternak, yaitu hanya sebesar 16,60% dengan pencurahan tenaga kerja 14,06 HOK/bl (12,50%). Menurut Anggraini (2003), suatu usaha apabila pendapatan yang dihasilkan mempunyai kontribusi lebih kecil dari 30% terhadap total pendapatan rumah tangga, maka usaha tersebut diklasifikasikan sebagai usaha sambilan.

Upaya-upaya yang harus dilakukan agar usaha penggemukan sapi potong berdasarkan ketersediaan sumberdaya pada tingkat peternak rakyat dapat menghasilkan pendapatan usaha yang maksimal, maka ketersediaan sumberdaya usaha ternak yang meliputi modal usaha, jumlah sapi yang diusahakan, hijauan pakan ternak, pakan konsentrat, curahan tenaga kerja perlu dialokasikan secara optimal. Sedangkan menurut Prasetyo (2013), bahwa bangsa sapi yang idealnya harus diusahakan oleh peternak rakyat adalah sapi SPO. Sapi PO yang eksistensinya masih diminati oleh banyak peternak, idealnya difokuskan sebagai sapi penghasil indukan betina. Di samping itu apabila sapi PO tetap diusahakan untuk penggemukan sapi potong, maka teknologi budidaya yang diterapkan harus berorientasi secara intensif (bukan usaha sambilan). Hal tersebut dilakukan demi kesinambungan dan pengembangan usaha penggemukan sapi potong pada tingkat peternak rakyat di Provinsi Jawa Tengah.

Kesimpulan

Usaha penggemukan sapi potong pada tingkat peternak rakyat di Jawa Tengah bila ditinjau dari kuantitas produksi (PBB) masih dalam katagori rendah, demikian pula halnya dengan nilai pendapatan usaha yang diperoleh peternak. Proses produksi usaha ternak ditinjau dari nilai elastisitas produksi berada pada kondisi decreasing return to scale, artinya bahwa tambahan sejumlah input tidak diimbangi secara proporsional oleh tambahan output yang dihasilkan. Sebagai upaya agar usaha ternak sapi potong menjadi lebih layak di usahakan (*economies of scale*), maka secara ekonomis perlu mengefisiensikan dan mengoptimasikan penggunaan faktor-faktor produksi yang dialokasikan dalam usaha ternak. Upaya-upaya tersebut dengan meningkatkan rata-rata jumlah sapi yang diusahakan, pemberian hijauan pakan, pemberian pakan konsentrat pada ternak, serta meningkatkan kualitas bangsa sapi yang diusahakan. Sedangkan bobot badan sapi bakalan, dan lama waktu penggemukan per-periode produksi perlu di kurangi, demikian pula halnya dengan curahan tenaga kerja. Bangsa sapi yang ideal diusahakan oleh peternak rakyat adalah sapi SPO. Sedangkan Sapi PO idealnya difokuskan sebagai sapi penghasil indukan betina.

Daftar Pustaka

- Anggraini, W. 2003. Analisis Usaha Peternakan Sapi Potong Rakyat berdasarkan Biaya Produksi dan Tingkat Pendapatan Peternakan menurut Skala Usaha. Laporan Penelitian. IPB, Bogor.
- Daryanti, S., M. Arifin, dan Sunarso. 2002. Respon produksi Sapi PO terhadap aras pemberian konsentrat dan pakan basal jerami padi fermentasi. Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi dalam Mendukung Agribisnis. BPTP Yogyakarta – UMY Yogyakarta. Hal. 263 – 268.
- De Carvalho, M.C., Soeparno, dan N. Ngadiyono. 2010. Pertumbuhan dan produksi karkas sapi peternakan Ongole dan Simmental peranakan Ongole jantan yang dipelihara secara feedlot. Buletin Peternakan. 34(1): 38 – 46.
- Prajogo, U. Hadi, dan N. Ilham. 2002. Problem dan prospek pengembangan usaha pembibitan sapi potong di Indonesia. J. Litbang Pertanian. 21 (4): 148 – 157.
- Prasetyo, E. 2013. Efisiensi dan Optimasi Usaha Penggemukan Ternak Sapi Potong pada Tingkat Peternak Rakyat di Jawa Tengah. Disertasi. Fakultas Peternakan dan Pertanian UNDIP, Semarang.
- Soeparno dan H.L. Davies. 1987. Studies on the growth and carcass composition in Daldale Wether Lambs I: The effect of dietary energy concentration and pasture species. Aust. J. Agric. Res. 38: 40-3 – 415.
- Sulaiman, A.A., I. Inounu, S. Torang, Maidaswar. 2017. Siwab: Solusi Cerdas Swasembada Daging Sapi dan Kerbau. Sekretariat Jenderal Kementerian Pertanian Republik Indonesia.

Potensi dan Strategi Penguatan Diversifikasi Pangan Lokal untuk Mendukung Ketahanan Pangan

Mohammad Rizki Ridhanto, Mukson
Program Studi Magister Agribisnis, Departemen Pertanian,
Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro
Email : rizkiridhanto85@gmail.com; mukson.fapetundip@gmail.com

Pendahuluan

Pangan merupakan salah satu kebutuhan pokok yang harus dipenuhi untuk mempertahankan hidup dan kehidupan serta melaksanakan aktivitas sehari-hari. Oleh karena itu, pangan merupakan aspek penting dalam kebijakan nasional dalam upaya meningkatkan kualitas sumberdaya manusia. Pada saat ini ketahanan pangan penduduk masih menjadi isu sangat penting utamanya dalam upaya memenuhi kebutuhan dan ketersediaan pangan penduduk melalui produksi pangan secara mandiri. Terkait pemenuhan pangan, seluruh negara di dunia melakukan berbagai usaha untuk mencukupi kebutuhan pangan masyarakatnya. Seluruh negara berusaha sebaik mungkin merencanakan, mengatur dan membuat strategi serta kebijakan untuk pemenuhan pangan agar stabilitas kehidupan sosial dan ekonomi terjaga.

Penjagaan dan pengaturan pangan agar terjamin ketersediaannya oleh Pemerintah Indonesia, telah dikeluarkan Undang-undang Nomor 18 Tahun 2012 tentang Pangan. Dalam undang-undang pangan disebutkan semua aspek yang mendukung ketahanan pangan baik dari sisi produksi pangan, ketersediaan pangan, cadangan pangan, keamanan pangan. Adapun ketahanan pangan yang dikonsepsikan dari undang-undang adalah kondisi terpenuhinya pangan bagi negara sampai dengan perseorangan, yang tercermin tersedianya pangan yang cukup, baik jumlah maupun mutunya, aman, beragam, bergizi, merata, dan terjangkau serta tidak bertentangan dengan agama, keyakinan, dan budaya masyarakat, untuk dapat hidup sehat, aktif, dan produktif secara berkelanjutan. Selanjutnya juga dijelaskan tentang kemandirian pangan adalah kemampuan negara dan bangsa dalam memproduksi pangan yang beraneka ragam dari dalam negeri yang dapat menjamin pemenuhan kebutuhan pangan yang cukup sampai di tingkat perseorangan dengan memanfaatkan potensi sumber daya alam, manusia, sosial, ekonomi, dan kearifan lokal secara bermartabat. Berkaitan dengan ketahanan dan kemandirian pangan diharapkan juga tercipta kedaulatan pangan yang diartikan hak negara dan bangsa yang secara mandiri menentukan kebijakan pangan yang menjamin hak atas pangan bagi rakyat dan yang memberikan hak bagi masyarakat untuk menentukan sistem pangan yang sesuai dengan potensi sumber daya lokal. Kondisi saat ini masih selalu menjaga ketersediaan, distribusi dan pemenuhan pangan untuk masyarakat sehingga ketahanan pangan tercapai. Untuk mencapai kedaulatan pangan bahkan kemandirian pangan, masih terus diperjuangkan. Hal ini dicerminkan dengan masih tingginya pemenuhan ketersediaan pangan untuk masyarakat dicukupi melalui impor. Pemerintah Indonesia melalui Kementerian Pertanian berusaha melakukan langkah-langkah strategis untuk mencukupi kebutuhan pangan di dalam negeri secara swasembada. Salah satu langkah strategis yang dirumuskan oleh pemerintah adalah pemenuhan pangan masyarakat dengan menggalakkan dan penguatan diversifikasi pangan.

Ketergantungan masyarakat akan pangan utama yaitu beras membuat konsep pelaksanaan diversifikasi pangan menjadi lambat. Sedangkan menurut FAO (2006), untuk menjaga ketahanan pangan tetap stabil juga diperlukan diversifikasi pangan dari komponen sumber pangan lain hasil pertanian. Banyaknya komoditas pangan lokal yang dimiliki Indonesia dan potensi lahan yang masih cukup luas untuk dimanfaatkan seharusnya mampu mendukung terlaksananya program diversifikasi pangan yang sudah dimulai dari tahun 1979. Banyak kendala yang dihadapi dalam pengembangan program diversifikasi pangan lokal, utamanya masyarakat yang memang cukup sulit menerima pangan utama lain yang baru selain beras.

A. Pengertian dan Konsep Diversifikasi Pangan

Situasi pangan di Indonesia cukup unik disebabkan oleh kondisi geografis Indonesia yang terdiri dari ribuan pulau, tetapi juga adanya keragaman sosial, ekonomi, kesuburan tanah, dan potensi daerah (Hasan1994). Dengan adanya perubahan orientasi kebijakan yang lebih luas dan juga potensi pangan di daerah yang beragam diharapkan akan terjadi pola makan pada masyarakat yang lebih beragam. Pada tahun 1960-an, pemerintah sudah menganjurkan konsumsi bahan-bahan pangan pokok selain beras (Rahardjo, 1993). Kemudian pada tahun 1974, pemerintah juga mencanangkan kebijakan diversifikasi untuk lebih menganeekaragamkan jenis pangan dan meningkatkan mutu gizi makanan masyarakat melalui Intruksi Presiden (Inpres) No. 14 dan disempurnakan pada Inpres No. 20 tahun 1979. Dengan demikian, kebijakan diversifikasi konsumsi pangan sudah berjalan lebih dari 20 tahun.

Dengan melihat bahwa kebijakan diversifikasi pangan sudah berlangsung dalam waktu yang lama, menunjukkan bahwa konsep diversifikasi pangan ini sudah dikenalkan dari beberapa waktu yang lalu. Konsep tersebut telah banyak dirumuskan dan diinterpretasikan oleh para pakar. Kasryno *et al.* (1993) memandang diversifikasi pangan sebagai upaya yang sangat erat kaitannya dengan peningkatan kualitas sumber daya manusia, pembangunan pertanian di bidang pangan dan perbaikan gizi masyarakat, yang mencakup aspek produksi, konsumsi, pemasaran, dan distribusi. Sementara Suhardjo (1998) menyebutkan bahwa pada dasarnya diversifikasi pangan mencakup tiga lingkup pengertian yang saling berkaitan, yaitu diversifikasi konsumsi pangan, diversifikasi ketersediaan pangan, dan diversifikasi produksi pangan. Kedua penulis tersebut menterjemahkan konsep diversifikasi dalam arti luas, tidak hanya aspek konsumsi pangan tetapi juga aspek produksi pangan.

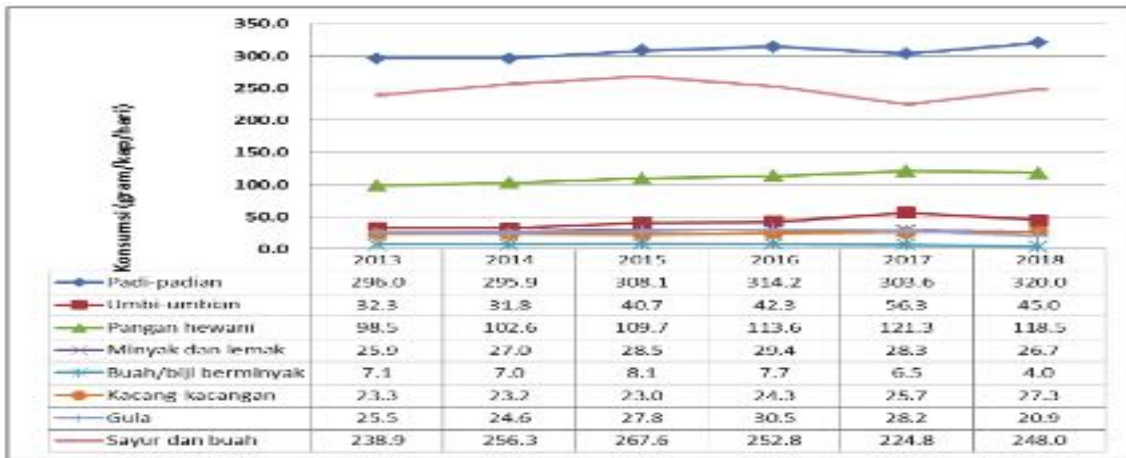
Soetrisno (1998) diversifikasi pangan menekankan dalam konteks konsumsi pangan yaitu sebagai upaya menganeekaragamkan jenis pangan yang dikonsumsi, mencakup pangan sumber energi dan zat gizi, sehingga memenuhi kebutuhan akan pangan dan gizi sesuai dengan kecukupan baik ditinjau dari kuantitas maupun kualitasnya. Pakpahan dan Suhartini (1989) menetapkan konsep diversifikasi hanya terbatas pangan pokok, sehingga diversifikasi konsumsi pangan diartikan sebagai pengurangan konsumsi beras yang dikompensasi oleh penambahan konsumsi bahan pangan non beras. Secara lebih tegas, Suhardjo dan Martianto (1992) menyatakan dimensi diversifikasi konsumsi pangan tidak hanya terbatas pada diversifikasi konsumsi makanan pokok, tetapi juga makanan pendamping.

Dari beberapa pendapat di atas terlihat bahwa dimensi konsep diversifikasi pangan tidak hanya berasal pada pangan pokok, namun juga pangan-pangan pendamping yang berguna untuk peningkatan kuantitas dan kualitas gizi sumber daya manusia. Selain itu aspek yang dikerjakan dalam konsep diversifikasi pangan ini tidak hanya dari sisi konsumsi, tetapi juga sisi produksi sehingga keanekaragaman ketersediaan pangan juga mendukung dalam pelaksanaan program. Tanpa ada pembangunan dari sisi produksi proses keberlanjutan dan diversifikasi pangan sulit untuk dicapai.

B. Kondisi Konsumsi Pangan

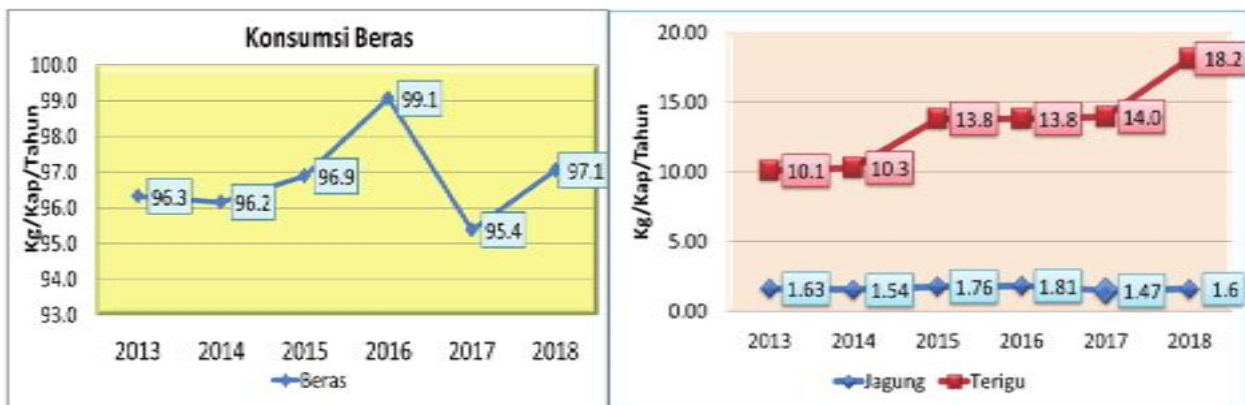
Tingkat konsumsi pangan untuk sumber karbohidrat pada masyarakat Indonesia sebagian besar masih bergantung pada jenis pangan padi-padian. Pangan padi-padian ini diantaranya yaitu beras, jagung, dan terigu (shorgum). Namun komposisi terbesar yang dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia adalah beras.

Berdasarkan data Badan Ketahanan Pangan, Kementerian Pertanian tahun 2019, konsumsi kelompok pangan terbesar berasal dari jenis padi-padian. Tingkat konsumsi padi-padian mencapai 320 gram per kapita per hari, dimana beras menyumbang sebesar 266 gram per kapita per hari (Ilustrasi 1 dan 2). Hal ini menunjukkan bahwa ketergantungan terhadap beras sangat tinggi.



Sumber: Susenas (2013-2018 triwulan 1); BPS, diolah dan dijustifikasi dengan pendekatan pengeluaran, oleh BKP

Ilustrasi 1. Perkembangan Konsumsi Kelompok Pangan Tahun 2013-2018 (Gr/Kapita/Hari) (BKP, 2019)



Sumber : Susenas (2013-2018 triwulan 1); BPS, diolah dan dijustifikasi dengan pendekatan pengeluaran, oleh BKP
 Keterangan : konsumsi beras merupakan akumulasi dari semua jenis produk beras (beras dan olahannya)
 Konsumsi jagung mencakup jagung basah dengan kulit dan jagung pipilan/beras jagung
 Konsumsi terigu merupakan akumulasi bahan pangan yang berasal dari terigu termasuk makanan jadi

Ilustrasi 2. Perkembangan Konsumsi Padi-padian Tahun 2013-2018 (Kg/Kapita/Tahun) (BKP, 2019)

Berdasarkan data di atas menunjukkan bahwa konsumsi pangan non beras atau non padi-padian masih sangat kecil. Masyarakat Indonesia masih belum melirik sumber karbohidrat atau komponen gizi lain dari bahan pangan yang lain. Sebagai contoh adalah sumber karbohidrat dari jagung, konsumsi jagung per tahun hanya mencapai 1,6 kilogram per kapita atau setara dengan 427.200 ton per tahun untuk seluruh penduduk Indonesia. Menurut data Ditjen TP tahun 2019 produksi jagung nasional mencapai 30 juta ton pada tahun 2018. Hal ini menunjukkan pemanfaatan sumber karbohidrat lain masih kurang diminati oleh masyarakat. Bahkan daerah yang awalnya menggunakan pangan lokal sebagai sumber pangan seperti Papua dan Maluku yang identik dengan konsumsi sagu kemudian beralih ke beras. Kondisi ini mendorong pemerintah lebih fokus dalam penyediaan beras untuk ketahanan pangan. Beberapa Kendala utama dalam pengembangan pangan lokal untuk mendukung ketahanan pangan anatara lain : 1. Ketersediaan beras sebagai bahan pangan utama yang melimpah dan harga yang murah, 2. Konsep dan pola makan orang Indonesia masih berfokus pada nasi, 3. Paradigma orang Indonesia merasa belum makan kalau belum makan nasi, 4. Teknologi dan promosi pangan non beras atau lokal masih sangat rendah, dan Kebijakan impor gandum.

C. Potensi Diversifikasi Pangan

Indonesia sebagai negara tropis memiliki kekayaan alam yang sangat besar dalam menghasilkan pangan. Hal ini tentu sangat mendukung untuk keanekaragaman penyediaan pangan yang pada gilirannya akan mendukung ketahanan pangan melalui diversifikasi pangan. Diversifikasi pangan sebagaimana yang sudah dijelaskan adalah suatu strategi untuk pemenuhan kebutuhan pangan baik secara kuantitas dan kualitas dari sisi gizi, maupun pembangunan dari aspek produksi dan konsumsi.

Ada beberapa alasan yang mendukung pelaksanaan diversifikasi pangan lokal di Indonesia. Hal ini dengan memanfaatkan semua potensi dan kekayaan yang dimiliki. Potensi-potensi tersebut antara lain :

1. Luas baku lahan sawah yang masih cukup besar. Secara data dari Balai Besar Sumber Daya Lahan Pertanian (BBSDLP) Kementerian Pertanian luas baku lahan sawah pada tahun 2018 bertambah menjadi 7,4 juta hektar. Asumsi lahan sawah merupakan lahan produktif yang diusahakan, tentunya dengan luas sebegitu besar dapat dimanfaatkan untuk produksi komoditas pangan lokal. Hampir seluruhnya lahan sawah yang ada di Indonesia diusahakan untuk produksi padi dimana rata-rata dalam setahun sudah mencapai minimum dua kali produksi padi. Hal ini menjadikan produksi beras semakin berlimpah. Sedangkan apabila diatur pola tanam bahkan dengan diatur melalui peraturan pemerintah baik daerah ataupun pusat tentu dapat mengembangkan produksi pangan lokal. Semakin banyak jumlah produksi pangan lokal yang ada, akan memberi banyak pilihan bagi masyarakat dalam mengkonsumsi pangan.
2. Selain lahan sawah, juga terdapat lahan kering yang dapat digunakan dalam pengembangan produksi pangan lokal. Jumlah luas lahan kering Indonesia menurut data BBSDLP tahun 2015 mencapai 144 juta hektar. Potensi yang sangat besar juga didukung dari komoditas pangan lokal yang cukup mampu berkembang di lahan kering semisal jagung, kedelai, ubi kayu, ubi jalar, umbi garut, sagu dan lain-lain. Dengan pemanfaatan lahan kering secara terintegrasi dan difokuskan untuk pengembangan pangan lokal tentu akan menghasilkan pangan lokal yang mampu memenuhi kebutuhan masyarakat terdekat. Konsep *food estate* sangat tepat diterapkan di lahan kering untuk pengembangan pangan lokal.
3. Keanekaragaman jenis pangan lokal di Indonesia sangat bervariasi. Kekayaan alam akan jenis sumber pangan lokal yang dapat dikembangkan mampu menjadi alternatif positif dalam menjaga ketahanan pangan yang dimulai dari setiap wilayah. Berpedoman pada sumber budaya lokal, pemanfaatan pangan lokal akan lebih mudah dimulai dari tingkat terbawah atau wilayah. Sehingga akan lebih menstabilkan kondisi pangan di wilayah-wilayah yang ada sehingga mampu membentuk ketahanan pangan nasional yang kuat.
4. Salah satu potensi yang cukup baik pada perkembangan saat ini adalah infrastruktur distribusi, pemasaran dan sarana komunikasi yang sudah sangat berkembang. Hal ini memudahkan produsen dan konsumen dalam mengakses konsumsi pangan lokal. Sehingga tingkat konsumsi pangan lokal akan semakin tinggi dan dapat membentuk kebiasaan yang baik di masyarakat untuk mengurangi konsumsi beras. Semua potensi di atas akan mampu mendukung program pemerintah dalam menjaga ketahanan pangan dari sumber pangan non beras. Selain itu kesadaran masyarakat harus selalu dipupuk untuk tidak bergantung pada beras.

D. Strategi Diversifikasi Pangan

Strategi pengembangan pangan lokal tidak hanya berfokus pada perubahan konsumsi masyarakat. Berbagai pihak, juga harus mampu melakukan persiapan dan perbaikan dari sisi produksi. Berikut strategi-strategi yang dapat dilakukan untuk mendukung pelaksanaan diversifikasi pangan lokal.

1. Strategi Produksi

Strategi produksi ini dimaksudkan untuk lebih mengelola dan meningkatkan produksi, ketersediaan dan distribusi pangan lokal kepada masyarakat. Selain itu juga menumbuhkan minat petani dalam menanam pangan lokal juga harus diperhatikan dalam strategi ini. Strategi produksi dapat dilakukan sebagai berikut :

- a. Pemanfaatan lahan sawah dengan pola tanam yang diatur untuk penanaman komoditas pangan lokal.
- b. Kebijakan anggaran untuk peningkatan produksi komoditas pangan lokal perlu ditingkatkan. Kebijakan anggaran pembangunan pangan saat ini masih berfokus pada produksi beras. Hal ini perlu mulai diubah dengan meningkatkan anggaran untuk pengembangan pangan alternatif.
- c. Pembangunan kawasan pangan lokal dengan memanfaatkan potensi lahan kering (*food estate*)
- d. Pengaturan impor beras dan gandum.

- e. Pembuatan peraturan dimulai dari tingkat daerah yang mendorong porsi peningkatan produksi komoditas pangan lokal. Peraturan pengembangan pangan lokal dimulai dibentuk di wilayah, sehingga tetap mengedepankan kearifan dan budaya lokal.
- f. Peningkatan dukungan pemerintah untuk proses pasca panen dan pengolahan hasil melalui perbanyak Unit Pengolahan Hasil.
- g. Jaminan peraturan dan pelaksanaan terhadap harga, distribusi dan pemasaran komoditas pangan lokal. Jaminan ini lebih untuk mendorong minat petani dalam memproduksi pangan lokal.

2. Strategi Konsumsi

Strategi konsumsi lebih berusaha untuk mengenalkan pangan lokal dan mengubah mindset masyarakat akan sumber pangan non beras. Sehingga mengurangi ketergantungan akan beras. Adapun sebaiknya strategi konsumsi ini dilakukan dengan :

- a. Pembuatan rambu-rambu aturan yang dimulai dari pemerintah daerah untuk mendorong konsumsi pangan lokal.
- b. Sosialisasi, promosi dan branding yang masif tentang pangan lokal.
- c. Memperbanyak pengembangan produk olahan pangan lokal yang diinisiasi oleh pemerintah.
- d. Penguatan jaringan pemasaran pangan lokal sehingga mempermudah akses kepada konsumen.

Dengan strategi pengembangan pangan lokal yang lebih berfokus pada pemerintah dari tingkat wilayah sampai nasional diharapkan konsumsi masyarakat Indonesia lebih variatif. Kesadaran masyarakat akan sumber pangan alternatif semakin besar dan memberi sumber gizi yang lebih baik. Sehingga selain ketahanan pangan terjaga juga kesehatan masyarakat Indonesia lebih terjamin dan diharapkan lebih baik.

Penutup

Berdasarkan pembahasan di atas peran diversifikasi pangan lokal akan sangat penting bagi ketahanan pangan. Menyadari bahwa pangan merupakan hak asasi manusia yang harus dijamin pemenuhannya oleh negara, langkah diversifikasi pangan melalui pengembangan pangan lokal merupakan salah satu langkah strategis menjaga ketahanan pangan. Potensi yang dimiliki dalam mendukung diversifikasi pangan sangat besar terutama dalam hal ketersediaan lahan baik lahan sawah maupun lahan kering, keanekaragaman jenis pangan lokal yang sangat banyak serta sudah sangat berkembangnya infrastruktur distribusi, pemasaran dan komunikasi. Pelaksanaan strategi diversifikasi pangan ini diharapkan berjalan komprehensif dari sisi produksi dan konsumsi. Diversifikasi pangan ini tidak hanya untuk mengurangi ketergantungan pada konsumsi beras, namun juga pemenuhan keragaman gizi dari konsumsi pangan non beras.

Daftar Pustaka

- Agustin, T., Drajat, M., Yayat, H., Yuliva, Bambang, H., Sugiatmi, Anggit, G., Diana, W., Jayanti, W. W., 2019. *Direktori Perkembangan Konsumsi Pangan. Badan Ketahanan Pangan. Kementerian Pertanian: Jakarta*
- Hasan, I., 1994. Menyukkseskan Swasembada Pangan. *Pangan*, 5(18) : 9-15. Bulog: Jakarta.
- Kasryno, F., M. Gunawan, dan Rasahan, C.A., 1993. *Strategi Diversifikasi Produksi Pangan*. Prisma, No. 5. Tahun XXII. LP3ES: Jakarta.
- Pakpahan, A. dan Suhartini, S.H., 1989. Permintaan Rumah Tangga Kota di Indonesia Terhadap Keanekaragaman. *Jurnal Agro Ekonomi*, 8(2): 64-77.
- Perpres No 22 Tahun 2009 Tentang Kebijakan Percepatan Penganekaragaman Konsumsi Pangan Berbasis Sumber Daya Lokal
- Rahardjo, M.D., 1993. *Politik Pangan dan Industri Pangan di Indonesia*. Prisma No. 5, Th XXII. hlm. 13-24. LP3ES. Jakarta.
- Ritung, S., Erna, S., D. Subardja, Sukarman, Kusumo, N., Suparto, Hikmatullah, Anny, M., Chendy, T., Yiyi, S., Rudi, E. S., Wahyunto, Ponidi, Noto, P., Usep, S., Hapid, H., Adi, P., Wahyu, S., 2015. *Sumber Daya Lahan Pertanian*. IAARD Press-Badan Litbang Pertanian: Jakarta

- Soetrisno, N., 1998. Ketahanan Pangan. hlm. 189-220. *Dalam* F.G. Winarno, S. Tsauri, Soekirman, D.S. Sastrapradja, A. Soegiarto. M. A. Wirakartakusumah, Mien A. Rifai, F. Jalal, A. Suryana, M.A. Husaini, M. Atmowidjojo, dan S. Koswara (Eds.). Widyakarya Nasional Pangan dan Gizi VI. LIPI. Jakarta.
- Suhardjo, 1998. Konsep dan Kebijakan Diversifikasi Konsumsi Pangan Dalam Rangka Ketahanan Pangan Nasional. hlm. 693-714. *Dalam* F.G. Winarno, S. Tsauri, Soekirman, D.S. Sastrapradja, A. Soegiarto. M. A. Wirakartakusumah, Mien A. Rifai, F. Jalal, A. Suryana, M.A. Husaini, M. Atmowidjojo, dan S. Koswara (Eds.). Widyakarya Nasional Pangan dan Gizi VI. LIPI. Jakarta.
- Undang-undang Nomor 18 Tahun 2012 tentang Pangan

Pendekatan Kelembagaan dalam Mendukung Stabilitas Pasokan Padi di Sukoharjo

Titik Ekowati, Edy Prasetyo, Bambang Trisetyo Eddy, Mukson
Laboratorium Manajemen Agribisnis, Departemen Pertanian, Fakultas Peternakan dan Pertanian,
Universitas Diponegoro
Email : tiekowati@yahoo.co.id

Kelembagaan Petani

Kelembagaan Petani ditumbuhkembangkan dari, oleh, dan untuk petani guna memperkuat dan memperjuangkan kepentingan petani (Peraturan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 67/PERMENTAN/SM.050/12/2016 Tentang Pembinaan Kelembagaan Petani). Kelembagaan petani dibentuk atas dasar kesamaan kepentingan, kesamaan kondisi lingkungan sosial, ekonomi, dan sumberdaya, kesamaan komoditas dan keakraban untuk meningkatkan dan mengembangkan usaha anggota melalui kelompok tani (poktan), gabungan kelompok tani (gapoktan), dan kelembagaan petani lainnya dengan aktivitasnya pada kelembagaan pertanian. Kelembagaan Pertanian adalah aktivitas dan upaya untuk menggerakkan usaha pertanian yang maju dan kompetitif dalam bentuk organisasi usaha berbasis regulasi/aturan dan norma-norma yang disepakati oleh pihak-pihak yang terlibat. Pengembangan kelembagaan dilakukan melalui pemberdayaan petani untuk mengubah pola pikir petani agar mau meningkatkan kemampuan dalam berusahatani dengan kegiatan pelatihan dan penyuluhan. Upaya lainnya, pengembangan kelembagaan petani diarahkan pada petani bertujuan meningkatkan kemampuan menjadi organisasi mandiri dalam bentuk Kelembagaan Ekonomi Petani, sehingga mampu membangun sinergi antar petani dan antar Kelompok Petani untuk mencapai efisiensi usahatani.

Kelembagaan Lahan Pertanian

Pertanian merupakan sumber penyedia pangan bagi masyarakat, sehingga harus tetap tumbuh dan berkembang. Namun kondisi terjadi pada lahan pertanian perlu mendapat perhatian mengingat kemampuan cetak lahan dan laju konversi lahan pertanian ke non pertanian dapat mempengaruhi kemilikan dan juga penguasaan lahan. Salah satu upaya dapat dilakukan melalui kelembagaan lahan untuk memfasilitasi kemampuan petani. Penguasaan lahan berkembang pada usahatani padi karena kepemilikan lahan petani semakin berkurang. Di dalam sistem penguasaan lahan berkaitan pula dengan kelembagaan lahan pertanian, dimana kelembagaan merupakan norma atau kebiasaan yang terstruktur dan terpola serta dipraktekkan terus menerus untuk memenuhi kebutuhan anggota masyarakat yang terkait erat dengan penghidupan dari bidang pertanian di pedesaan. Penguasaan lahan sempit, terutama pada petani lahan sawah, perlu dikonsolidasikan sehingga usaha pertanian memenuhi skala minimum secara ekonomi. (Ekowati dan Edy, 2015; Ekowati *et al.*, 2020^a). Konsolidasi dapat berupa konsolidasi lahan maupun usaha. Oleh karena itu, pengelolaan lahan usahatani diperlukan untuk menjamin usahatani yang berkelanjutan yang efisien dan ekonomis sekaligus mengurangi fragmentasi lahan dan alih fungsi lahan. Kelembagaan pengelolaan lahan usahatani (*consolidated farming*) adalah suatu usaha pengelolaan lahan sawah dalam satu luasan tertentu, yang dikelola beberapa orang sebagai Pengelola sehingga secara teknis dapat memenuhi skala usaha yang dapat memberikan margin tertentu pada pengelola, dan para petani lainnya sebagai pemilik lahan dapat bekerja di lahan tersebut, dan petani mendapat insentif, serta dapat menjadi penyedia jasa tenaga kerja. (Rachman *et al.*, 2012). Hal tersebut penting dilakukan untuk meningkatkan produktivitas padi dan efisiensi dalam pengalokasian penggunaan faktor produksi.

Kelembagaan di Kabupaten Sukoharjo

Kelembagaan Petani difasilitasi melalui gabungan kelompok tani. Kelembagaan petani yang ada di masyarakat petani dapat berupa kelembagaan lahan, irigasi, produk, dan korporasi pertanian. Bertitik tolak

dari hal tersebut, pendekatan model kelompok sehamparan merupakan keputusan dalam melaksanakan kegiatan usaha. Kelompok sehamparan dapat dilakukan melalui kelompok tani dan atau gabungan kelompok tani (Gapoktan). Gapoktan Tani Mandiri Desa Dalangan, Tawang Sari terdiri atas 4 Kelompok Tani, yakni Kelompok Tani Ngudi Mulyo, Ngudi Rejeki, Asri Rata dan Ngudi Rahayu merupakan Gapoktan yang telah melaksanakan peneglolaan lahan sehamparan dengan pendekatan konsolidasi lahan. Luas lahan petani yang tergabung dalam Gapoktan yang merupakan program konsolidasi lahan seluas 170 ha dengan 100 ha dikelola dengan manajemen modern farming dan 70 ha dikelola secara konvensional. Kegiatan tersebut dimulai Tahun 2014.

Manajemen Gapoktan memiliki 4 kegiatan yang meliputi : 1. Usaha Pelayanan Jasa Alat (UPJA), 2. Kegiatan Lembaga Keuangan Mikro (LKM), 3. Kegiatan Kelompok Ternak dan 4. Kegiatan Gapoktan serta Usaha Pelayanan Jasa Alat (UPJA) saat ini menjadi partner Gapoktan, yang dulunya ada dalam bagian Gapoktan, dan mendapat *Corporate Social Responsibility* (CSR) dari Bank Indonesia, sehingga memungkinkan tumbuh dan berkembang sistem agribisnis dengan prinsip kesetaraan dan saling menguntungkan. Program konsolidasi lahan merupakan kegiatan yang ditangani Gapoktan dengan kegiatan : 1) Konsolidasi lahan dengan program penentuan dan penetapan areal dan pembagian kelompok kecil 3-5 ha. 2) Corporate farming, total luas areal 28 ha. 3) Asuransi Usahatani Padi (AUTP) dan Asuransi Usaha Ternak Sapi Potong (AUTS) dan 4) Pembinaan Kelompok.

Kelembagaan *Corporate Farming* dipandang sesuai dalam menghadapi perubahan lingkungan strategis sektor pertanian karena produsen selain mampu merespon perubahan permintaan dengan mutu tertentu, juga mampu menciptakan biaya terendah dari produk yang dihasilkan. Keuntungan yang diperoleh dari anggota kelompok tani mengikuti corporate farming yaitu : 1) pengolahan lahan yang cepat. Hal ini menjawab masalah kelangkaan tenaga kerja. Selama ini tenaga kerja berasal dari luar daerah, seperti Grobogan, Demak dan Pacitan. 2) penanaman dapat dilakukan secara serentak mudah mengatur pengairan dan pencegahan serangan hama, 3) lebih efisien dalam penggunaan sarana produksi, 4) menyerap tenaga kerja perempuan (membuat persemaian). Hal tersebut sesuai dengan pendapat Prakoso (2000) bahwa tujuan penerapan *corporate farming* ini adalah untuk mewujudkan pertanian yang mandiri, berdaya saing, dan berkesinambungan melalui pengelolaan usahatani secara korporasi. Prinsip pengembangan *corporate farming* ini adalah membangun keterpaduan dan kemandirian dalam pengambilan keputusan bersama dalam mengelolah sumber daya untuk meningkatkan pendapatan dan kesejahteraan petani. Mekanismenya, usaha tani kecil yang bergabung dalam model konsolidasi ataupun corporate farming dalam suatu hamparan/wilayah dikelola dengan sistem manajemen pertanian yang baik, seperti manajemen mekanisasi, varietas yang sama, treatment teknologi yang sama, sistem panen yang baik dan pengelolaan pasca panen yang baik.

Pada umumnya *corporate* menunjukkan pada konsep organisasi masyarakat yang didalamnya tidak ada konflik kepentingan yang mendasar di antara berbagai kalangan, karena mereka merupakan bagian dari kesatuan organ yang sama (Tupawana dan Enoch, 2002). Dasar pemikiran penting *corporate farming* ini adalah secara mikro menerapkan azas *Economies of scale* yaitu semakin luas pengelolaan usaha semakin efisien biayanya, yang mencakup pengelolaan tanaman, biaya sarana produksi, biaya transportasi dan biaya pemasaran hasil usahatani padi. Di samping itu dengan corporate farming dapat diperoleh kemudahan dalam hal akses informasi, akses modal, *bergaining poistion* dalam pasar. Menurut Asmani (2013) Sistem korporasi adalah konsolidasi kegiatan usahatani yang dilakukan oleh petani dengan penerapan prinsip-prinsip manajemen sebagai suatu perusahaan milik petani untuk mencapai efektivitas, efisiensi dan berkelanjutan. Dalam *corporate farming* ini menyatukan modal petani yang dikelola dengan perencanaan, pengorganisasian, semangat dan pengawasan sehingga produktivitas meningkat, pendapatan tinggi dan kesejahteraan petani meningkat.

Stabilitas Pasokan

Masyarakat petani Sukoharjo yang bekerja dibidang pertanian mayoritas berprofesi sebagai petani padi. Dari sekitar 20.000 ha lahan sawah setiap tahunnya dapat ditanam lebih dari 55 ribu hektar sawah. Dengan demikian, index tanam padi di Kabupaten Sukoharjo sudah mencapai 270 persen, karena area lahan sawah dapat ditanami 3 kali dalam satu tahun. Keberhasilan usahatani padi di Sukoharjo karena para petani

dan pemangku kepentingan yang dalam hal ini Dinas Pertanian memiliki komitmen yang kuat untuk membangun bersama dibidang pertanian padi. Prinsipnya petani bukan obyek tetapi subyek. Dengan dasar itu petani tetap berjuang maju untuk mewujudkan kedaulatan pangan di Kabupaten Sukoharjo. Prinsip dalam melaksanakan kegiatan di bidang pertanian, yang pertama dilakukan yakni menyiapkan sumberdaya manusia, program pengembangan padi yang antara lain melalui kelembagaan petani dan kelembagaan lahan melalui konsolidasi lahan. Selanjutnya Penyuluh Pertanian yang tidak sekedar mengamati tetapi Penyuluh melakukan latihan kunjungan dan melakukan pendampingan, membimbing petani secara teratur dan berkesinambungan”

Kebijakan konsolidasi lahan dirancang dengan maksud untuk mengantisipasi kehilangan lahan pertanian dengan tujuan untuk meningkatkan area lahan dan meningkatkan produktivitas. Hal tersebut didasarkan atas data bahwa 63% penguasaan lahan petani di Sukoharjo antara 0,2 ha – 0,5 ha (Ekowati *et al.*, 2020^a) dan terjadi penurunan luas panen tahun 2018- 2019 dari 52.318,04 ha menjadi 49.062,56 ha (BPS, 2020^b). Luas panen padi terjadi penurunan namun justru diikuti peningkatan produksi dari 339.191,04 ton ke 339.445,37 ton dengan produktivitas dari 64,83 ku/ha naik menjadi 69,19 ku/ha, produktivitas padi tersebut paling tinggi di Jawa Tengah (BPS^a). Peningkatan produktivitas padi terjadi karena adanya intensitas dan aktivitas kelembagaan pertanian melalui kegiatan Gapoktan dan juga kelembagaan lahan yakni konsolidasi lahan. Bila dicermati dari stabilitas pasokan dan konsumsi beras Tahun 2018, maka pasokan beras sebanyak 223.403,13 ton dan konsumsi 99.902,23 ton sehingga surplus 123.504,90 ton dan stabilitas dicapai pada index 7,7 (Ekowati *et al.*, 2020^b). Capaian menunjukkan bahwa Sukoharjo mampu memenuhi kebutuhan pangan dan pada kondisi stabil. Kestabilan pasokan padi antara lain didukung pula jaringan irigasi, pembuatan sumur dalam, sumur dangkal, subsidi pupuk, subsidi premi asuransi dan juga alat mesin pertanian (Alsintan) pada kelompok tani.

Daftar Pustaka

- Asmani. N. 2013. Pengelolaan sumber daya alam lestari melalui usaha pertanian pangan sistem korporasi (*sustainable corporate farming*) dalam rangka REDD. Prosiding. Seminar Nasional. PERHEPI.
- BPS^a. 2020. Jawa Tengah Dalam Angka 2020.
- BPS^b. 2020. Kabupaten Sukoharjo Dalam Angka, 2020.
- Ekowati, T. dan Prasetyo, E. 2017. Sistem Penguasaan dan Produktivitas Lahan Usahatani Padi di Desa Candi Kecamatan Karanganyar Kabupaten Kebumen. Prosiding Seminar Nasional Agribisnis III. Universitas Diponegoro, 9 September 2015. P: 399 – 404. ISBN: 978-979-097-398-5
- Len P and Ž. Król. 2016. Analysis of economic and environmental effects of land consolidation on the example of Hucisko Village. *Journal of Ecological Engineering*. 7(5) : 232–239 DOI: 10.12911/22998993/65090.
- Peraturan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 67/Permentan/SM.050/12/2016 tentang Pembinaan Kelembagaan Petani.
- Prakoso, M. 2000. Upaya Pengembangan Corporate Farming. Jakarta. Departemen Pertanian.
- Rahmi, L. 2017. Menakar Model Pertanian Korporasi. Bogor. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian.
- Titik Ekowati, Edy Prasetyo, Bambang Trisetyo Eddy. 2020. Konsolidasi lahan pertanian untuk meningkatkan produksi, produktivitas dan pendapatan petani. *AGRISOCIONOMICS Jurnal Sosial Ekonomi dan Kebijakan Pertanian*. 4 (1): 192-205
- Titik Ekowati, Edy Prasetyo dan Mukson. 2020. The stability of supply and rice price in Sukoharjo Regency. *AGRARIS: Journal of Agribusiness and Rural Development Research*. 6(1) : 52-62
- Tupawana, P.S. dan Enoch M. 2002. Corporate Farming. Bandung. Himpunan Kerukunan Tani Indonesia (HKTI) Jawa Barat.

Pertanian Organik : Prospek Bisnis Ramah Lingkungan

Wiludjeng Roessali

Laboratorium Manajemen Agribisnis, Departemen Pertanian, Fakultas Peternakan dan Pertanian,
Universitas Diponegoro
Email : wilroessali@live.undip.ac.id

Pendahuluan

Pangan merupakan salah satu kebutuhan fisiologis manusia yang harus dipenuhi, sebelum kebutuhan-kebutuhan dasar yang lain muncul. Kebutuhan pangan sangat mendasar, maka ketersediaannya menjadi permasalahan politik, ekonomi dan sosial. Dalam kebijakan ketahanan pangan nasional, pertanian organik menjadi perhatian khusus dari pemerintah untuk saat ini. Pertanian organik dapat menjadi solusi dalam membantu ketahanan pangan, sebagai salah satu aksi progresif bagi pemerintah.

World Food Summit tahun 1996 merumuskan ketahanan pangan adalah ketika semua orang, setiap saat, memiliki akses fisik, sosial dan ekonomi ke makanan yang cukup, aman dan bergizi yang memenuhi kebutuhan makanan dan preferensi makanan untuk hidup aktif dan sehat. Sifat multi-dimensi ketahanan pangan meliputi ketersediaan, akses, stabilitas dan pemanfaatan pangan (FAO, 2007). Problem kebijakan pangan di Indonesia saat ini baru selesai sebatas ketersediaan pangan, belum mencapai swasembada pangan. Terbukti beberapa komoditi strategis seperti kedelai, jagung, daging sapi masih tetap mengandalkan impor. Kesuksesan Indonesia mencapai swasembada beras tahun 1984 melalui revolusi hijau meninggalkan problem social. Intensifikasi pertanian, penggunaan varietas padi unggul, teknologi pertanian intensif dan pupuk sintetis diadopsi oleh banyak petani di Indonesia menyebabkan ketergantungan petani terhadap pupuk kimia sangat tinggi sehingga penggunaannya sering kali berlebihan. Hal ini berdampak pada kelestarian lingkungan. Respons terhadap penggunaan pupuk kimia pada tanaman sangat cepat dan didorong oleh adanya kebijakan subsidi pupuk, serta kebiasaan petani melakukan pembakaran jerami setelah panen. Kondisi ini menyebabkan turunnya bahan organik tanah serta kemampuan tanah menyimpan dan melepaskan hara dan air bagi tanaman, sehingga produktivitas lahan menurun (Sugiyanta dan Aziz, 2016).

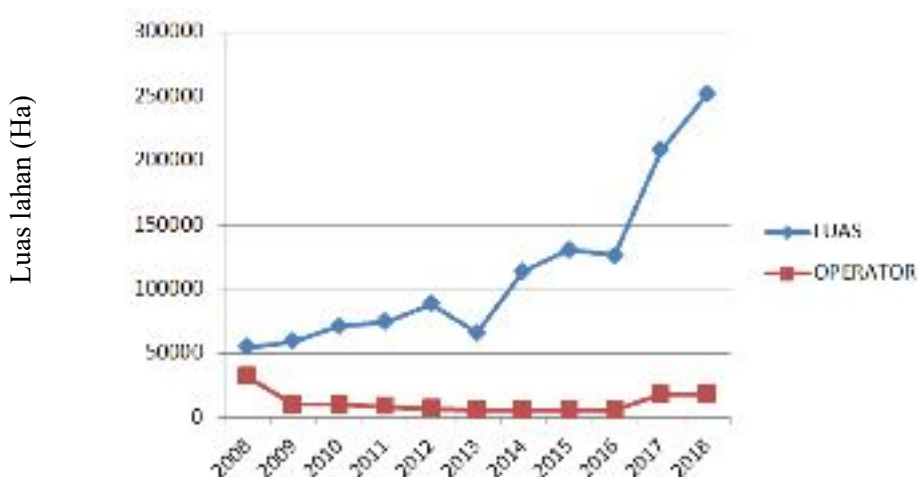
Memasuki abad 21, masyarakat semakin arif dalam memilih bahan pangan yang aman bagi kesehatan dan ramah lingkungan. Gaya hidup sehat dengan slogan “*Go Green*”, “*Back to Nature*”, “*eco-friendly*” telah menjadi trend baru meninggalkan pola hidup lama yang menggunakan bahan kimia non alami, seperti pupuk, pestisida kimia sintetis dan hormon tumbuh dalam produksi pertanian. Pangan yang sehat dan bergizi tinggi dapat diproduksi dengan metode baru yang dikenal dengan pertanian organik. Menurut Federasi Internasional Gerakan Pertanian Organik (IFOAM), pertanian organik lebih dari sekadar cara untuk merawat tanah dan tanaman secara alami - ini adalah paradigma holistik untuk menopang kehidupan di bumi. Pertanian organik memiliki potensi untuk berkontribusi pada ketahanan pangan berkelanjutan dengan meningkatkan asupan gizi dan menopang mata pencaharian di pedesaan, sekaligus mengurangi kerentanan terhadap perubahan iklim.

Pertanian Organik

Pertanian organik adalah teknik budidaya pertanian yang mengandalkan bahan-bahan alami tanpa menggunakan bahan-bahan kimia sintetis. Tujuan utama pertanian organik adalah menyediakan produk-produk pertanian, terutama bahan pangan yang aman bagi kesehatan produsen dan konsumennya serta tidak merusak lingkungan. Pertanian organik tidak hanya sebatas meniadakan penggunaan input sintetis, tetapi juga pemanfaatan sumber-sumber daya alam secara berkelanjutan, produksi makanan sehat dan menghemat energy (Mayrowani, 2012). Prinsip-prinsip pertanian organik mengacu pada *International Federation of Organic Agriculture Movement* (IFOAM) Organics Internasional (2020) terdiri atas 4 prinsip yaitu kesehatan, ekologi, keadilan dan perlindungan. Prinsip kesehatan mengacu bahwa pertanian organik harus

melestarikan dan meningkatkan kesehatan tanah, tanaman, hewan, manusia dan bumi sebagai satu kesatuan dan tak terpisahkan. Prinsip ekologi bahwa pertanian organik harus didasarkan pada sistem dan siklus ekologi kehidupan. Bekerja, meniru dan berusaha memelihara sistem dan siklus ekologi kehidupan. Prinsip Keadilan, bahwa pertanian organik harus membangun hubungan yang mampu menjamin keadilan terkait dengan lingkungan dan kesempatan hidup bersama. Prinsip Perlindungan, bahwa Pertanian organik harus dikelola secara hati-hati dan bertanggung jawab untuk melindungi kesehatan dan kesejahteraan generasi sekarang dan mendatang serta lingkungan hidup.

Perkembangan pertanian organik di Indonesia tidak lepas dari pertumbuhan jumlah lahan yang dikonversi menjadi lahan organik. Data Statistik Pertanian Organik Indonesia (SPOI, 2019) menunjukkan peningkatan signifikan. Pertumbuhan luas lahan 2008-2018 rata-rata sebesar 14,92% per tahun. Dalam kurun waktu tersebut, terdapat fluktuasi luas lahan karena beberapa operator tidak memperpanjang sertifikasinya. Perkembangan luas lahan (Ha) meningkat signifikan pada tahun 2017 dan 2018 masing-masing sebesar 208.042,06 dan 251.630, 98 Ha. Sementara itu jumlah operator yang terlibat dalam kegiatan pertanian organik pada kurun waktu yang sama relatif stabil di angka 18.000 produser yang tersebar di berbagai komoditas (Ilustrasi 1).

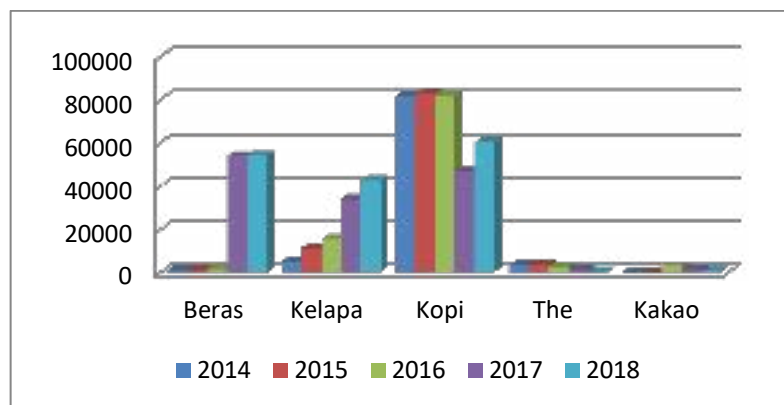


Ilustrasi 1. Perkembangan luas lahan (Ha) dan Operator Tahun 2008-2018
Sumber : SPOI (2019)

Pertanian organik sudah mengalami perkembangan yang pesat, namun belum diadopsi secara luas oleh petani di pedesaan. Kondisi ini masih sulit dicapai, bahwa ketergantungan petani terhadap unsur-unsur kimiawi dalam kegiatan usahatani masih tinggi (Suyamto, 2017; Chatarina *et al.*, 2018). Padahal, penggunaan pupuk anorganik urea yang tidak tepat, dapat mengakibatkan kehilangan unsur hara. Ketidakseimbangan unsur hara dalam tanah akibat eksploitasi lahan dan penggunaan bahan kimia berlebihan (pupuk dan pestisida) menyebabkan telah terjadi degradasi lahan yang berujung kepada stagnansi produksi pangan (Husnain *et al.*, 2016). Dampak negatif pemupukan N adalah pemanasan global karena tidak semua N dapat diserap tanaman, tetapi sebagian hilang dalam bentuk gas. Pemberian pupuk anorganik secara terus-menerus dan intensitas pertanaman tinggi menyebabkan kandungan C organik tanah terkuras sehingga mempercepat degradasi kesuburan lahan (Syafuruddin, 2015). Pupuk anorganik memiliki kelemahan, selain harganya mahal, juga tidak dapat menyelesaikan masalah kerusakan fisik dan biologi tanah. Lebih lanjut, pemupukan yang tidak tepat dan berlebihan menyebabkan pencemaran lingkungan (Purnomo *et al.*, 2013).

Posisi Indonesia di antara negara-negara lain di dunia menempati peringkat 21 dengan rerata jumlah lahan organik sekitar 0,05 juta hektar (SPOI, 2020). Perkembangan luas lahan pertanian organik di Indonesia menunjukkan fluktuasi (Ilustrasi 2). Tanaman kopi menunjukkan penurunan pada tahun 2017-2018 dibanding tiga tahun sebelumnya, namun tetap yang paling tinggi dibandingkan tanaman organik lainnya. Menurunnya luas lahan karena beberapa produsen tidak memperpanjang sertifikasi. Meningkatnya

volume dan pertumbuhan luas kopi organik di Indonesia berkaitan dengan jumlah ekspor kopi secara umum.



Ilustrasi 2. Perkembangan Luasan Lahan Beberapa Pertanian Organik di Indonesia
Sumber : SPOI (2019)

Persepsi Masyarakat Tentang Produk Organik

Kesadaran masyarakat terhadap kelestarian lingkungan dan kesehatan yang semakin meningkat, maka sebagian masyarakat meningkat minatnya untuk mengkonsumsi produk makanan sehat dan ramah lingkungan. Keputusan konsumen dalam pembelian produk makanan mulai mempertimbangkan tingkat keamanan (*food safety attributes*), kandungan gizi (*nutritional attributes*) dan label ramah lingkungan (*eco-labelling attributes*) (Rusma *et al.*, 2011). Kesadaran masyarakat Indonesia terhadap pola makan yang sehat tercermin dari makin banyaknya pilihan dalam mengonsumsi makanan organik seperti beras, buah dan sayur.

Produk-produk organik umumnya tersedia di pasar swalayan di kota-kota besar. Sikap positif masyarakat pada produk organik karena adanya sertifikat (Sutarni *et al.*, 2017). Badan khusus di Indonesia yang memberikan sertifikasi pada produk organik, antara lain yaitu Biocert, PT. Sucofindo, PT Mutuagung Lestari untuk sertifikasi lokal pangsa pasar dalam negeri dan sertifikasi internasional untuk pangsa ekspor oleh SKAL atau IFOAM. Konsensus Pusat Standardisasi dan Akreditasi Deptan tentang Sistem Pangan Organik sudah ada sejak tanggal 8 Juli 2002, telah dihasilkan SNI No. 01 -6729 - 2002. SNI ini telah tertulis petunjuk berbagai hal tentang lahan, saprodi, pengolahan, labelling hingga pemasaran produk pangan organik.

Intensitas konsumsi produk organik semakin tinggi (Sigh, 2017; Chiudean *et al.*, 2019). Walaupun sikap masyarakat memandang positif konsumsi produk organik, namun keputusan pembelian beras organik masih lebih rendah dibandingkan beras non organik (Kamila *et al.*, 2019). Harga masih menjadi pertimbangan utama dalam keputusan pembelian produk sayur organik (Suardika *et al.*, 2014). Namun, masyarakat bersedia membayar lebih tinggi untuk produk beras organik (Setiyadi *et al.*, 2016; Riana *et al.*, 2019). *Willingness to pay* atau kesediaan membayar lebih tinggi untuk pembelian sayur organik juga dipengaruhi oleh tingkat pendidikan dan pendapatan konsumen (Priambodo & Najib, 2014 ; Aufanada *et al.*, 2017).

Prospek Bisnis Produk Organik

Produk organik merupakan suatu produk yang ditanam tanpa menggunakan *Genetically Modified Organism* (GMO), pestisida sintesis, juga pupuk sintesis. Dengan memanfaatkan pupuk organik kompos atau kandang, beberapa penelitian melaporkan bahwa pertumbuhan yang lebih alami membuatnya lebih bernutrisi bagi tubuh. Minat konsumsi produk organik juga semakin meningkat, hal ini dapat dilihat munculnya outlet-outlet penjualan produk organik. Menurut Survei Industri Organik 2020 yang dirilis oleh *Organic Trade Association*, peningkatan konsumen makan makanan organik dan menggunakan produk organik lebih banyak daripada sebelumnya. Sektor organik Amerika Serikat membukukan pada tahun 2019, dengan penjualan organik di pasar makanan dan non-makanan mencapai rekor US \$ 55,1 miliar, naik 5 persen dari tahun sebelumnya (*Organic Trade Association*, 2020).

Perusahaan riset pasar, *Ecovia Intelligence*, memperkirakan pasar global untuk makanan organik melampaui 100 miliar dolar AS tahun 2018 dengan pasar utama adalah Amerika Serikat diikuti oleh Jerman dan Prancis. Luas lahan yang dikelola secara organik sebanyak 71,5 juta hektar, besaran ini meningkat sebesar 2,9 persen dibanding tahun 2017. Tahun 2018 jumlah produsen dilaporkan sekitar 2,8 juta dari 186 negara, dimana India merupakan Negara dengan jumlah produsen tertinggi diikuti Uganda dan Ethiopia (FAO, 2020). Perkembangan pertanian organik di Uni Eropa dengan total area organik 13,4 juta hektar pada tahun 2018, dibandingkan tahun 2012 telah tumbuh sebesar 34%. Total area organik membentuk 7,5% dari total EU-28 UAA pada tahun 2018. Tahun 2019, Belanda merupakan Negara pengimpor organik terbesar di UE diikuti Inggris Raya dan Jerman. Negara pengekspor terbesar ke Eropah adalah China (*Eurostat Statistics Explained*, 2020).

Indonesia memiliki potensi produk organik yang cukup besar untuk bersaing di pasar internasional. Produk organik Indonesia yang memiliki peluang besar untuk diekspor antara lain beras, kopi, madu, cokelat, mete, gula aren kelapa, minyak kelapa, udang, teh, dan vanilla. Besarnya potensi produk organik di Indonesia, antara lain ditandai dengan meningkatnya jumlah petani yang mengelola pertanian organik dari tahun ke tahun. Toko produk organik bertambah di supermarket dan rumah makan, meningkatnya organisasi pecinta organik; serta berdirinya berbagai Lembaga Sertifikasi Organik (LSO) (Nainggolan, 2018). Ceruk pasar produk organik memang masih kecil karena potensi pasar produk pertanian organik di dalam negeri masih terbatas pada masyarakat menengah ke atas (Kementan, 2002). Hal ini disebabkan antara lain: 1) belum ada insentif harga yang memadai untuk produsen produk pertanian organik, 2) perlu investasi mahal pada awal pengembangan karena harus memilih lahan yang benar-benar steril dari bahan agrokimia, 3) belum ada kepastian pasar, sehingga petani enggan memproduksi komoditas tersebut.. Namun, beberapa penelitian terkait konsumsi produk organik lima tahun terakhir menunjukkan peningkatan dengan semakin meningkatnya kesadaran akan pentingnya aspek kesehatan dan kelestarian lingkungan. Meningkatnya permintaan produk organik juga mendorong pelaku usaha produk organikpun semakin meningkat.

Kesimpulan

Pasar untuk produk organik semakin meluas mencerminkan meningkatnya minat konsumen. Semakin tinggi permintaan maka produsen produk organik harus semakin paham tentang bagaimana proses produksi yang dapat memenangkan pasar dunia. Tantangan untuk keberlanjutan pertanian organik sebagai orientasi ketahanan pangan perlu mendapat perhatian serius dari seluruh pelaku bisnis dan pemerintah. Secara bertahap mengurangi ketergantungan pada impor dengan meningkatkan sektor pertanian organik berbasis komunitas atau wilayah.

Daftar Pustaka

- Aufanada, V., Ekowati, T & Prastiwi, W.D., 2017. Ketersediaan Membayar Produk Sayuran Organik di Pasar Modern Jakarta Selatan. *AGRARIS: Journal of Agribusiness and Rural Development Research*, 3(2), 67-75 <https://doi.org/10.18196/agr.3246>
- Chatarina, A., R. A. B. Kusumo, A. H. Sadeli dan Deliana, Y., 2018. Faktor-faktor yang mempengaruhi petani dalam menerapkan tandar operasional prosedur (SOP) sistem pertanian organik di Kabupaten Bandung Barat. *Jurnal Penyuluhan* 14 (1): 68 – 78 <https://doi.org/10.25015/penyuluhan.v14i1.16752>
- Chiciudean, G.O., Harun, R., Ilea, M., Daniel I. Chiciudean, D.I., Arion, F.H., Ilies, G., & Muresan, I. C., 2019. Organic Food Consumers and Purchase Intention: A Case Study in Romania. *Agronomy*, 9, 145 <https://doi.org/10.3390/agronomy9030145>
- Eurostat Statistics Explained*, 2020. EU imports of organic agri-food products. https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/food-farming-fisheries/farming/documents/market-brief-organic-imports-june2020_en.pdf
- FAO. 2007. Organic Agriculture. Food and Agriculture of The United Nations. http://www.fao.org/organicag/ofs/index_en.htm

- Husnain, Kasno, A & Rochayati, S., 2016. Pengelolaan Hara dan Teknologi Pemupukan Mendukung Swasembada Pangan di Indonesia. *Jurnal Sumberdaya Lahan* 10 (1), 25-36 <https://media.neliti.com/media/publications/132730-ID-pengelolaan-hara-dan-teknologi-pemupukan.pdf>
- FAO, 2020. The World of Organic Agriculture - Statistics & Emerging Trends 2020. <http://www.fao.org/agroecology/database/detail/en/c/1262695/>
- IFOAM, 2020. Principles of Organic Agriculture Preamble. https://www.ifoam.bio/sites/default/files/2020-03/poa_english_web.pdf
- Kamila, F., Prasetyo, E & Roessali, W., 2019. Analisis Sikap Konsumen Pada Pembelian Beras di Kota Salatiga. *Agrisociconomics*, 3 (1), 10-18 <https://ejournal2.undip.ac.id/index.php/agrisociconomics/article/view/2980/2840>
- Kementan, 2002. Prospek Pertanian Organik di Indonesia.
- Kementerian Pertanian Badan Litbang Pertanian. <http://new.litbang.pertanian.go.id/info-aktual/17/>
- Mayrowani, H., 2012. Pengembangan Pertanian Organik di Indonesia. *Forum Penelitian Agro Ekonomi*, 30 (2), 91 – 108 <http://ejurnal.litbang.pertanian.go.id/index.php/fae/article/view/3880/3223>
- Nainggolan, M., 2018. Pemasaran Produk Organik Indonesia. www.swa.co.id
- Organic Trade Association. (2020). U.S. Organic Industry Survey 2020. <https://ota.com/organic-market-overview/organic-industry-survey>
- Priambodo, H. P. & Najib, M., 2014. Analisis Kesiediaan Membayar (Willingness to Pay) Sayuran Organik dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhinya *Jurnal Manajemen dan Organisasi* V (1) : 1 -14 <https://media.neliti.com/media/publications/111270-ID-analisis-kesediaan-membayar-willingness.pdf>
- Purnomo, R., Santoso, M., & Heddy, S., 2013. Pengaruh berbagai macam pupuk organik dan anorganik terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman mentimun (*Cucumis sativus L.*). *Jurnal Produksi Tanaman*, 1(3), 93-100 <https://media.neliti.com/media/publications/126309-ID-none.pdf>
- Riana, E.T., Mukson & Roessali, W., 2019. Analisis Kesiediaan Membayar (Willingness To Pay) Konsumen Terhadap Berbagai Jenis Beras Organik di Kota Semarang (Kasus Di Pasar Modern Gelael Signature) . *Jurnal Ekonomi Pertanian dan Agribisnis (JEPA)*, 3(4), 689 – 700 <https://jepa.ub.ac.id/index.php/jepa/article/view/258/136>
- Rusma, J., Hubeis, M. & Suharjo, B., 2011. Kajian Preferensi Konsumen Rumah Tangga terhadap Beras Organik di Wilayah Kota Bogor. *Manajemen IKM*. 6 (1), 49-54
- Setiyadi, H., S. Hartono., dan D. Darwanto. 2016. Consumer willingness to pay of organic rice and the factors which affected in Pontianak. *Journal Agricultural Science*, 1 (3) : 130 – 136. <https://doi.org/10.22146/ipas.11227>
- Singh, A.P., 2017. Factors influencing Indian consumers' actual buying behaviour towards organic food products. *J. Clean. Prod.*, 167, 473–483 <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.08.106>
- SPOI, 2019. Statistik Pertanian Organik Indonesia 2019. Penerbit Aliansi Organik Indonesia. Jakarta. https://www.researchgate.net/publication/342945242_Statistik_Pertanian_Organik_Indonesia_2019
- Suardika, I.M.P., Ambarawati, I. G.A.A, & Sukaatmadja, I. P., 2014. Analisis Perilaku Konsumen terhadap Keputusan Pembelian Sayur Organik CV Golden Leaf Farm Bali. *Jurnal Manajemen Agribisnis*, 2 (1), 1-10 <https://media.neliti.com/media/publications/26274-ID-analisis-perilaku-konsumen-terhadap-keputusan-pembelian-sayur-organik-cv-golden.pdf>
- Sugiyanta & Aziz, S. A., 2016. Beras dan Tanaman Pangan Organik. Dalam Pengembangan Pertanian Organik di Indonesia. p203-218. IPB Press. https://repository.ipb.ac.id/jspui/bitstream/123456789/83107/1/Beras%20Organik_Prof%20%20%20%20Sandra%2Bcover.pdf.pdf
- Sutarni, Trisnanto, T. B., & Unteawati, B., 2017. Preferensi Konsumen Terhadap Atribut Produk Sayuran Organik di Kota Bandar Lampung. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 17 (3), 203-211 <https://doi.org/10.25181/jppt.v17i3.337>
- Syafruddin, 2015. Management of Nitrogen Fertilizer Application on Maize. *J. Litbang Pert.* 34 (3), 105-116 ejurnal.litbang.pertanian.go.id

- Sugiyanta & Aziz, S.A., 2016. Beras dan Tanaman Pangan Organik lainnya, Dalam: Pengembangan Pertanian Organik di Indonesia. IPB Press.
https://repository.ipb.ac.id/jspui/bitstream/123456789/83107/1/Beras%20Organik_Prof%20%20%20%20Sandra%2Bcover.pdf.pdf
- Suyamto, 2017. Manfaat Bahan dan Pupuk Organik pada Tanaman Padi di Lahan Padi Sawah Irigasi. *Iptek Tanaman Pangan*, 12 (2), 67 – 74
<http://ejurnal.litbang.pertanian.go.id/index.php/ippan/article/view/8179/6975>

Konsep Pengembangan Agroindustri Hilir

Wulan Sumekar

Laboratorium Penyuluhan dan Pemberdayaan Masyarakat, Departemen Pertanian,
Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro

Email : wulan_sumekar@yahoo.co.id

Pendahuluan

Indonesia adalah negara kepulauan dan pertanian sebagai sumber kehidupan bagi sebagian besar penduduk. Sektor pertanian pada tahun 2019 menyerap tenaga kerja sebesar 31,87 juta orang yang tersebar di sub sektor tanaman pangan (39,67%), hortikultura (10,38%), perkebunan (35,88%) dan peternakan (14,07%). Jumlah tenaga kerja sektor pertanian merupakan 25,19 % dari jumlah tenaga kerja di Indonesia dan bila dibandingkan dengan tahun 2018, tenaga kerja di bidang pertanian turun sebesar 4,10% (Buku Statistik Ketenagakerjaan Sektor Pertanian Semester II, 2019). Kontribusi sektor pertanian terhadap Produk Domestik Bruto (PDB) Nasional pada tahun 2017 sebesar 77,04% dengan sub sektor pertanian terhadap PDB Nasional sektor pertanian sebesar 75,30% (BPS, 2018).

Saat ini, paradigma pertanian telah diletakkan pada kerangka pendekatan holistik melalui model pendekatan sistem. Model ini menjelaskan hubungan produksi 4F (*food, feed, fertilizer dan fuel*) sebagai sumber kontribusi ekonomi. Suatu pendekatan pertanian terintegrasi yang merupakan salah satu syarat dari pertanian berkelanjutan. Penerapan sistem pertanian berkelanjutan yang merupakan salah satu prinsip kedaulatan pangan dapat menjamin ragam pendapatan dan nilai tambah yang stabil dari aspek *food, feed, fertilizer* dan *fuel*, pencapaian keseimbangan agroekologi, manajemen sistem tanam alami untuk pengendalian hama, mengurangi penggunaan pupuk dan pestisida kimia untuk menghasilkan produk yang sehat dan ramah lingkungan (Manjunatha *et al.*, 2014). Hal ini menandakan bahwa sektor pertanian berkaitan antara on-farm dan off-farm baik hulu maupun hilir (Zakariah *et al.*, 2019). Selaras dengan visi dalam Strategi Induk Pembangunan Pertanian Tahun 2013 – 2045, yaitu tercapainya sistem pertanian bioindustri berkelanjutan yang menghasilkan beragam pangan sehat dan produk bernilai tambah tinggi dari sumberdaya hayati pertanian dan kelautan tropika. Dalam agenda prioritas (Nawa Cita), yaitu antara lain agenda prioritas di bidang pertanian terdiri dari dua hal, yaitu (1) Peningkatan Agroindustri, dan (2) Peningkatan Kedaulatan Pangan. Agroindustri merupakan fondasi untuk mewujudkan sistem bioindustri berkelanjutan.

Sebagai suatu sistem, agribisnis terdiri dari 5 sub sistem, yaitu subsistem input pertanian, subsistem produksi atau budidaya, subsistem pengolahan, subsistem pemasaran dan subsistem penunjang (Downey dan Erickson, 1987). Adapun agroindustri terdiri dari 4 subsistem, yaitu subsistem rantai produksi, subsistem kebijakan, subsistem kelembagaan dan subsistem distribusi dan pemasaran (Austin, 1992). Terdapat dua kata kunci batasan antara agribisnis dan agroindustri. Berdasar batasan tersebut, agroindustri merupakan bagian yang luas terdiri dari agroindustri hulu dan agroindustri hilir. Agroindustri hulu adalah industri yang memproduksi alat-alat dan mesin serta industri sarana produksi yang digunakan untuk proses budidaya pertanian. Agroindustri hilir adalah industri yang mengolah hasil pertanian menjadi bahan baku industri pasca panen dan pengolahan hasil pertanian industri atau barang yang siap untuk dikonsumsi (Udayana, 2011). Kontribusi industri pengolahan terhadap Pendapatan Domestik Bruto (PDB) pada tahun 2019 sebesar 75,47% sedangkan industri pertanian sebesar 1,95%. Keadaan tersebut meningkat pada tahun 2020, masing-masing sebesar 4,48 % dan 0,34%. Namun tingginya peran industri pengolahan (sekunder) didominasi oleh industri makanan dan minuman (BPS, 2020). Keadaan ini dimungkinkan karena pemenuhan bahan baku pada industri pertanian sebagian besar dari impor. Dalam perekonomian nasional, agroindustri hilir lebih berperan dalam penciptaan output, nilai tambah dan impor. Sementara agroindustri hulu lebih berperan dalam penciptaan, PDB dan ekspor. Dari sisi distribusi pendapatan masyarakat,

agroindustri hilir menciptakan distribusi pendapatan yang lebih merata baik bagi rumah tangga pertanian maupun non pertanian (Pratiwi *et al.*, 2017).

Beberapa permasalahan agroindustri hilir antara lain diperlihatkan dari hasil-hasil penelitian bahwa peran agroindustri hilir sektor primer berbahan baku pertanian masih tergolong keterbatasan keterampilan sumberdaya manusia yang sebagian besar di pedesaan dan skala usaha yang terbatas sehingga masih terlalu mengandalkan dominasi peran pemerintah (Arifin, 2005; Supriyati dan Suryani, 2006 dan Santoso *et al.*, 2010), efisiensi usaha rendah (Sumekar *et al.*, 2013 dan Saputri *et al.*, 2016), dan jangkauan pemasaran terbatas (Lasalewo *et al.*, 2016 dan Sumekar, *et al.*, 2020) dan ketersediaan bahan baku dan penyerapan tenaga kerja belum menjadi perhatian utama (Pakarti, 2016), pengusaha agroindustri hilir dalam keanggotaan kelompok masih bersifat sambilan (Setyowati, 2012 dan Saputri *et al.*, 2016). Oleh karena itu berdasar permasalahan tersebut di atas, maka perlu penyusunan konsep pengembangan agroindustri hilir terutama sektor pertanian menuju bioindustri berkelanjutan.

Peran Agroindustri Hilir Sektor Pertanian Pada Pembangunan Ekonomi

Agroindustri hilir sektor pertanian mampu menyediakan lapangan kerja bagi penduduk Indonesia dengan penyerapan tenaga kerja berdasar skala usaha Mikro, Kecil, Menengah dan Besar berturut-turut sebesar 107,2 juta orang (89,2%), 5,7 juta orang (4,72%), 3,73 juta orang (3,11%) dan 3,58 juta orang (3,0%) (Kementerian Koperasi dan UMKM RI, 2018). Hal ini menandakan bahwa agroindustri hilir sektor pertanian yang sebagian besar tergolong agroindustri skala mikro akan sangat berperan dalam pembangunan ekonomi kerakyatan, karena mempunyai basis yang kuat di tingkat masyarakat bawah (Soekartawi, 2000).

Menurut Arifin (2005), bahwa agroindustri hilir sektor pertanian berperan mampu meningkatkan pembangunan ekonomi dan pendapatan petani serta mampu menyerap tenaga kerja dan menciptakan lapangan kerja baru. Keadaan ini disebut bahwa sektor pertanian adalah pengganda pendapatan (*income multiplier*) dan pengganda tenaga kerja (*employment multiplier*). Pada Tabel 1., memperlihatkan peran agroindustri hilir pertanian sebagai pengganda pendapatan (*income multiplier*).

Tabel 1 . Angka Pengganda Distribusi Pendapatan Pada Agroindustri Hilir Tahun 2017

Rumahtangga Petani		Rumahtangga Non Pertanian Menurut Golongan Pendapatan			
		Desa		Kota	
Buruh Tani	Petani	Rendah dan Menengah	Atas	Rendah dan Menengah	Atas
.....(Indek angka penganda).....					
0,96	0,76	0,10	0,22	0,25	0,11

Sumber : BPS (2018)

Sektor pertanian memiliki efek ganda pendapatan yang lebih baik daripada sektor non pertanian. Keadaan ini merupakan momentum untuk mengubah pola usaha pertanian primer ke pola usaha pertanian sekunder yang berorientasi dari produk ke konsumen. Seperti hasil penelitian Sallow *et al.* (2020) bahwa dengan intervensi pertanian di masyarakat pedesaan Mesir hulu dengan mengalihkan pertanian tradisional ke konservasi pertanian (peningkatan produktifitas) dapat meningkatkan kesempatan kerja dan pendapatan petani kecil. Artinya probabilitas hasil negatif terhadap aspek sosial ekonomi menjadi hampir nol ketika terjadi penambahan manfaat ekonomi pada masyarakat.

Agroindustri hilir berkaitan dengan sektor pertanian yang ditunjukkan dari ragam industri sekunder non migas berbasis pertanian terdiri dari usaha makanan, minuman, pengolahan tembakau, pengolahan dari kulit dan alas kaki, industri kayu dan produk lainnya, pengolahan produk dari kertas. Pada Tabel 2., memperlihatkan bahwa industri makanan merupakan agroindustri hilir sekunder dengan nilai tambah paling tinggi, yaitu rata-rata pada usaha skala mikro (tahun 2013 – 2015) sebesar 64,61% yang lebih tinggi dari usaha skala kecil sebesar 59,3%.

Tabel 2. Persentase Nilai Tambah Agroindustri Sekunder Berbasis Produk Pertanian Pada Usaha Mikro Kecil Sektor Pertanian Tahun 2013 – 2015

Sub Sektor Pertanian	Nilai Tambah Usaha tahun 2013 – 2015 (%)					
	Mikro			Kecil		
	2015	2014	2013	2015	2014	2013
Usaha Makanan	68,83	60,62	64,38	65,07	48,40	64,43
Usaha Minuman	1,69	2,33	2,34	0,88	0,48	0,47
Pengolahan Tembakau	2,79	3,93	0,50	5,36	19,27	3,90
Pengolahan kulit, barang jadi dari kulit dan alas kaki	3,38	3,87	1,98	12,17	12,23	11,59
Usaha Kayu, gabus (tidak termasuk furniture), anyaman bambu dan rotan	22,88	28,91	30,44	15,88	18,84	19,11
Pengolahan kertas dan barang dari kertas	0,44	0,33	0,37	0,64	0,79	0,49

Sumber : Sensus Pertanian (2018), diolah

Keadaan ini (Tabel 2) dimungkinkan karena sebagian besar sumberdaya berada di sektor pertanian dan sebagian besar penduduk Indonesia bergantung pada sektor pertanian. Seperti pendapat Dzeraydaite (2017), bahwa peranan industri sektor primer (pertanian) dipahami sebagai sektor vital bagi pembangunan ekonomi dan kesejahteraan masyarakat di perdesaan. Guncangan di sektor pertanian akan menyebabkan efek langsung ataupun tidak langsung bagi perkembangan industri lain serta pendapatan rumahtangga petani.

Agroindustri hilir sektor pertanian yang sebagian besar adalah berskala rumahtangga (Usaha Mikro) memberi nilai tambah rata-rata lebih tinggi dibanding agroindustri hilir non pertanian dan juga lebih tinggi terhadap Usaha Kecil sektor pertanian maupun non pertanian pada tahun 2013 – 2015 (Tabel 3). Hal ini dimungkinkan karena Indonesia sebagai negara dengan penduduk sebagian besar bermetapencarian sebagai petani yang menjamin ketersediaan bahan baku industri sekunder (sektor pengolahan). Adapun pendapat Awokuse and Ruizhi Xie (2014), bahwa meskipun pertanian dapat menjadi mesin pertumbuhan ekonomi, tetapi dampaknya bervariasi untuk tiap negara.

Tabel 3. Persentase Nilai Tambah Usaha Mikro Kecil Tahun 2013 - 2015

Sektor	Nilai Tambah Sektor Terhadap Total Nilai Tambah Usaha (%)	
	Mikro	Kecil
<u>Pertanian</u>		
Tahun 2015	53,96	51,27
Tahun 2014	50,19	40,14
Tahun 2013	55,67	45,19
Rata-rata	53,27	45,53
<u>Non Pertanian</u>		
Tahun 2015	46,04	48,73
Tahun 2014	49,81	59,86
Tahun 2013	44,33	54,81
Rata-rata	46,73	54,47

Sumber : Sensus Pertanian (2019), diolah

Peran agroindustri hilir sekunder tidak hanya berperan pada kontribusi Produk Domestik Bruto (PDB) tetapi juga berkontribusi nyata pada kesejahteraan petani yang ditunjukkan dari nilai tukar petani (NTP). Berdasar Tabel 4., nampak bahwa nilai tukar petani (NTP) pada usaha pertanian lebih tinggi daripada nilai tukar (NTP) pertanian primer. Seluruh usaha pertanian (usaha peternakan, usaha tanaman perkebunan rakyat, usaha tanaman pangan dan usaha tanaman hortikultur) menunjukkan NTP >100, yang

berarti peningkatan NTP menunjukkan bahwa out-put yang diterima petani dari perusahaan pertanian lebih besar dari pengeluaran.

Tabel 4. Nilai Tukar Petani Pada Sektor Primer dan Sekunder Pertanian Tahun 2016 – 2018

Petani Di Sektor Primer dan Sekunder	Nilai Tukar Petani		
	2016	2017	2018
Petani Ternak	107,57	106,95	107,36
Usaha Peternakan	115,87	116,31	117,10
Petani Tanaman Perkebunan Rakyat	97,86	98,91	97,62
Usaha Tanaman Perkebunan Rakyat	107,04	108,78	107,72
Petani Tanaman Pangan	99,47	98,49	102,96
Usaha Tanaman Pangan	106,12	105,33	109,00
Petani Tanaman Hortikultura	102,72	101,75	101,09
Usaha Tanaman Hortikultura	112,49	112,41	112,70

Sumber : BPS (2018)

Namun bila dibandingkan dengan rata-rata keadaan NTP sektor pertanian primer tahun 2013, 2014 dan 2015 berturut-turut sebesar 105,24; 104,91 dan 102,30 (Salama, 2018) menunjukkan nilai yang lebih baik dari rata-rata NTP pada tahun 2016, 2017 dan 2018 berturut-turut sebesar 101,91; 101,53 dan 102,26 (BPS, 2018, diolah). Oleh karena itu pertumbuhan agroindustri hilir sekunder terkait dengan intervensi pada pertanian primer untuk meningkatkan produktifitasnya.

Tantangan dan Kendala Agroindustri Hilir Di Indonesia

Pertumbuhan ekonomi di Indonesia digerakkan oleh 99,9% (62,9 juta unit) Usaha Mikro, Kecil dan Menengah dari total pelaku usaha. Adapun usaha besar hanya 0,01% (5400 unit) (Kementerian Koperasi dan UMKM Republik Indonesia, 2019). Usaha Mikro, Kecil (UMK) mempunyai peran yang penting khususnya pada usaha-usaha yang memanfaatkan sumberdaya alam maupun padat tenaga kerja, yaitu termasuk pada sektor pertanian, peternakan, kehutanan, perikanan dan sektor perdagangan, hotel dan restoran (LPPI dan BI, 2015).

Jumlah rumahtangga usaha pertanian di Indonesia sebesar 27682117 Rumahtangg (RT) dengan 84,88% adalah rumahtangga dengan jumlah anggota keluarga 2 – 5 orang. Berdasar jumlah anggota keluarga pada usaha pertanian, maka usaha tergolong Industri Rumah Tangga (Mikro)). Sebesar 86,56% Industri Rumah Tangga sektor pertanian belum menggunakan internet (BPS, 2018). Menurut Undang-Undang No. 20 Tahun 2008, karakteristik Usaha Mikro adalah 1). Jenis komoditi sewaktu-waktu bisa berganti, 2). Tempat usaha sewaktu-waktu bisa berpindah tempat. 3). Belum melakukan administrasi keuangan yang sederhana sekalipun, 4). Tidak memisahkan keuangan keluarga dengan keuangan usaha, 5). Sumberdaya manusia pada umumnya berpendidikan rendah dan 6). Belum memiliki ijin usaha. Berdasar Hidayat *et al.* (2010), bahwa kompetensi yang harus dimiliki oleh tenaga kerja sektor agroindustri hilir di Indonesia terdiri dari 5 (lima) fungsi yaitu 1). Pengembangan proses pengolahan, 2). Pengembangan standardisasi mutu, 3). Pengembangan teknis pengemasan, 4). Pengembangan penyimpanan dan 5). Pengembangan strategi pemasaran dan bisnis.

Salah satu yang bisa digunakan untuk mengukur perkembangan industri adalah dengan melihat indeks daya saing usaha. Data BPS (2019), bahwa daya saing agroindustri hilir sektor primer (pertanian) pada Usaha Mikro, Usaha Kecil, Usaha Menengah dan Usaha Besar berturut-turut sebesar 2,61; 2,81; 3,30 dan 3,46. Pada indeks daya saing agroindustri hilir sektor sekunder (pengolahan) menunjukkan berturut-turut indeks daya saing adalah 2,75; 2,9; 3,35 dan 3,50. Hal ini memperlihatkan bahwa agroindustri hilir sektor sekunder (pengolahan) memiliki daya saing yang lebih tinggi daripada agroindustri hilir sektor primer (pertanian). Keadaan ini dimungkinkan karena komponen nilai bahan baku impor lebih tinggi dari ekspor (Tabel 5)

Tabel 5 . Nilai Ekspor dan Impor Komoditi Pertanian Pada Tahun 2016 dan 2017

No.	Komoditi Pertanian	Nilai (000 USD)			
		Tahun Ekspor		Tahun Impor	
		2016	2017	2016	2017
1	Tanaman Pangan	142464	170865	6498553	6491985
2.	Hortikultur	506891	441561	1780426	2231831
3.	Perkebunan	25535797	31815012	4373400	5082515
4.	Peternakan	543292	625144	3190958	3371486

Sumber : BPS (2018)

Pada tingkat ketersediaan pangan masih menjadi perhatian yang serius dengan diperlihatkannya nilai impor komoditi pertanian pangan yang jauh lebih besar daripada nilai eksportnya. Hal itu tidak terjadi pada komoditi perkebunan, dimana kelapa sawit dan kakao sebagai andalan ekspor dan gula rafinasi menunjukkan nilai impor yang paling tinggi. Kendala yang dihadapi dalam pengembangan agroindustri adalah kemampuan tenaga kerja untuk mengolah produk pertanian masih rendah, sehingga produk pertanian diekspor dalam bentuk belum olahan (Tabel 1). Kondisi ini tentu memperkecil nilai tambah yang diperoleh dari ekspor produk pertanian. Oleh karena itu pengolahan lebih lanjut dari produk pertanian menjadi tuntutan bagi perkembangan agroindustri hilir di era global ini. Hal ini seperti penemuan penelitian oleh Akpan *et al* (2014) di Nigeria bahwa aktifitas industri memiliki hubungan yang tidak signifikan dengan indeks produktivitas pertanian, demikian juga untuk kegiatan industri dan Pendapatan Domestik Bruto (PDB) pertanian atau total PDB. Namun aktifitas industri mempunyai korelasi negatif yang signifikan dengan indeks produktivitas pertanian. Hal ini mengindikasikan bahwa produk pertanian tidak memainkan peran penting dalam perkembangan industri di Nigeria. Kebijakan integrasi ke belakang sektor pertanian tidak berpengaruh nyata terhadap sektor industri sehingga produksi pertanian harus terus digenjut sehingga mampu menghasilkan permintaan dan ketersediaan bahan baku yang cukup untuk sektor industri.

UMK menurut ada tidaknya Rencana Pengembangan Bisnis menurut Analisis Hasil SE (2016), bahwa sebanyak 63,72% tidak memiliki rencana bisnis dan hanya 36,28% memiliki rencana pengembangan bisnis. Adapun persentase UMK berdasar jenis rencana pengembangan bisnis adalah 72,27% (memperluas tempat usaha), 40,37% (diversifikasi produk), 28,47% (meningkatkan keahlian) dan 26,76% (membuka cabang usaha). Alasan tidak membuat rencana pengembangan bisnis karena kurang modal, keterbatasan pemasaran dan kekurangan keahlian. Hal ini seperti terlihat pada Tabel 6., yang memperlihatkan kemampuan akses modal usaha pada nilai realisasi investasi PMDN dan PMA pada sektor primer lebih rendah daripada sektor sekunder. Pengembangan sektor primer dan sekunder produk – produk pertanian belum menjadi komoditi yang menarik bagi investor dan hanya industri makanan dan minuman yang mampu menarik penanam modal.

Pada RPJM tahap III (2015 – 2019), rata-rata jumlah kelompok tani (Poktan) berperan pada agroindustri hilir sebanyak 301261 kelompok dan gabungan kelompok tani (Gapoktan) sebanyak 35437 kelompok, dengan pertumbuhan berturut-turut adalah 4,15% dan 7,59%. Kelompok berperan pada pengadaan input, kelompok berperan pada usaha pengolahan dan pemasaran serta sebagai wadah penyelenggaraan pendidikan dan pelatihan yang mengacu pada *competency based training* untuk menghasilkan SDM yang berkualitas (Saputri *et al.*, 2016). Menurut Bakti *et al.* (2015), bahwa melalui kelompok tani dapat meningkatkan kohesifitas kelompok. Anggota kelompok tani sering membicarakan, berdialog dan menerima masukan tentang masalah dalam usahatani dengan sesama anggota kelompok maupun dengan pihak lain sehingga tingkat jejaring komunikasi dalam kelompok menjadi tinggi. Selain itu, anggota kelompok tani senang mengikuti kegiatan kelompok, senang diberi tugas dan sering bekerjasama dengan sesama anggota kelompok tani maupun pihak lain. Demikian dari hasil penelitian Elsiana *et al.* (2018), bahwa kemandirian petani dan keberanian petani menghadapi resiko berusaha bertumbuh dan berkembang melalui peran kelompok tani.

Tabel 6 . Persentase Perkembangan Nilai Realisasi Investasi PMDN dan PMA Menurut Sektor Tahun 2015 – 2017

Sektor	Nilai Realisasi Investasi PMDN dan PMA (%)					
	Tahun 2015		Tahun 2016		Tahun 2017	
	PMDN	PMA	PMDN	PMA	PMDN	PMA
Sektor Primer	9,56	21,32	12,81	14,85	16,59	16,99
1. Pertanian	6,93	7,33	9,92	5,66	8,72	3,94
Tanaman pangan	0,16	0,00	0,21	0,00	0,00	0,00
Hortikultur	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Perkebunan	6,55	7,06	9,50	5,47	8,38	4,41
Peternakan	0,18	0,25	0,21	0,17	0,34	0,48
Jasa Penunjang	-	-	-	-	-	-
2. Kehutanan	0,26	40,18	0,08	0,27	0,32	0,15
3. Perikanan	0,00	0,18	0,00	0,15	0,00	0,18
4. Tambang	2,21	13,72	2,79	9,47	7,87	13,57
Sektor Sekunder	49,38	40,18	49,35	58,31	37,83	40,78
1. Industri Hasil Pertanian	15,82	8,15	16,50	10,34	16,60	9,21
Industri makanan dan minuman	13,72	5,20	14,81	7,30	14,69	6,11
Industri karet	2,07	2,40	1,65	2,54	1,84	1,96
Industri kulit	0,00	0,55	0,00	0,50	0,00	1,14
2. Sektor sekunder lainnya	34,07	32,06	32,89	47,27	21,20	31,56
Sektor Tertier	41,06	38,50	37,84	26,84	45,58	42,23
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Sumber : BPS (2018), diolah

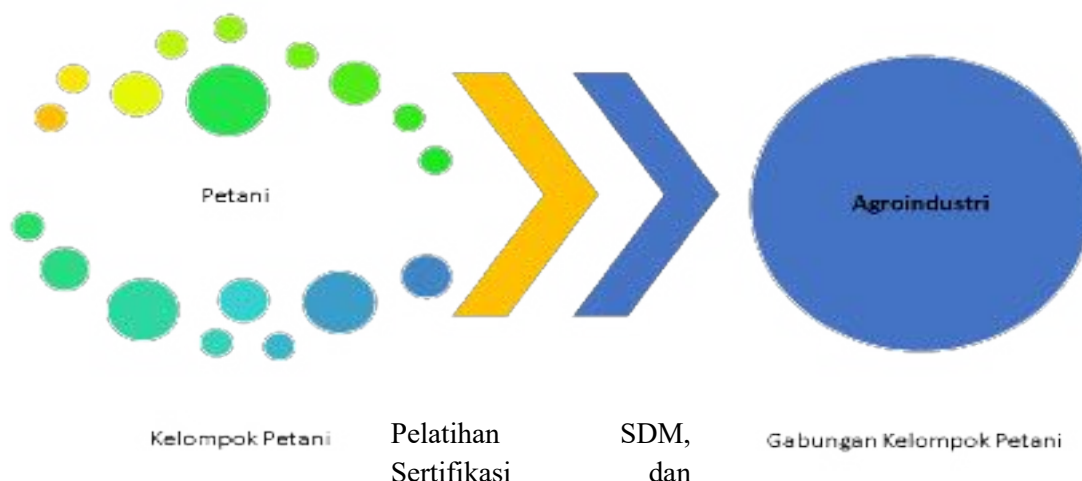
Konsep Pengembangan Agroindustri Hilir Menuju Bio-Industri Berkelanjutan

Pengembangan agroindustri hilir adalah segala pengusaha atau upaya yang dilakukan ke arah yang lebih baik dari sebelumnya. Berdasar penilaian keadaan agroindustri hilir di atas, masih ada kendala dari perspektif keterkaitan dengan sektor lain yang memasok industri pertanian sebagai input (keterkaitan ke belakang) dan atau dipasok oleh industri pertanian (keterkaitan ke depan).

Kendala keterkaitan ke belakang, diperlihatkan dari ketersediaan tenaga terampil untuk agroindustri hilir sedangkan kelompok petani sebagai jembatan penyedia tenaga kerja terampil belum berfungsi dengan baik. Kendala keterkaitan ke depan ditunjukkan dari kurangnya pemenuhan pasokan bahan baku baik dari jumlah dan kualitas produk pertanian primer sebagai bahan baku agroindustri hilir. Kendala keterkaitan ke depan juga ditunjukkan dari intervensi ketersediaan keuangan untuk mengembangkan produktifitas pertanian.

Berdasar Soekartawi (2002), bahwa dalam pengembangan agroindustri diupayakan untuk memperhatikan hal-hal : 1) daya saing (antara lain mampu meningkatkan nilai tambah dengan memanfaatkan teknologi, menggunakan dan meningkatkan sumberdaya manusia yang handal dan terdidik, 2) berkerakyatan (mampu berkembang dengan menggunakan bahan baku yang banyak dikuasai rakyat, mampu memanfaatkan organisasi ekonomi rakyat untuk pengembangan bisnis), 3) berkelanjutan (mampu merespon perubahan pasar, perubahan teknologi, efisien dan efektif, berorientasi jangka panjang, melakukan inovasi terus menerus dan 4) terdesentralisasi (mampu memanfaatkan keragaman sumberdaya lokal, mampu berkembang sebagai pelaku bisnis lokal dan mampu bekerjasama dengan pemerintah daerah dalam mengembangkan agroindustri). Prinsip pengembangan agroindustri hilir menurut Arifin (2005), bahwa agroindustri sebagai perangsang pembangunan pedesaan dengan pertimbangan sumberdaya pedesaan me nunjang produksi pertanian dengan mengandalkan lahan dan tenaga kerja. Tenaga kerja di pedesaan sangat terampil dalam hal usahatani di hulu, sehingga industrialisasi pertanian yang difokuskan di pedesaan akan merangsang peningkatan kualitas sumberdaya manusia di pedesaan dan pembangunan ekonomi pada umumnya. Prinsip ini menekankan pentingnya keterkaitan ke depan (*forward linkages*) dan ke belakang (*backward linkages*) dari suatu proses industrialisasi yang akan menghasilkan nilai tambah

cukup besar. Infrastruktur, pendanaan, skala usaha dan dukungan pemerintah menjadi prioritas perhatian. Oleh karena itu mengacu Soekartawi (2002), Arifin (2005) maka konsep pengembangan agroindustri hilir seperti pada Ilustrasi 1.



Ilustrasi 1. Centra Agroindustri Hilir Di Pedesaan

Kesimpulan

Agroindustri hilir memiliki potensi vital bagi kemajuan pembangunan pertanian dan ekonomi nasional terutama dalam hal peningkatan produktifitas pertanian, penyerapan tenaga kerja dan Produk Domestik Bruto (PDB) serta kesejahteraan petani.

Kendala pelaksanaan agroindustri hilir terdapat pada keterbatasan dalam hal pemenuhan sumberdaya tenaga kerja terampil dan terdidik, ketersediaan bahan baku pertanian lokal baik kuantitas dan kualitas, keterbatasan keuangan usaha sehingga prinsip keterkaitan ke depan dan ke belakang belum tercapai dengan baik.

Konsep pengembangan agroindustri hilir berdasar perwilayahan desa dengan kelompok petani sebagai wadah kegiatan agroindustri hulu memanfaatkan bahan baku lokal dan sumberdaya petani lokal, dan gabungan kelompok petani (Gapoktan) di tingkat kecamatan sebagai pelaku agroindustri hilir dan pemasaran. Kerjasama dilakukan dengan pemerintah untuk meningkatkan kompetensi tenaga kerja dan sertifikasi, legalitas industri, serta kemudahan akses modal.

Daftar Pustaka

- Akpan, S.B., Udoka, S.J., & Okon, U.E., 2012. Examination of Empirical Relationships Between Industrial Activities and Agricultural Policy Outputs in Nigeria (1970-2012). *International Journal of Food and Agricultural Economics*, 2 (1) : 13-22
- Analisis Hasil SE., 2018. Potensi Peningkatan Kinerja Usaha Mikro Kecil. Badan Pusat Statistik
- Arifin, B. (2005). Pembangunan pertanian, Paradigma Kebijakan dan Strategi Revitalisasi. Grasindo
- Awokuse, T.O., & Xie, R., 2014. Does Agriculture Really Matter for Economic Growth in Developing Countries? *Canadian Journal of Agricultural Economics*, 63(1), 77-99. <https://doi.org/10.1111/cjag.12038>
- Austin, J.E., 1992. Agroindustrial Project Analysis Critical Design Factors: EDI Series in Economic Development. Baltiore, John Hopkins Univ. Press
- Bakti, I., Centurion, C.P., Evie, N. & Heru, R.B. Peran Jejaring Komunikasi dalam Membangun Kohesivitas Kelompok Tani Tanaman Obat di Jawa Tengah. *Jurnal Edutech*. 1 (3) 387-401

- Bashir, A., Susetyo, D., Suhel & Azwardi., 2018. The Relation Between Economic Growth, Human Capital, and Agriculture Sector : Emperical Evidence from Indonesia. *International Journal of Food and Agricultural Economics*, 6(4), 35-52
- BPS. 2018. Industri Mikro Kecil.
- BPS. 2020. Neraca Rumahtangga
- Buku Statistik Ketenagakerjaan Sektor Pertanian Semester II., 2019. Statistik Ketenagakerjaan Sektor Pertanian. Pusat Data dan Informasi Pertanian. Sekretariat Jemderal, Kementerian Pertanian.
- Dzeraydaite, G., 2017. Agriculture's Impact for the economy : Inter-Industry and Multiplier Effects. *Proceeding of the 8th International Scientific Conference Rural Development 2017*. DOI : <http://doi.org/10.15544/RD 2017.057>
- Elsiana, Sriroso, S. & Siwi, G., 2018. Pengaruh Fungsi Kelompok Terhadap Kemandirian Anggota Pada Kelompok Tani Padi Organik Di Paguyuban Al-Barokah Desa Ketapang, Kecamatan Susukan Kabupaten Semarang, Jawa Tengah. *Jurnal Ekonomi Pertanian dan Agribisnis*. 2 (2), 111-118. <http://doi.org/10.21776/ub.jepa.2018.002.02.4>
- Hidayat, Wibowo, N.M., Riswati, F. & Humaidi, F., 2012. *Jurnal Aplikasi Manajemen*. 10 (2), 358-364
- Kementerian Koperasi & UMKM Republik Indonesia, 2019. Pelaku Usaha Mikro, Kecil & Menengah di Indonesia.
- Lasalewo, T., Nur, A.M., Subagyo, Budi, H. & Hari, A.Y., 2016. The Effect of Competitive Advantage and Human Advantage on Industrial Competitive Strategy (Case Study : SMIs in Gorontalo Province). *Journal of Indonesian Economy and Business*. 31 (3), 307-324
- LPPI & BI., 2015. Profil Bisnis Usaha Mikro, Kecil, Menengah. Kerjasama Lembaga Pengembangan Perbankan Indonesia & Bank Indonesia.
- Manjunatha, S. B., Shivmurthy, D., Satyareddi, S. A., Nagaraj, M. V. & Basavesha, K. N., 2014. Integrated farming system - an holistic approach : a review. research and reviews. *Journal of Agriculture and Allied Sciences*, 3 (4) : 30-38
- Pratiwi, N.A., Harianto & Arief, D., 2017. Peran Agroindustri Hulu dan Hilir dalam Perekonomian Dan Distribusi Pendapatan Di Indonesia. *Jurnal Manajemen Agribisnis*. 14(2), Juli 2017. DOI : 10.17358/JMA.14.2.127
- Sallaw, W. & Ahmed, O., 2020. The Socio-Economic Assessment To Evaluate The Potentiality of Developing The Rural Community in Upper Egypt. *International Journal of Food and Agricultural Economics (IJFAEC)*. 8(2) April DOI : 10.22004/ag. Econ. 303555
- Santoso, H., Rahman, .H. & Shanty, L.S., 2010. Potensi Agroindustri Berdasarkan Kinerja Usaha dan Strategi Pengembangannya. *Jurnal Agrise*, 10 (3) Agustus, 177-190
- Saputri, A.D., Sri, M. & Nuning, S., 2016. Analisis Potensi dan Strategi Pengembangan Agroindustri Unggulan Di Kabupaten Wonosobo. *J. Agrista*. 4 (3) : 515-524
- Soekartawi. (2000). Pengantar Agroindustri. PT Raja Grafindo, Jakarta
- Setyowati, N., 2012. Analisis Potensi Agroindustri Olahan Singkong Di Kabupaten Bojonegoro. *Jurnal Inovasi dan Kewirausahaan*, 1 (3) September, 179-185
- Sumekar, W., Isbandi, Atmomarsono, U. & Susilowati, I., 2013. Business performance of duck farmer in Brebes Regency. *J. The Indonesian Tropical Animal Agric.*, 38 (3) : 171-175
- Sumekar, W. & Ahmad, N.A., 2020. Study in Agroindustry of Salted Egg : Length of Salting Process and Marketing Reach Aspects. *Journal of Applied Food Technology*. 7 (1), 22-25
- Udayana, I G.B., 2011. Peran Agroindustri Dalam Pembangunan pertanian. *J. Singhadwala*. 44, 3-8
- Zakariah, M.A., Muhammad, Z.& Abdul, H.N.Z., 2019. Sistem Pertanian terpadu pangan, Pakan, Pupuk dan Biogas di Kabupaten Kolaka dan Kabupaten Kolaka Timur. *Jurnal At-Taghyir*. 2 (1) Desember, 30-45