

Judul

TEKNOLOGI PENGOMPOSAN LIMBAH MAKANAN

Penulis

Dr. Badrus Zaman, ST, MT

Mochamad Arief Budihardjo S.T, M.Eng, Ph.D

Purwono, S.Si, M.Si

Dibiayai oleh:

Direktorat Ristek dan Pengabdian Masyarakat

Dirktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan

Kementerian Riset dan Teknologi/Badan Riset dan Inovasi Nasional

sesuai dengan Kontrak Penelitian Tahun Anggaran 2020

Teknologi Pengomposan Limbah Makanan

Editor:

Dr. Badrus Zaman, ST, MT

Mochamad Arief Budihardjo, M.Eng, Ph.D

Purwono, S.Si, M.Si

Layouter:

SDP

Cover Design:

CV Elmaterra Publishing

Dibiayai oleh:

Direktorat Ristek dan Pengabdian Masyarakat

Dirktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan

Kementerian Riset dan Teknologi/Badan Riset dan Inovasi Nasional sesuai dengan
Kontrak Penelitian Tahun Anggaran 2020

Bekerja Sama

Penerbit Elmaterra (Anggota IKAPI)

Jl. Waru 73 kav 3 Sambilegi baru, Maguwoharjo, Yogyakarta.

Telp. 0274-4332287/WA 085293437797

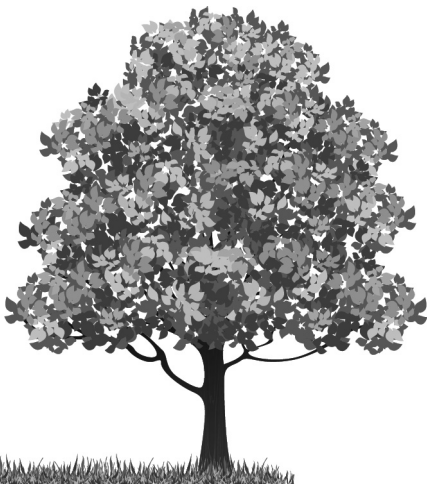
E-mail: penerbitelmaterra@yahoo.co.id

ISBN: 978-623-223-123-8

Cetakan Pertama:

Agustus 2020, 62 /15,6 x 23,4 cm

@ Hak cipta dilindungi undang-undang
All Rights Reserved



Kata Pengantar

Masalah lingkungan telah menjadi perhatian global selama bertahun-tahun. Mendaur ulang limbah organik dari sumbernya merupakan solusi terbaik dari pada mengangkutnya ke tempat pemrosesan sampah akhir (TPA). Kompos, produk akhir dari limbah makanan memberikan manfaat yang besar bagi kelangsungan ekosistem di bumi ini. Menurut penulis, tidak ada yang sulit atau misterius tentang teknologi pengomposan limbah makanan. Buku ini memandu penulis *step by step* untuk membantu proses pengomposan limbah makanan supaya pembaca produktif dan bisa mengatasi masalah limbah makanan dari sumbernya.

Buku teknologi pengomposan limbah makanan merupakan salah satu output hasil penelitian yang didanai oleh Direktorat Ristek dan Pengabdian Masyarakat Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Riset dan Teknologi/Badan Riset dan Inovasi Nasional sesuai dengan Kontrak Penelitian Tahun Anggaran 2020.

Kami menyadari sepenuhnya bahwa buku ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu kami terbuka terhadap berbagai saran dari semua pihak agar kualitas buku ini terus meningkat. Semoga buku ini dapat memberikan sumbangsih bagi kelestarian alam di muka bumi ini.

Penulis





Daftar Isi

Kata Pengantar.....	3
Daftar Isi.....	5
Daftar Gambar.....	6
Daftar Tabel.....	7
Apa Itu Kompos?.....	8
Apa Yang Dapat Dikomposkan?	9
Limbah Makanan Sebagai Kompos	12
Sumber Limbah Makanan	18
Mengapa Kompos Limbah Makanan?	19
Manfaat Kompos Bagi Lingkungan, Pertanian, Dan Industri Pangan	22
Bagaimana Saya Berpartisipasi Dalam Program Kompos Limbah Makanan?.....	25
Siapa Yang Mengelola Limbah Makanan Untuk Pengomposan Dan Siapa Yang Dapat Saya Hubungi?	26
Fase Dan Jenis Proses Pengomposan	27
Metode Pengomposan	32
Apa Yang Harus Saya Ketahui Untuk Membuat Dan Memantau Kompos Limbah Makanan?.....	39
Kapan Kompos Matang?	43



Teknik Pengomposan Untuk Menghasilkan Kompos Berkualitas	45
Berbagai Penggunaan, Aplikasi Dan Potensi Pasar Untuk Kompos Matang.....	47
Peran Pengomposan Di Masa Yang Akan Datang	49
Standar Kualitas Kompos	50
31 Cara Praktis Mengurangi Limbah Makanan Selain Pengomposan	52
Referensi	59

Daftar Gambar

Gambar 1	<i>Food lose</i> dan limbah makanan di Indonesia, Saudi Arabia, Amerika Serikat, dan uni eropa.....	14
Gambar 2	Sumber food lose di Indonesia dan prediksi BPS tahun 2020, sampah rumah tangga dari 384 kota di Indonesia mencapai sekitar 80.235 ton/hari.	15
Gambar 3	Sumber pemborosan pangan dan sumber dampak lingkungan dalam siklus hidup pangan.....	19
Gambar 4	Karakteristik sampah perkotaan di Amerika Serikat.	20
Gambar 5	Siklus nitrogen dan karbon pada dekomposisi aerobik	29
Gambar 6	Siklus Nitrogen dan Karbon pada Dekomposisi Anaerobik.....	31
Gambar 7	Komposter rotary kiln yang terdiri dari: (1). Sprayer; (2) komposter dengan bahan polietilene; (3) penyangga; (4) pintu keluar produk; (5). Motor penggerak dan <i>air supplayer</i> ; (6) AS rotary kiln.	34



Gambar 8	Pengomposan pasif atau tumpukan	35
Gambar 9	<i>Aeratic Static Piles</i>	35
Gambar 10	Windrows composting	36
Gambar 11 (a)	<i>Bins</i>	37
Gambar 11 (b)	<i>Bins</i>	38
Gambar 12	Sistem <i>In-Vessel</i>	38
Gambar 13	Tes genggam untuk mengontrol kelembaban kompos selama proses pengomposan. Terlalu basah (a), Optimal (b), Terlalu kering (c).....	41
Gambar 14	Suhu pada Proses Pengomposan	42
Gambar 15	Siklus Pengomposan.....	43
Gambar 16	Struktur Kompos. Berserat (a), Gembur (b)	44

Daftar Tabel

Tabel 1	Bahan yang dapat dikomposkan skala rumah tangga dan industry ditunjukkan	11
Tabel 2	Rasio C/N Bahan Organik.....	40
Tabel 3	Standar Kualitas Kompos	50





Apa Itu Kompos?

Kompos adalah hasil penguraian parsial/tidak lengkap dari campuran bahan-bahan organik yang dapat dipercepat secara artifisial oleh populasi berbagai macam mikroba dalam kondisi lingkungan yang hangat, lembap, dan aerobik atau anaerobic (Tchobanoglous & Kreith, 2002).

Pengomposan adalah proses alami penguraian dan dekomposisi bahan organik menjadi tanah yang kaya akan humus yang dikenal sebagai kompos. Bahan organik dapat berupa limbah makanan yang mudah diurai menjadi kompos berkualitas tinggi (Mark & Britt, 2009).

Proses pengomposan yang paling baik adalah dengan melakukan kombinasi bahan yang tepat untuk kondisi terbaik mikroorganisme dan invertebrata tanah dalam melakukan dekomposisi (Cromell, 2010).

Proses pengomposan adalah proses yang sama dengan dekomposisi daun dan bahan organik lainnya di alam. Pengomposan hanya mengendalikan kondisi sehingga bahan terurai lebih cepat. Kompos memiliki manfaat meliputi penanganan pupuk kandang, peningkatan kesuburan dan pengurangan risiko terhadap pencemaran lingkungan. Proses pengomposan dapat menghasilkan panas, mengurangi kelembaban serta membunuh patogen dan benih gulma. Kompos yang sudah matang tidak memiliki bau busuk, dan dapat disimpan dalam waktu yang lama. Kompos memiliki beragam kegunaan dan dapat menjadi produk yang memiliki nilai jual. Oleh karena itu, petani, penghasil limbah, masyarakat, dan pecinta lingkungan melakukan pengelolaan pengomposan (Rynk, 1992).



Pengomposan merupakan salah satu strategi pengelolaan limbah padat terpadu yang dapat diterapkan pada limbah padat perkotaan/ Municipal Solid Waste (MSW), limbah daun, dan limbah makanan yang dikumpulkan secara terpisah. Fungsi dasar pengomposan terdiri dari 4 (empat) tahap yaitu:

1. Persiapan
2. Dekomposisi
3. *Postprocessing*
4. Pemasaran

Proses pengomposan limbah padat dapat mengurangi volume sampah hingga 50 persen dengan melepaskan gas CO₂ dan air. Pengomposan memecah jaringan tanaman dan hewan yang mudah rusak (*biodegradable*), namun tidak signifikan mendegradasi senyawa organik yang sulit terurai (seperti kayu, kulit, polimer) atau anorganik (kotoran, kaca, keramik, dan logam) (Tchobanoglous & Kreith, 2002).



Apa Yang Dapat Dikomposkan?

Pengomposan adalah proses biologis di mana mikroorganisme mengubah bahan organik seperti kotoran, lumpur, daun, kertas, dan limbah makanan menjadi bahan yang disebut kompos (Rynk, 1992). Jika suatu produk dapat dibuat kompos, artinya produk tersebut mampu memecah dan melepaskan unsur hara yang berharga ke dalam tanah sehingga tanaman dapat tumbuh. Namun, agar hal ini dapat terjadi, produk yang dapat dibuat kompos ini harus dalam pengaturan



yang tepat dan kondisi yang tepat. Ada dua pengaturan utama yang dapat diuraikan bahan kompos yaitu di tempat sampah skala rumah tangga atau di fasilitas industri. Pengomposan skala rumah tangga berarti bahan-bahan tersebut dapat ditempatkan di tempat sampah rumahan supaya terurai menjadi tanah yang kaya nutrisi dalam jangka waktu tertentu. Sedangkan pengomposan skala industri hanya dapat terurai di fasilitas kompos industri. Ini karena produk membutuhkan suhu tinggi (55-60 °C) untuk terurai.

Bahan-bahan yang dapat dikomposkan antara lain buah-buahan, sayuran, susu, biji-bijian, roti, kertas tisu, filter kopi, kulit telur, daging, dan koran dapat dibuat menjadi kompos. Bahan yang dapat dikonsumsi atau ditanam diladang atau kebun juga bisa dibuat menjadi kompos. Bahan-bahan yang tidak dapat dijadikan kompos diantaranya plastik, minyak, gelas, logam, *silverware*, sedotan plastik, botol, *polystyrene* atau bahan kimia. Bahan-bahan seperti daging, tulang, dan sejumlah kecil kertas dapat dijadikan kompos, namun membutuhkan waktu lebih lama untuk bisa terurai. Daging dan tulang yang dijadikan bahan kompos harus diperhatikan agar tidak menimbulkan kutu, hama, dan serangga dalam proses pengomposan (Mark & Britt, 2009).

Kotoran kucing, ayam, atau burung peliharaan tidak disarankan sebagai bahan kompos karena memungkinkan mengandung patogen yang dapat ditularkan ke manusia. Bahan organik sebagai bahan kompos yang memiliki kandungan tinggi karbon ditandai dengan warna coklat, dan bahan kompos yang tinggi nitrogen ditandai warna hijau pada bahan tersebut. Sumber karbon untuk pengomposan meliputi daun kering, tanaman kayu, jerami, kertas, kardus, dan serbuk gergaji. Rumput, dedaunan tanaman, buah, sayuran, bubuk kopi, kantong teh dan kotoran merupakan sumber nitrogen. Saat mencampur bahan untuk pengomposan, dapat dilakukan dengan menggabungkan sekitar tiga bagian coklat dengan satu bagian hijau



(Cromell, 2010). Contoh bahan yang dapat dikomposkan skala rumah tangga dan industry ditunjukkan pada table 1.

Tabel 1.
Bahan yang dapat dikomposkan
skala rumah tangga dan industry ditunjukkan

Jenis bahan	Skala rumah tangga	Skala industri
Pati	√	√
Sisa makanan	√	√
Dedaunan	√	√
Kertas dan karton	√	√
Kertas daur ulang	√	√
Serat sawit	√	√
Serat bambu	√	√
Pati Jagung (Amilosa Tinggi)	√	√
Polihidroksialkanoat (PHA)	√	x
Polyhydroxybutyrate (PHB)	√	x
Plastic Polyethylene Terephthalate (PET)	x	x
Plastic High-Density Polyethylene (HDPE)	x	x
Polivinil Klorida (PVC)	x	x
Plastic Polietilen Densitas Rendah (LDPE)	x	x
Polypropylene (PP)	x	x
Polystyrene (PS)	x	x
Aluminium	x	x
Baja	x	x



Kaca	x	x
Polylactic Acid (PLA)	x	x
Polyethylene	x	x
Bio-PET	x	x
Kayu	x	x

Sumber: <https://crawfordpackaging.com/ecocorner/compostable-packaging-101>



Limbah Makanan Sebagai Kompos

Produk makanan yang jatuh, membusuk, memar, atau dihancurkan disebut limbah makanan (Banu et al., 2020). Menurut harian Tempo (2019), limbah makanan telah menjadi salah satu masalah besar di dunia. Setidaknya sebanyak 1,3 miliar ton sisa makanan dibuang setiap tahunnya. Padahal, limbah makanan ini bisa berdampak buruk bagi lingkungan dan makhluk hidup (Siyahailatua, 2019). Oleh sebab itu, limbah makanan dan limbah pasar semakin menarik perhatian pemerintah daerah, nasional, organisasi internasional, Lembaga Swadaya Masyarakat (LSM), serta akademisi dari berbagai bidang disiplin ilmu. Meningkatnya kekhawatiran tentang ketahanan pangan dan dampak lingkungan, seperti penipisan sumber daya dan emisi gas rumah kaca (*green house gas*) yang disebabkan oleh limbah makanan dan limbah pasar, telah meningkatkan perhatian terhadap topik tersebut. Sementara itu, rumah tangga merupakan sumber utama yang menghasilkan limbah makanan (Schanes et al., 2018). Mengingat

banyaknya jumlah limbah makanan yang terjadi pada tingkat rumah tangga, pencegahan limbah makanan pada tahap awal merupakan tahap paling penting untuk atasi (Parfitt et al., 2010).

Limbah makanan didefinisikan sebagai produk sampingan atau limbah yang berasal dari rumah tangga, kantin, hotel, restoran, jasa katering, dan industri berbasis makanan. Limbah makanan dianggap nonproduk yang nilai ekonominya lebih rendah dari pada biaya pengumpulan dan pengambilan, oleh sebab itu dibuang sebagai limbah. Sebanyak 38% limbah makanan dihasilkan dari sector manufaktur dan 42% dari sektor rumah tangga. Secara umum, limbah makanan rumah tangga yang dihasilkan oleh orang-orang di rumahnya menandakan adanya masalah limbah yang serius.

Istilah “*food lose*/kehilangan makanan” didefinisikan sebagai makanan yang secara tidak sengaja memburuk, baik secara kualitatif maupun kuantitatif karena makanan tumpah, rusak, dan/atau layu. Kehilangan makanan juga disebabkan oleh industri pada tahap pembuatan, penyimpanan, penanganan, dan sirkulasi makanan. *Food Loss* itu sendiri adalah bahan pangan seperti sayuran, buah-buahan atau makanan yang masih mentah namun bisa dimanfaatkan untuk cadangan pangan apabila bahan utama dari panganan tersebut telah terpakai. *Food Loss* sendiri seperti banyak kasus yang terjadi di Indonesia bahwa makanan yang beredar di pasar yang tidak laku dipasaran dan telah lama berada di gudang maka lama kelamaan akan basi, berjamur, ataupun mengandung belatung dan bau busuk. *Food lose* dan limbah makanan di Indonesia, Saudi Arabia, Amerika Serikat, dan uni eropa ditunjukkan pada gambar 1. Limbah makanan dapat dibuang ke tempat pemrosesan akhir sampah (TPA), dikelola secara anaerobik (*Anaerob Digestion*), dibakar untuk produksi bioenergi, dibuang ke drainase, dibuang ke tempat pembuangan sementara, atau dibuang ke badan air (Banu et al., 2020).



Food Loss and Waste



Largest food wasters
(per person per year)



Saudi Arabia
427kg



Indonesia
300kg



US
277kg



UAE
196kg

Methane from food in landfills is
21 times more damaging
than CO₂

Reducing US food waste by 20% over 10 years would cut
18 million tons
of greenhouse gases annually

In **rich countries**, consumers waste most food



In **developing countries**, food losses occur before reaching the consumer



One third of the world's food,
1.3 billion tonnes
is lost or wasted at a cost of
\$750 billion
every year



Meanwhile,
795 million people
are going hungry



The carbon footprint of food waste accounts for about
3.3 giga-tonnes
of greenhouse gas emissions,
which is equivalent to one third of
annual emissions from fossil fuels



If **one quarter** of
the food currently lost
or wasted were saved,
it would be enough to
feed the world's hungry

Top 3 / Lowest 3 Performers
in reducing food loss & waste

TOP PERFORMERS
1. France
2. Australia
3. South Africa

LOWEST PERFORMERS
23. United Arab Emirates
24. Indonesia
25. Saudi Arabia

Responses

BEST BEFORE



Clearer expiration
date labels



Donations from
food retailers



Consumer
education



Reduction of
food losses

Data from the Food Sustainability Index and Index sources

Developed by



Gambar 1. *Food lose* dan limbah makanan di Indonesia, Saudi Arabia, Amerika Serikat, dan uni eropa

Sumber <https://www.kompasiana.com/robbyfirlyyassindra/5dac81010d82305e777413c2/food-loss-dan-food-waste?page=all>

Kehilangan makanan dapat terjadi selama tahap pembuatan, pengemasan, penanganan, distribusi, dan pemasaran. Sisa makanan termasuk produk yang tidak dapat dimakan dan sebagian tidak



diinginkan seperti kulit, batang, dan daun. Selain itu, sisa-sisa di restoran, hostel, kafe, dan beberapa fasilitas makanan yang tidak dapat dimanfaatkan untuk kegiatan social. Limbah makanan yang dihasilkan dalam tahap persiapan dan pemrosesan biasanya dimanfaatkan kembali oleh manusia untuk digunakan sebagai pakan ternak. Limbah makanan yang berasal dari hewan meliputi seluruh organ atau bagian tubuh hewan. Limbah makanan yang memiliki nilai atau masih bermanfaat sebaiknya digunakan kembali. Sumber food lose di Indonesia dan prediksi BPS tahun 2020, sampah rumah tangga dari 384 kota di Indonesia mencapai sekitar 80.235 ton/hari ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Sumber food lose di Indonesia dan prediksi BPS tahun 2020, sampah rumah tangga dari 384 kota di Indonesia mencapai sekitar 80.235 ton/hari.

Sumber <https://sea.hivos.org/news/food-waste-our-contribution-to-climate-change/>



Limbah makanan dikategorikan menjadi tiga kelompok yaitu:

1. Kehilangan pangan: bahan pangan yang hilang pada tahap produksi;
2. Limbah makanan yang tak terelakkan: bahan makanan yang hilang pada tahap konsumsi (misalnya Kulit pisang, inti buah);
3. Limbah makanan yang tidak perlu: bahan makanan yang tidak dikonsumsi, tetapi hilang pada tahap konsumsi.

Limbah makanan dapat berupa daging, ikan, sisa makanan yang dimasak, roti berjamur, sisa-sisa tulang, kue, makanan kadaluwarsa, susu, buah-buahan dan sayuran (Oktiawan et al., 2018). Limbah makanan terutama terdiri dari karbohidrat, protein, lipid, dan senyawa anorganik. Komposisi limbah makanan bervariasi tergantung dari jenis atau komponen limbah makanan. Limbah makanan nasi dan sayuran mengandung banyak karbohidrat sedangkan limbah makanan daging dan telur mengandung protein dan lemak yang tinggi (Paritosh et al., 2017).

Limbah makanan dapat berasal dari konsumen, di mana merupakan bagian dari makanan dan minuman yang dapat dikonsumsi yang berasal dari produk atau makanan yang diperoleh, namun akhirnya tidak dikonsumsi atau dibuang. Limbah makanan berasal dari limbah makanan konsumen lingkup dalam rumah maupun luar rumah. Limbah makanan konsumen dalam rumah merupakan limbah makanan dari makanan dan minuman yang disiapkan untuk konsumsi dalam rumah, sehingga konsumen yang memiliki kendali dalam proses penyediaan makanan. Limbah makanan konsumen di luar rumah merupakan limbah makanan dari konsumen yang memperoleh produk makanan dan minuman yang disiapkan oleh layanan penyedia makanan, seperti restoran, bar, kantin, dan juga lembaga seperti panti jompo dan penjara (Van Geffen et al., 2016).

Limbah makanan memiliki karakteristik yakni kadar air tinggi dan struktur fisik yang rendah, sehingga penting untuk mencampurkan



limbah makanan dengan *bulking agent* yang akan menyerap sebagian kelebihan air serta menambahkan struktur ke dalam campuran kompos limbah makanan. *Bulking agent* yang memiliki rasio C:N tinggi seperti serbuk gergaji dan lsampah dedaunan yang berasal dari halaman rumah merupakan *bulking agent* yang baik. Limbah makanan mudah menghasilkan bau (terutama amonia) dan sejumlah besar lindi selama pengomposan.

Proses pengomposan secara aerobik dapat mencegah timbulnya bau pada kompos. Lindi yang dihasilkan dapat berkurang melalui proses aerasi dan penambahan *bulking agent* dengan karbon tinggi. Proses pengomposan yang menghasilkan bau dan lindi merupakan hal yang normal. Lindi yang dihasilkan kompos dapat digunakan kembali sebagai kompos cair (Mark & Britt, 2009).

Sumber limbah organik lainnya berasal dari limbah pasar. Sebagai contoh wilayah Kabupaten Klaten setidaknya memiliki lebih dari 80 pasar tradisional milik desa dan pemerintah daerah yang tersebar di sejumlah lokasi. Karena jumlah pasarnya banyak dan pedagang juga banyak, persoalan yang muncul adalah sampah terutama sampah organik. Sekitar 60% sampah dihasilkan dari pedagang dan 40% dari warga di sekitar pasar (Masal, 2019). Ketika limbah pasar dan rumah tangga masuk ke tempat pembuangan sampah sementara (TPS), maka akan terjadi pembusukan dan menghasilkan bau busuk yang pada akhirnya akan mendatangkan lalat. Limbah ini sangat berpotensi menghasilkan pencemar berupa lindi (*leachate*), bau dan polusi udara, *slurry* – mencegah aliran udara sehingga limbah cepat berubah menjadi anaerobik. Proses anaerobik melepaskan bau busuk yang menusuk yang disebabkan gas H_2S , NH_3 dan senyawa volatil lainnya (Bindra et al., 2015), dan lindi (*leachate*) yang berasal dari proses pembusukan, struktur / serat limbah makanan melemah (Callaghan, 2012).





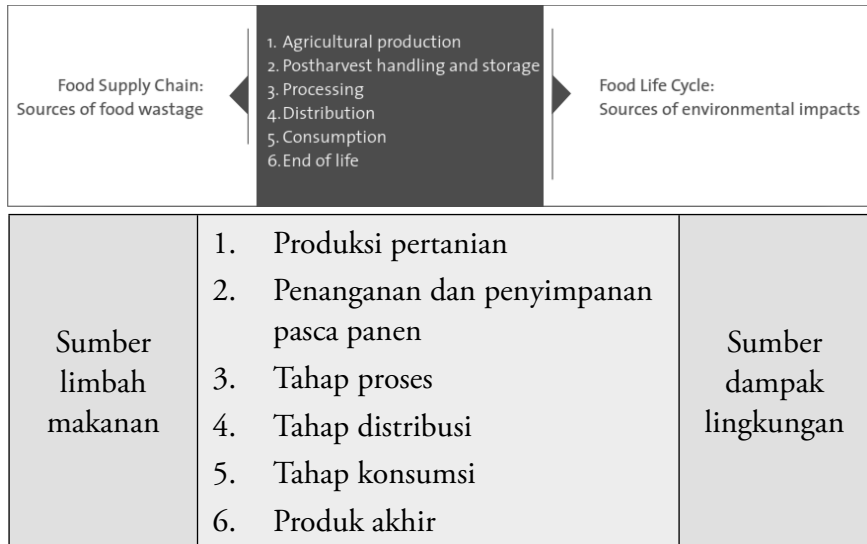
Sumber Limbah Makanan

Limah makanan dapat dikategorikan menjadi 2 macam, yakni limbah makanan *pre consumer* (*kitchen waste*) dan *post consumer* (*plate waste*). Limbah makanan *pre consumer* diakibatkan oleh kelebihan produksi, pembusukan bahan, kedaluwarsa, dan lain lain. Limbah makanan *post consumer* dipengaruhi oleh perilaku, ukuran porsi, *self service* pada konsumen, dan lain-lain. Limbah makanan *pre consumer* dikendalikan oleh staf dapur sedangkan limbah *post consumer* dikendalikan oleh konsumen (Shakman, 2012).

Limah makanan *pre consumer* (sebelum proses penyajian) merupakan bahan yang paling mudah untuk dijadikan kompos. Limbah tersebut berasal dari bahan baku makanan yang kualitasnya tidak cukup baik dan tidak diberikan ke konsumen. Limbah makanan ini umumnya dipilah dengan limbah lain yang dihasilkan, sehingga tidak diperlukan perlakuan kembali untuk menghilangkan kontaminan limbah lain dari kompos saat proses pengomposan. Sementara itu, limbah makanan *post-consumer* lebih sulit dalam pemilahannya. Limbah makanan yang disisakan oleh konsumen, biasanya akan dicampur dengan limbah lain. Oleh karena itu, perlu adanya tempat sampah khusus sebagai tempat limbah makanan.

Staf dapur maupun konsumen dapat memisahkan limbah makanan dari limbah lain tergantung pada kemungkinan pengerjaan, fleksibilitas, volume, tenaga kerja, ruang udara, dan sikap bisnis atau institusi. Hal tersebut dapat dilakukan pemilik bisnis sebagai metode untuk menunjukkan sikap proaktif terhadap kebijakan lingkungan. Untuk beberapa kondisi, pembuatan kompos dapat dijadikan sebagai alat pendidikan atau metode untuk menunjukkan sikap proaktif

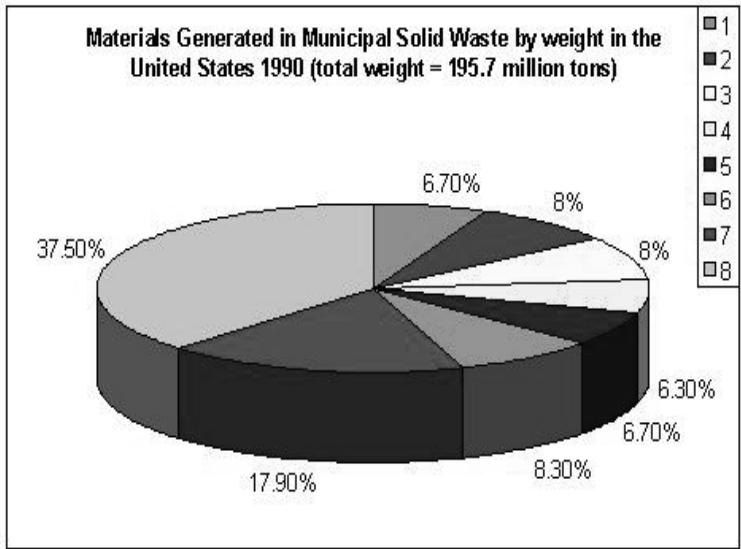
terhadap kebijakan lingkungan (Mark & Britt, 2009). Sumber pemborosan pangan dan sumber dampak lingkungan dalam siklus hidup pangan ditunjukkan pada gambar 3.




Mengapa Kompos Limbah Makanan?

Indonesia menempati peringkat kedua negara dengan angka *food loss* dan *food waste* tertinggi di Dunia dengan jumlah total 300 kg/orang/tahun (FirlyYassindra, 2019). Posisi pertama Dunia yaitu Saudi arabia dengan jumlah *food loss* dan *food waste* sebesar 427 kg/orang/tahun. Sebagai contoh komposisi limbah perkotaan di Amerika Serikat ditunjukkan pada gambar 2.





Gambar 4. Karakteristik sampah perkotaan di Amerika Serikat
Sumber : Mark & Britt, 2009

Kaca	13,2 juta ton
Logam	16,2 juta ton
Plastik	16,2 juta ton
Kayu	12,3 juta ton
Makanan	13,2 juta ton
Lain	16,3 juta ton
Limbah pemangkasan halaman	35,0 juta ton
Kertas dan kertas karton	73,3 juta ton

Sumber : EPA - Summary of Markets for Compost dalam Mark & Britt, 2009

Limbah makanan yang tidak dikomposkan umumnya langsung diangkut ke TPA. Studi kasus di Georgia menunjukkan 51% TPA di Georgia dalam fase penutupan atau akan ditutup dalam 5 tahun, dan 62% akan ditutup dalam waktu kurang dari 10 tahun. Rata-rata biaya operasional TPA di Georgia antara \$30 hingga \$40 per ton. Ketika penampungan sampah TPA telah terisi penuh dan ditutup



pada tingkat yang mengkhawatirkan, pembuangan limbah dan biaya operasional untuk bisnis dan institusi yang menghasilkan limbah akan terus meningkat. Pada satu waktu, bahan organik di TPA dapat bereaksi dengan bahan lain dan membuat lindi beracun. Limbah makanan yang ditempatkan di TPA yang kedap udara akan menghentikan siklus dekomposisi alami bumi. Siklus ini memainkan peran penting dalam terjaganya lingkungan. Lebih dari 13 juta ton limbah makanan yang dihasilkan pada tahun 1990 menyumbang 9% dari limbah padat kota di Amerika Serikat. Prosentase ini bisa jauh lebih tinggi untuk daerah-daerah padat wisatawan. Lebih dari 72 persen dari semua bahan yang masuk ke TPA dapat dikurangi melalui pengomposan (Mark & Britt, 2009).

Secara global, jumlah timbulan sampah makanan sangat besar yaitu sekitar 1,3 giga ton sampah makanan pertahun atau sepertiga dari jumlah bahan makanan yang diproduksi (FAO, 2011). Di Benua Eropa, menurut laporan dari *European Commision* (2011), jumlah limbah makanan yang dihasilkan adalah 89 juta ton pertahun dengan rata-rata produksi limbah makanan perorang 180 kg pertahun. Diperkirakan, seperempat dari makanan yang dibeli di level rumah tangga terbuang menjadi sampah. Kontribusi sektor rumah tangga dalam menghasilkan limbah makanan adalah 42% dari total timbulan limbah makanan. Khusus dari sektor rumah tangga, laju produksi limbah makanan perkapita adalah 79 kg/tahun (Wahyono, 2019).

Data timbulan limbah makanan di Indonesia saat ini belum diketahui secara pasti. Jika diasumsikan penduduk Indonesia saat ini berjumlah 250 juta, dengan produksi limbah perorang 0,7 kg/hari (atau 102,2 kg/tahun), maka jumlah produksi limbah Indonesia pertahunnya adalah 63,9 juta ton. Dan apabila diasumsikan komposisi sampah makanannya 40%, maka jumlah timbulan limbah makanan pertahunnya adalah 25,5 juta ton (Wahyono, 2019).

Data dari *Food and agricultural Organization* (FAO) menunjukkan bahwa untuk memproduksi 1.3 milyar ton makanan yang terbuang,



maka dibutuhkan volume air sebanyak 250 km³ per tahun atau sama dengan volume air danau toba. Selain itu, untuk memproduksi jumlah makanan yang terbuang ini, diperlukan 1.4 milyar hektar lahan pertanian (28% lahan pertanian dunia). Luas ini sama dengan 1.5 kali dataran China (Food and Agriculture Organization, 2013)

Pengomposan merupakan solusi untuk mengatasi limbah padat, kualitas air, dan masalah pertanian. Diharapkan semakin banyak komunitas, bisnis, institusi, dan individu beralih ke pengomposan dalam mengelola limbah padat sehingga mengurangi limbah yang masuk TPA dan menurunkan biaya pengelolaan limbah. Pengomposan merupakan cara untuk mengurangi jumlah limbah yang masuk ke fasilitas pembuangan dan bermanfaat bagi lingkungan termasuk pengurangan polusi air, serta memiliki manfaat dari segi ekonomi bagi petani, tukang kebun, dan penata taman (Mark & Britt, 2009).



Manfaat Kompos Bagi Lingkungan, Pertanian, Dan Industri Pangan

Kompos memiliki berbagai manfaat baik bagi lingkungan, pertanian, dan industri pangan. Berikut ini manfaat kompos bagi lingkungan, pertanian, maupun industri makanan (Mark & Britt, 2009) :

1. Bagi Lingkungan Hidup
 - Konservasi air dan tanah.
 - Melindungi kualitas air tanah.



- Meminimalkan bau dari area pertanian.
- Mencegah produksi metana dan pembentukan lindi di *landfill* dengan menjadikan limbah organik menjadi kompos.
- Mencegah erosi dan kehilangan tanah berumput di pinggir jalan, lereng bukit, lapangan bermain dan lapangan golf.
- Mengurangi secara drastis kebutuhan pestisida dan pupuk.
- Mengikat logam berat dan mencegahnya mencemari sumber daya air, diserap oleh tanaman, atau masuk ke dalam tubuh manusia.
- Limbah hasil pertanian dapat digunakan dan ditambahkan ke pupuk kandang untuk dijadikan kompos.
- Sebagai upaya reboisasi, restorasi lahan basah, dan upaya revitalisasi habitat satwa liar dengan mengubah tanah yang terkontaminasi, dipadatkan, dan menjadi tanah marginal.
- Sumber bahan organik stabil dalam jangka panjang.
- Buffer tingkat pH tanah.

2. Bagi Pertanian

- Menambahkan bahan organik, humus dan kapasitas pertukaran kation untuk meregenerasi tanah yang tidak subur.
- Menekan penyakit dan parasit pada tanaman tertentu serta membunuh benih gulma.
- Meningkatkan panen dan ukuran beberapa tanaman.
- Meningkatkan panjang dan konsentrasi akar beberapa tanaman.
- Meningkatkan kandungan hara tanah dan kapasitas penampung air pada tanah berpasir dan infiltrasi air pada tanah liat.
- Mengurangi kebutuhan pupuk.



- Mengembalikan struktur tanah akibat mikroorganisme tanah alami yang berkurang dengan penggunaan pupuk kimia; kompos adalah inokulan tanah.
- Meningkatkan populasi cacing tanah di tanah.
- Memberikan nutrisi yang lambat dan bertahap, menurunkan kerugian dari tanah yang terkontaminasi.
- Mengurangi kebutuhan air dan irigasi.
- Memberikan peluang penghasilan tambahan, kompos berkualitas tinggi dapat dijual dengan harga tinggi di pasaran.
- Memberikan nilai jual yang lebih tinggi pada tanaman karena ditanam secara organik.
- Mengurangi bau dari area pertanian.

3. Bagi Industri Makanan

- Mengurangi biaya pembuangan limbah padat.
- Mengakhiri pemborosan bahan baku untuk didaur ulang dalam jumlah besar.
- Mengedukasi konsumen tentang manfaat pengomposan limbah makanan.
- Meningkatkan citra sebagai industri ramah lingkungan.
- Meningkatkan citra sebagai industri yang peduli terhadap petani lokal dan masyarakat.
- Membantu menutup lingkaran limbah makanan dengan menyalurkannya ke pertanian.
- Mengurangi kebutuhan lahan TPA.





Bagaimana Saya Berpartisipasi Dalam Program Kompos Limbah Makanan?

Bisnis dan institusi pelayanan makanan memiliki beberapa pilihan dalam pengelolaan limbah makanan tergantung pada kondisi yang ada. Apabila terdapat lahan, perusahaan dapat membuat kompos limbah makanan dengan pengolahan di sumber atau menggunakan bak penampungan sampah. Apabila lahan yang tersedia minim serta bentuk, bau, dan lindi dari kompos mengganggu, pengomposan dapat dilakukan di wadah tertutup atau wadah dengan aerasi meskipun membutuhkan upaya lebih. Kompos matang dapat dijual untuk menambah pendapatan atau digunakan secara internal untuk menyuburkan tanaman dan mengurangi biaya dalam menjaga fungsi taman dan tanah. Pilihan terbaik adalah dengan menyalurkan limbah makanan ke pengelola kompos atau petani setempat.

Petani dapat melakukan pengomposan limbah makanan dengan menggunakan limbah sisa dapur rumah tangga. Dalam skala yang lebih besar, petani dapat membuat kompos limbah makanan dengan bahan atau material kompos dari institusi dan bisnis penyedia makanan yang menyalurkan limbah makanan ke petani. Beberapa kondisi mungkin membayar petani untuk mengambil limbah makanan atau membuangnya ke tempat pembuangan. Petani dapat melakukan pengomposan sesuai skala yang paling sesuai dengan sistem pertanian mereka. Selain penggunaan internal, petani juga dapat menjual kompos dengan tingginya limbah makanan yang digunakan.



Selain itu, kotoran ternak, residu tanaman, dan limbah pertanian organik lainnya juga dapat dijadikan sebagai bahan kompos (Mark & Britt, 2009).



Siapa Yang Mengelola Limbah Makanan Untuk Pengomposan Dan Siapa Yang Dapat Saya Hubungi?

- Petani lokal mungkin tertarik mengelola pengomposan limbah makanan
- Tukang kebun rumah mungkin memiliki kemampuan untuk melakukan pengomposan limbah makanan
- Pembibit lokal mungkin tertarik untuk membuat kompos dari limbah makanan.
- Penata taman lokal mungkin tertarik untuk membuat kompos dari limbah makanan.
- Peternak mungkin ingin menggunakan limbah makanan yang dimasak sebagai pakan ternak atau sebagai suplemen pakan.
- Pemerintah atau lembaga daerah setempat untuk menghubungkan ke petani, pembibit, atau tukang kebun (Mark & Britt, 2009).





Fase Dan Jenis Proses Pengomposan

Menurut Tchobanoglous *et al.* (2002), proses pengomposan terdiri dari 3 fase yakni :

1. *Lag Phase* (fase lambat)

Fase lambat dimulai segera setelah kondisi pengomposan terbentuk yang menunjukkan periode adaptasi mikroorganisme dalam limbah. Mikroba mulai berkembang biak dengan menggunakan gula, pati, selulosa sederhana, dan asam amino yang ada dalam limbah atau bahan kompos.

2. *Active Phase* (fase aktif)

Transisi dari fase lambat ke fase aktif dapat diketahui dari peningkatan jumlah mikroba dan peningkatan aktivitas mikroba. Suhu puncak dapat mencapai 70°C atau lebih. Suhu puncak akan tetap berjalan selama pasokan nutrisi tersedia hingga bahan organik terdekomposisi. Durasi fase aktif dipengaruhi oleh substrat, kondisi lingkungan, maupun kondisi operasional dan dapat berlangsung dalam waktu singkat yakni 5 atau 6 hari atau selama 2 sampai 5 minggu.

3. *Maturation* atau *Curing Phase* (fase pematangan)

Apabila bahan organik yang mudah terurai habis, maka menunjukkan terjadinya fase pematangan. Pada fase pematangan, aktivitas mikroba akan menurun dan suhu juga mengalami penurunan menuju suhu lingkungan.

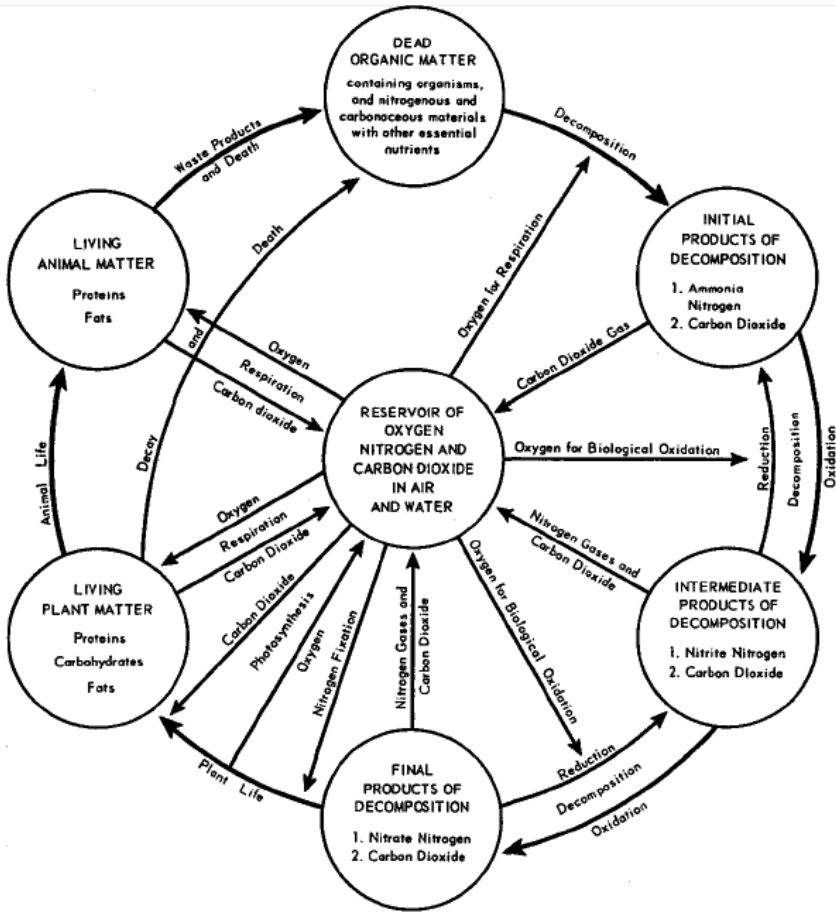


Berdasarkan proses dekomposisinya, pengomposan secara umum dapat dibagi menjadi 2 jenis yakni *aerobic composting* dan *anaerobic composting* (Misra et al., 2003). Meskipun proses pengomposan dapat bersifat aerob atau anaerob, ada beberapa bakteri tumbuh secara aerob fakultatif atau anaerob fakultatif, yakni mereka dapat tumbuh di bawah kondisi aerob atau anaerob tetapi dapat tumbuh lebih baik dalam satu kondisi (Harold B. Gotass, 1956).

1. *Aerobic Composting* (Pengomposan secara Aerobik)

Pengomposan secara aerobik terjadi dengan melibatkan oksigen. Dalam proses ini, mikroorganisme aerob memecah bahan organik dan menghasilkan karbon dioksida (CO₂), amonia, air, panas humus, dan produk akhir organik yang relatif stabil. Meskipun kompos aerobik dapat menghasilkan senyawa antara seperti asam organik, mikroorganisme aerobik akan mengurai senyawa tersebut. Panas yang dihasilkan proses pengomposan secara aerobik akan mempercepat pemecahan protein, lemak dan karbohidrat kompleks seperti selulosa dan hemi-selulosa. Oleh karena itu, waktu pemrosesan secara aerobik lebih pendek. Pengomposan secara aerob dengan suhu tinggi dapat menghancurkan mikroba patogen bagi tanaman dan yang dapat menular ke manusia serta benih gulma. Meskipun lebih banyak nutrisi yang hilang dari bahan dengan pengomposan aerobik, pengomposan secara aerobik dianggap lebih efisien dan bermanfaat daripada pengomposan anaerob untuk produksi pertanian (Misra et al., 2003).





Gambar 5. Siklus nitrogen dan karbon pada dekomposisi aerobik

Sumber : After Imhoff & Fair,³⁷ by kind permission of John Wiley & Sons, Inc., New York dalam Harold B. Gotass, 1956

Gambar 5 mengilustrasikan siklus karbon dan nitrogen dalam proses aerob. Ini adalah proses yang paling umum terjadi di alam dan merupakan proses yang terjadi di permukaan tanah, di mana limbah dari pohon dan hewan diubah menjadi humus atau tanah yang relatif stabil. Ketika oksigen cukup, proses akan berlangsung dengan baik. Sejumlah besar energi dilepaskan dalam bentuk panas dalam oksidasi karbon menjadi CO_2 . Jika bahan organik dalam tumpukan atau diatur untuk isolasi udara, suhu



bahan selama proses akan naik hingga lebih dari 70° C. Jika suhu melebihi 65°-70° C, aktivitas bakteri menurun dan stabilisasi melambat. Ketika suhu melebihi 45° C terjadi aktivitas organisme termofilik, organisme termofilik tumbuh dan berkembang pada kisaran suhu 45° -65° C, menggantikan bakteri mesofilik dalam menguraikan bahan organik. Hanya beberapa bakteri termofilik yang melakukan aktivitas di atas suhu 65°C. Oksidasi pada suhu termofilik berlangsung lebih cepat daripada pada suhu mesofilik sehingga waktu yang diperlukan untuk stabilisasi lebih singkat. Suhu tinggi akan menghancurkan bakteri dan protozoa, telur cacing, dan benih gulma yang dapat merusak tanaman atau pertanian ketika kompos digunakan pada tanah.

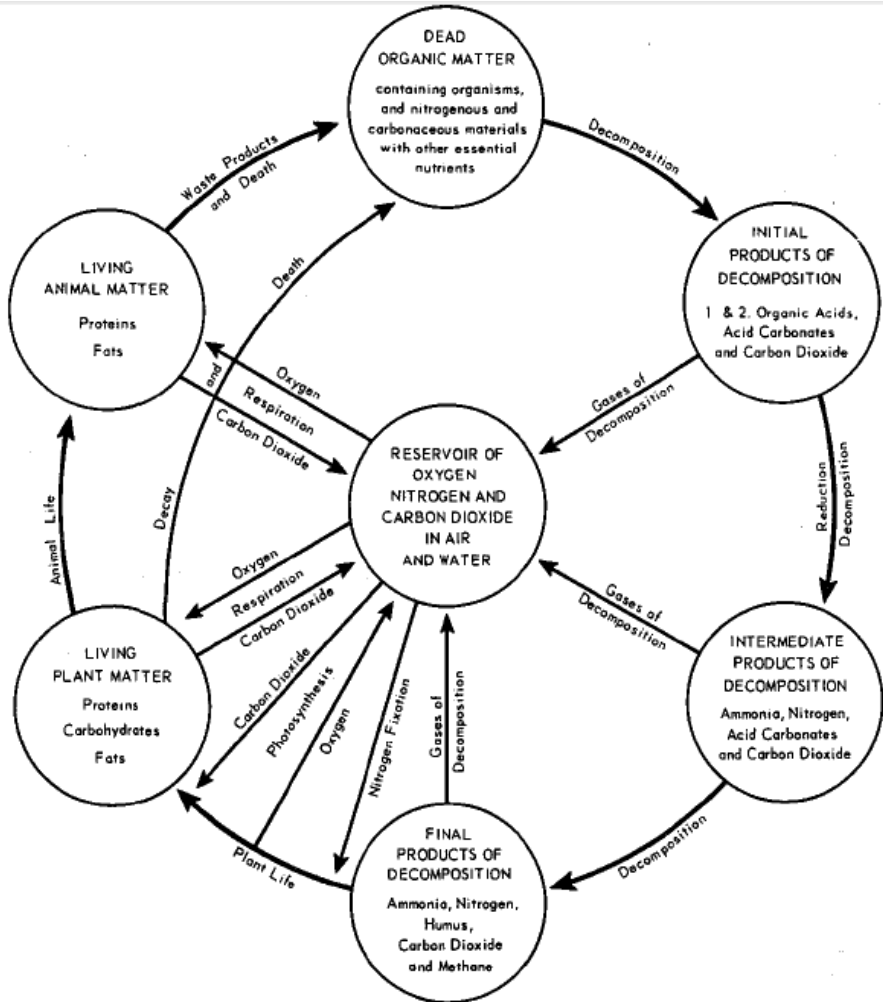
Oksidasi aerobik bahan organik tidak menghasilkan bau busuk. Jika terdapat bau busuk dalam proses ini menunjukkan bahwa proses yang terjadi tidak sepenuhnya aerobik atau ada bahan yang muncul dari sumber lain selain oksidasi, yang menyebabkan munculnya bau. Dekomposisi secara aerobik atau pengomposan dapat dilakukan dengan menggunakan digester silo, lubang, bak sampah, tumpukan, dengan suplai oksigen yang cukup. Pengadukan pada waktu tertentu atau teknik lain dapat dilakukan untuk menjaga pengomposan tetap dalam kondisi aerob (Harold B. Gotass, 1956).

2. *Anaerobic Composting* (Pengomposan secara Anaerobik)

Dekomposisi pengomposan secara anaerobik terjadi ketika tidak adanya oksigen (O₂) atau oksigen dalam jumlah terbatas. Dengan metode ini, mikroorganisme anaerob mendominasi proses dan mengembangkan senyawa perantara termasuk metana, asam organik, hidrogen sulfida dan zat lainnya. Dengan tidak adanya oksigen, senyawa-senyawa tersebut menumpuk dan tidak mengalami metabolisme lebih lanjut. Senyawa tersebut dapat menyebabkan bau yang kuat dan *phytotoxicity* pada kompos. Pengomposan secara anaerobik berlangsung pada suhu rendah,



sehingga dapat menimbulkan benih gulma dan patogen. Proses pengomposan secara anaerob biasanya biasanya membutuhkan waktu lebih lama dibanding pengomposan secara aerob. Kelebihan dari pengomposan secara anaerob yakni sedikit pekerjaan atau tenaga yang dibutuhkan untuk melakukan dan lebih sedikit nutrisi yang hilang selama proses (Misra et al., 2003).



Gambar 6. Siklus Nitrogen dan Karbon pada Dekomposisi Anaerobik

Sumber : After Imhoff & Fair,³⁷ by kind permission of John Wiley & Sons, Inc., New York dalam Harold B. Gotass, 1956



Gambar 6 mengilustrasikan siklus karbon dan nitrogen dalam proses dekomposisi anaerob. Ada energi panas yang tidak cukup yang dibebaskan dalam proses untuk menaikkan suhu material pembusuk secara signifikan. Pada proses anaerob, energi yang dilepaskan lebih kecil, hanya sekitar 26 kkal mole glukosa dibandingkan secara aerobik hingga 484-674 kkal mole glukosa. Energi karbon ada dalam CH_4 yang dilepaskan. Jika CH_4 dibakar dan menghasilkan CO_2 , sejumlah besar panas akan terlibat. Dalam banyak kasus, energi CH_4 dari penghancuran anaerobik bahan organik digunakan dalam mesin untuk tenaga dan dibakar untuk panas (Harold B. Gotass, 1956).



Metode Pengomposan

Berikut adalah beberapa metode dalam proses pengomposan (Mark & Britt, 2009) :

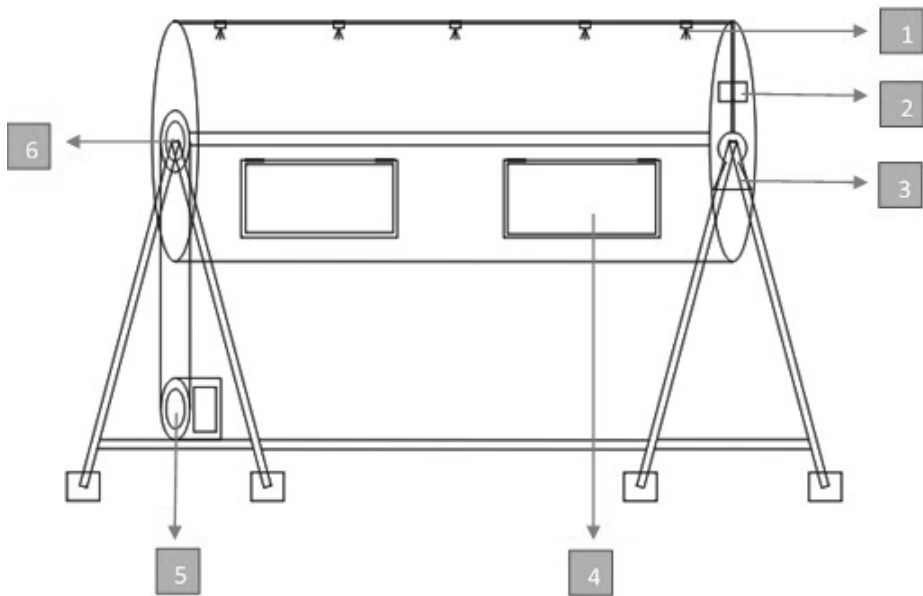
1. Pengomposan menggunakan metode *rotary kiln*

Dalam upaya memaksimalkan pengomposan insitu, perlu memastikan bahwa proses degradasi bahan organik berlangsung secara efektif dan efisien. Evangelou (Evangelou, 1998) menyatakan bahwa pengetahuan mendasar tentang proses pengomposan sangat penting untuk memastikan keberlanjutan pengomposan insitu. Hal ini membutuhkan penetapan parameter yang jelas selama pengomposan seperti waktu pematangan, perbandingan bulking agent dan limbah, aerasi, kelembaban sistem dan emisi CH_4 , N_2O , timbulnya lindi (leachate), dan bau yang menyengat. Selain itu, perkembangan mikroba dan timbulnya suhu tinggi

dapat menjadi indicator kecepatan proses pengomposan (He et al., 2005). Ketika kita mengendalikan parameter proses pengomposan, maka komposting menjadi lebih efisien, emisi gas rendah, dan menghasilkan kompos yang berkualitas. Penggunaan bulking Agen dapat mengurangi emisi gas, kadar air, dan stabilisasi bahan. Bulking agen dapat mengubah sifat fisik, karakteristik kimia, aktivitas mikroba, waktu pengomposan, dan pembentukan lindi. Pilihan bulking agent tergantung pada faktor-faktor seperti ketersediaan bahan, kondisi wilayah, kapasitas penyerapan air, porositas (Lourenço et al., 2018). Proses pengomposan yang efektif dapat dilakukan menggunakan komposter *Rotary Klin* berbentuk silinder (Ryckeboer et al., 2003). Penambahan Aditif mikroorganisme perlu dilakukan untuk mempercepat proses composting. Penambahan ini menggunakan spayer semi otomatis kedalam *rotary kiln*. Berbagai macam mikroorganisme secara bersama-sama mendekomposisi limbah makanan. Campuran perlu pengadukan supaya homogen. Pengadukan ini dapat dilakukan secara manual maupun otomatis menggunakan motor penggerak (Ryckeboer et al., 2003).

Reaktor Rotary kiln berbentuk silinder, terbuat dari bahan polietilene dengan kapasitas maksimum 250 liter. Volume kerja maksimum ditetapkan pada 50 L supaya tersedia ruang kosong yang luas untuk melakukan pengadukan dengan cara diputar (*rotary kiln*). Komposter dilengkapi lubang ventilasi dibagian atas dengan diameter 5 cm dan bagian dasar (diameter 5 cm) untuk menampung lindi yang dihasilkan. Penyangga komposter terbuat dari pelat besi yang ditempatkan di bagian bawah reactor.





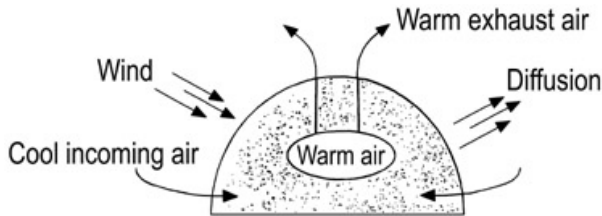
Gambar 7. Komposter rotary kiln yang terdiri dari: (1). Sprayer; (2) komposter dengan bahan polietilene; (3) penyangga; (4) pintu keluar produk; (5). Motor penggerak dan *air supplayer*; (6) AS rotary kiln.

Bahan baku limbah makanan menggunakan limbah padat organik yang dikumpulkan dari masyarakat. Limbah tersebut maksimal 5 hari setelah dibuang oleh masyarakat. Kategori bahan baku berupa daun, serasah, ranting, limbah makanan (kulit dan/ atau sisa makanan dari wortel, pisang, kubis, selada, dan apel). Kompos matang dan stabil digunakan sebagai bulking agent karena tersedia dalam jumlah banyak di masyarakat dan harganya cukup murah. Limbah diaduk sebanyak 10 kali putaran dan tambahkan aerasi menggunakan blower dari luar. Perbandingan bulking agent dan limbah perkotaan sebesar 70:30 (v/v). Jumlah limbah yang ditambahkan setiap hari ke reaktor adalah 2 kg/hari. Tingkat kematangan produk kompos dapat dilihat dari rasio C/N dan GI menggunakan biji kacang hijau.



2. Pengomposan pasif

Pengomposan pasif atau metode tumpukan (Gambar 8) adalah metode dengan menumpuk bahan kompos dan membiarkannya terdekomposisi secara alami. Metode ini sederhana dan membutuhkan biaya rendah tetapi prosesnya sangat lambat dan dapat menimbulkan bau busuk.

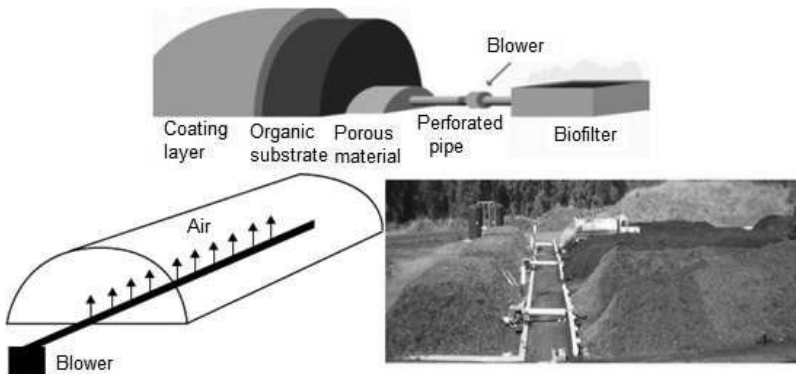


Gambar 8. Pengomposan pasif atau tumpukan

Sumber : Mark & Britt, 2009

3. *Aerated static piles*

Metode *aeratic static piles* atau tumpukan aerasi statis adalah memberi udara dalam tumpukan kompos melalui pipa berlubang dan *blower*. Metode ini tidak memerlukan tenaga dalam pengadukan kompos, namun dipengaruhi oleh cuaca, dan dapat tidak dapat diandalkan dalam mengurangi patogen pengganggu karena pencampuran yang tidak sempurna.



Gambar 9. *Aeratic Static Piles*

Sumber : Mark & https://www.researchgate.net/figure/Aerated-static-pile-Graves-et-al-2010_fig5_321276372 Britt, 2009



4. *Windrows composting*

Windrows composting adalah tumpukan panjang sejajar di mana dilakukan pengadukan secara berkala untuk mengatur suhu dan kebutuhan oksigen. Metode ini menghasilkan produk yang sama yang dapat ditempatkan dari jarak jauh. Akan tetapi, pengadukan kompos membutuhkan tenaga kerja dan peralatan yang mahal. *Windrows* biasanya digunakan untuk pengomposan skala besar yang membutuhkan banyak ruang. Selain itu, *windrows* dapat memiliki masalah bau dan lindi jika terkena hujan.



Gambar 10. *Windrows composting*

Sumber : https://www.youtube.com/watch?v=YYLEF_bKJd4

5. Bak penampungan sampah

Bak penampungan sampah (*bins*) yang menggunakan *wire mesh* atau rangka kayu memungkinkan sirkulasi udara yang baik, murah, dan membutuhkan sedikit tenaga kerja. Tiga ruang pada bak penampungan sampah memungkinkan produksi kompos lebih cepat terdekomposisi. Pengomposan sampah biasanya digunakan untuk sedikit limbah makanan. Sistem tiga ruang bak penampungan sampah ini dapat menampung bahan kompos dalam jumlah besar. Tiga ruang tersebut juga memungkinkan pengomposan secara bertahap, satu ruang berfungsi menyimpan bahan kompos, satu ruang untuk proses pengomposan aktif, dan satu ruang untuk fase pematangan kompos. Catatan: Dapat



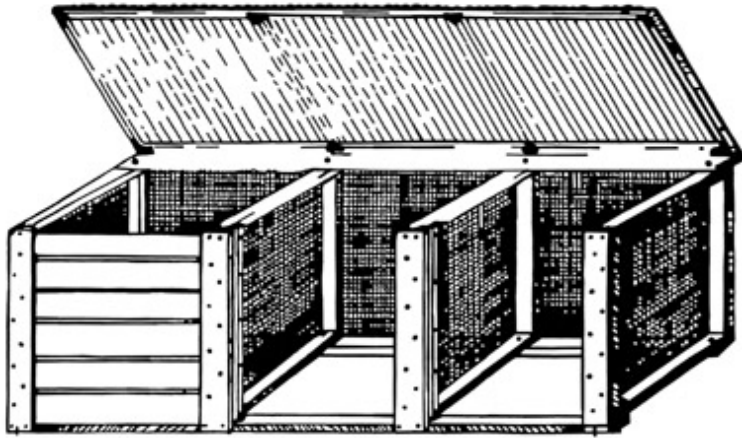
menggunakan palet kayu bekas bukan kayu baru untuk membuat sistem tiga bak penampungan sampah.



Gambar 11 (a). Bins

Sumber : <https://unclejimswormfarm.com/types-of-composting-bins/>





Gambar 11 (b). *Bins*
Sumber : Mark & Britt, 2009

5. Sistem *in-vessel*

Sistem *in vessel* menggunakan tong berlubang, drum, atau wadah yang dibuat khusus yang mudah digunakan, mudah diputar, membutuhkan tenaga kerja minimal, tidak sensitif terhadap cuaca, dan dapat digunakan di area perkotaan dan publik. Modal awal yang dibutuhkan pada metode ini bisa tinggi dan volume penanganan biasanya rendah.



Gambar 12. Sistem *In-Vessel*
Sumber : Mark & Britt, 2009



6. Vermikomposting

Vermikomposting menggunakan cacing untuk mengurai limbah makanan dan memanfaatkan kotorannya sebagai kompos berkualitas tinggi. Vermikomposting biasanya dilakukan dalam wadah, tempat sampah, atau rumah kaca. Biasanya 1 pound cacing dapat mengkonsumsi 4 pound limbah tiap minggu. Banyak sekolah menggunakan metode pengomposan ini sebagai metode edukasi lingkungan. Kotoran cacing dapat membuat harga kompos tinggi, namun modal dalam persediaan cacing juga bisa tinggi tergantung pada proses yang dilakukan. Jika terlalu banyak limbah akan menyebabkan proses anaerob terjadi. Selain itu, cacing tidak dapat mengurai limbah daging.



Apa Yang Harus Saya Ketahui Untuk Membuat Dan Memantau Kompos Limbah Makanan?

Dalam melakukan proses pengomposan, terdapat hal-hal yang harus diperhatikan, meliputi campuran nutrisi yang tepat, kadar air, tingkat aerasi, ukuran partikel, tingkat pH, dan suhu (Mark & Britt, 2009).

Campuran nutrisi yang tepat, atau rasio karbon terhadap nitrogen (C: N) penting bagi bakteri untuk mengurai bahan organik menjadi kompos. Rasio optimal untuk awal pengomposan adalah 30: 1. Rasio C:N yang dimiliki limbah makanan biasanya 15: 1, limbah buah 35: 1, daun 60: 1, kulit kayu 100: 1, dan serbuk kayu 500: 1.



Contoh dalam mengatur rasio yang diharapkan, dapat menggunakan 1 bagian daun dan 1 bagian sisa makanan berdasarkan volume maka rasio akan mendekati 30: 1. Cara lain untuk mendapatkan analisis dari bahan baku dalam campuran kompos dapat dilakukan dengan meminta bantuan kelompok pertanian atau universitas terdekat (Mark & Britt, 2009). Rasio C / N dari berbagai bahan organik penting dalam mengatur campuran awal untuk pengomposan yang baik (Van der Wurff et al., 2016)

Tabel 2. Rasio C/N Bahan Organik

Bahan Organik	C/N	Bahan Organik	C/N
Urin	0,8	Limbah organik dapur	15-25
Bulu	4-5	C:N ideal untuk campuran awal	30-35
Kotoran ayam	8-10	Limbah kebun	20-35
Limbah makanan	14-17	Ampas kopi	20-30
Potongan rumput	9-25	Limbah buah	25-40
Jerami (<i>hay</i>)	15-25	Kulit kacang	35
Kompos (matang)	12-15	Daun tanaman	40-70
Kompos (muda/ <i>young compost</i>)	15-18	Jerami (<i>straw</i>)	50-100
Kotoran sapi	15-20	Kayu (serbuk gergaji)	200-500

Sumber : Van der Wurff et al., 2016

Kadar air 60% optimal bagi mikroorganisme untuk mengurai kompos. Kadar air di atas 70% dapat menciptakan kondisi anaerob, memperlambat proses dan menyebabkan bau busuk pada proses pengomposan. Kadar air di bawah 50% juga memperlambat proses dekomposisi. Kadar air yang dimiliki limbah makanan berkisar antara 80% hingga 90%, serbuk gergaji 25%, dan limbah pekarangan adalah



70%. Kompos dengan kadar air yang tepat saat digenggam akan sedikit membasahi tangan jika diperas. Jika kompos yang digenggam tersebut meneteskan air, menunjukkan bahwa kompos terlalu basah dan memerlukan aerasi atau lebih banyak *bulking agent*. Jika kompos jatuh melalui jari-jari saat digenggam, menunjukkan bahwa kompos terlalu kering dan mungkin membutuhkan tambahan air atau lebih banyak limbah makanan (Mark & Britt, 2009).



(a)



(b)



(c)

Gambar 13. Tes genggam untuk mengontrol kelembaban kompos selama proses pengomposan. Terlalu basah (a), Optimal (b), Terlalu kering (c)

Sumber : Van der Wurff *et al.*, 2016

Aerasi atau oksigen sangat penting untuk populasi mikroorganisme yang optimal untuk secara efektif menguraikan bahan pengomposan.

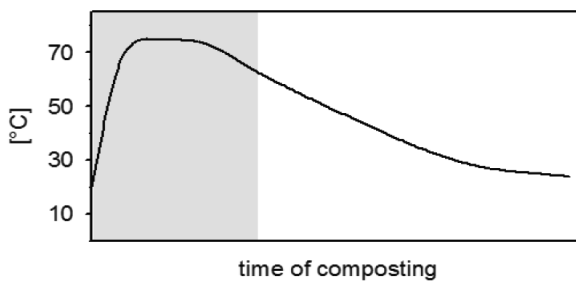


Aerasi dapat dilakukan dengan mengaduk atau mencampur tumpukan kompos maupun menggunakan blower, kipas, tabung aerasi, lubang aerasi, atau mengangkat kompos dari tanah

Ukuran partikel dapat mempengaruhi laju dekomposisi kompos. Semakin kecil partikel semakin banyak aerasi yang diterima kompos dan mikroorganisme dapat mengurai partikel lebih cepat. Dalam mengatur ukuran partikel, dapat dilakukan dengan merobek, atau memotong bahan kompos sebelum dilakukan pengomposan.

Tingkat pH dari 6,0 hingga 7,8 dianggap sebagai kompos berkualitas tinggi. Rasio C: N yang tepat akan menghasilkan tingkat pH optimal. Dimulai dengan pH yang cukup netral akan menyebabkan aktivitas tinggi pada mikroorganisme untuk proses dekomposisi yang efisien.

Suhu kompos memiliki pengaruh penting pada aktivitas biologis dalam proses dekomposisi. Suhu luar yang rendah dapat memperlambat proses, sedangkan suhu yang lebih hangat akan mempercepat proses. Bakteri mesofilik hidup antara suhu 50° F dan 113° F untuk memulai proses pengomposan. Bakteri termofilik akan mengambil alih dan berkembang antara 113° F hingga 158° F. Suhu termofilik yang tinggi inilah yang membunuh benih gulma dan patogen dalam kompos. Beberapa pupuk kompos dapat mencapai suhu 200° F. Namun, suhu di atas 158° F dapat membuat arang kompos atau membuat kondisi yang cocok untuk pembakaran spontan (Mark & Britt, 2009).



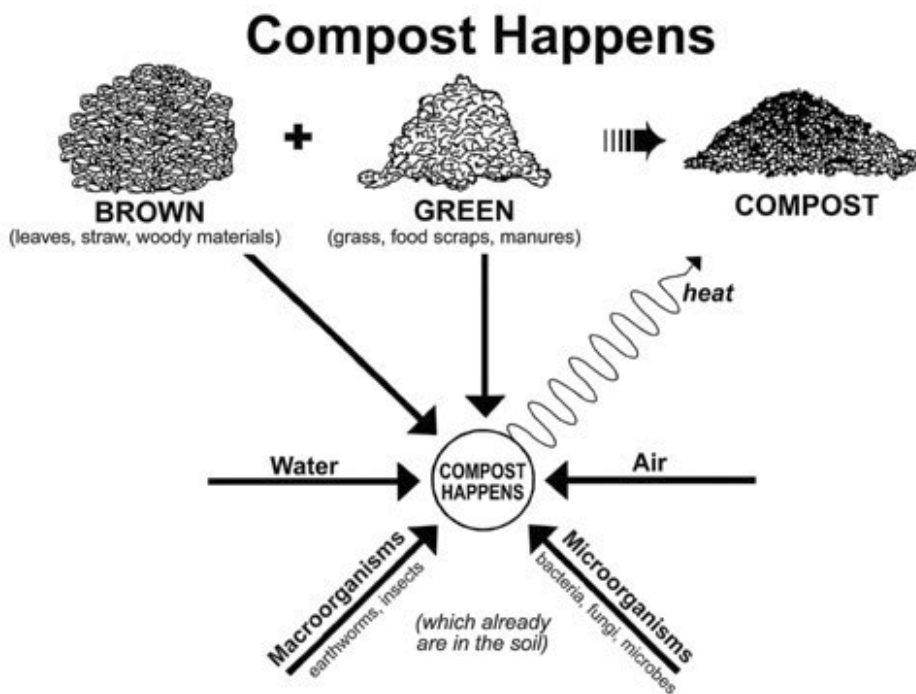
Gambar 14. Suhu pada Proses Pengomposan

Sumber : Van der Wurff et al., 2016



Seperti yang ditunjukkan pada gambar di atas, karena aktivitas mikrobiologis yang sangat intensif pada awal proses pengomposan, suhu dapat meningkat hingga 60° C atau lebih (ditunjukkan warna kuning). Setelah beberapa saat, suhu mengalami penurunan dan proses pengomposan beralih dari fase dekomposisi menuju fase pematangan atau *curing phase* (ditunjukkan warna putih) (Van der Wurff et al., 2016).

Kapan Kompos Matang?

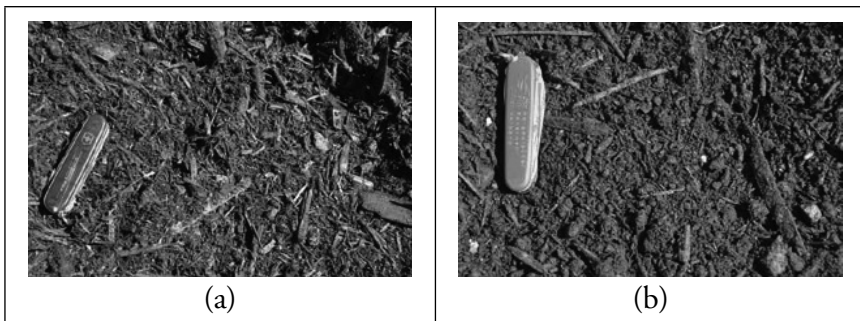


Gambar 15. Siklus Pengomposan

Sumber : Mark & Britt, 2009



Salah satu faktor utama yang mempengaruhi hasil kompos adalah tingkat kematangannya. Waktu yang dibutuhkan untuk mencapai tingkat kematangan tertentu akan sangat bervariasi tergantung pada input bahan kompos yang digunakan dan manajemen proses. Stabilitas dan kematangan kompos merupakan karakteristik penting dalam kaitannya dengan penggunaan kompos dalam hortikultura organik. Stabilitas mengacu pada tahap ketika suhu kompos sudah menuju ke suhu ambien, sedangkan kematangan mengacu pada pengaruh kompos terhadap tingkat pertumbuhan tanaman tanpa adanya fitotoksisitas, konsumsi O_2 yang berlebihan atau imobilisasi N. Jika dekomposisi aktif berlanjut setelah pengaplikasian kompos pada tanah, pertumbuhan tanaman akan terpengaruh secara negatif karena berkurangnya kadar O_2 dan N yang tersedia dan / atau adanya senyawa fitotoksik (Van der Wurff et al., 2016).



Gambar 16. Struktur Kompos. Berserat (a), Gembur (b)

Sumber : Van der Wurff et al., 2016

Pada awal proses pengomposan, kompos memiliki warna sesuai dengan input bahan kompos. Selama proses berlangsung, homogenisasi warna terjadi, dan kompos berubah warna coklat atau kehitaman. Jika kompos terlalu kering selama proses, kompos dapat terlihat berwarna abu-abu. Kompos matang yang dihasilkan secara optimal memiliki struktur yang rapuh atau gembur dan tidak ada bahan awal yang dapat dikenali kecuali beberapa potongan kayu. Apabila kompos sebagian besar mengandung bahan berserat, maka hal tersebut menandakan bahwa kompos tidak cukup dewasa (tidak cukup matang). Ini bisa



terjadi jika kandungan kelembaban pada tumpukan kompos terlalu rendah terutama di tempat panas. Amonium yang ada di tumpukan akan hilang sebagai amonia, yang menyebabkan kekurangan N untuk mikroorganismenya dan penguraian yang tidak mencukupi, bahkan ketika air tersedia. Ketika kompos berserat seperti itu diaplikasikan, terdapat risiko imobilisasi nitrogen di tanah (Van der Wurff et al., 2016).

Kompos matang atau stabil mirip dengan humus dalam hal bentuk fisik, bau, dan sentuhan. Kompos matang tidak lagi mengalami peningkatan suhu dan patogen sudah mati. pH kompos matang akan mendekati 7, dan kadar air antara 35% dan 50%. Rasio C: N yang dimiliki kompos matang antara 10:1 hingga 25:1. Kandungan bahan organik antara 40% dan 65%. Penting untuk melindungi kompos dari gulma yang tertiuap angin sampai kompos digunakan. Kompos yang belum matang sebaiknya tidak diaplikasikan karena terdapat kemungkinan memiliki fitotoksin yang dapat membunuh tanaman. Cara murah untuk menguji kompos matang adalah menggunakan tes selada air. Biji selada air tidak akan berkecambah atau tumbuh dalam kompos yang belum matang karena sangat sensitif terhadap pH dan nutrisi (Mark & Britt, 2009).



Teknik Pengomposan Untuk Menghasilkan Kompos Berkualitas

Teknik pengomposan yang tidak tepat juga dapat menyebabkan gagalnya penghilangan patogen, faktor penting yang berpengaruh pada hal tersebut yakni (Van der Wurff et al., 2016) :



- a. Pembalikan kompos yang tidak tepat atau jarang dilakukan
- b. Kompos tidak terkena panas secara merata. Oleh karena itu, pembalikan atau pengadukan kompos harus dilakukan dengan baik untuk memastikan seluruh bagian kompos terkena panas (suhu tinggi) secara merata.
- c. Penggunaan mesin yang tidak benar.
- d. Sekop atau alat sejenis tidak boleh digunakan secara bersamaan antara residu bahan baku dan kompos matang, dikarenakan kompos matang dapat terkontaminasi patogen. Risiko ini khususnya bagi pengomposan skala kecil yang mungkin hanya tersedia satu sekop atau alat sejenis. Dalam hal ini, pembersihan alat untuk penggunaan dalam proses pengomposan sangat penting
- e. Rekolonisasi kompos matang dengan patogen
- f. Risiko adanya patogen meningkat tergantung durasi penyimpanan kompos. Apabila disimpan di luar ruangan, patogen terutama dari hewan seperti burung dapat memasuki kompos. Benih gulma juga dapat mengkontaminasi tumpukan kompos yang terbuka

Pengomposan dapat dilakukan dalam skala besar atau kecil. Pengomposan skala besar biasanya dilakukan oleh produsen kompos profesional, dan pengomposan skala kecil biasanya oleh petani atau kelompok tani. Produsen kompos skala besar biasanya memiliki kontrol yang baik pada kondisi proses, tetapi kontrol pada kualitas bahan yang digunakan terbatas. Pilihan mereka dalam menjual kompos sedini mungkin juga memiliki efek negatif pada kualitas kompos. Di sisi lain, dalam pengomposan skala kecil, kontrol pada kondisi proses mungkin lebih terbatas, tetapi kontrol pada input bahan lebih baik. Jika petani menggunakan kompos yang mereka hasilkan sendiri hanya di ladang mereka sendiri, kompos tidak akan terkontaminasi patogen baru dari tempat lain. Namun, ada kemungkinan penyebaran patogen di berbagai bidang pertanian, yang berpengaruh terhadap kesehatan



tanaman karena patogen yang ditularkan melalui tanah (Van der Wurff et al., 2016).



Berbagai Penggunaan, Aplikasi Dan Potensi Pasar Untuk Kompos Matang

Menurut Mark & Britt (2009), kompos memiliki banyak kegunaan di bidang pertanian. Kompos dapat digunakan untuk memperbaiki struktur tanah, laju infiltrasi, kapasitas penampung air, dan hasil panen. Kompos akan meningkatkan populasi mikroorganisme tanah, bahan organik tanah dan humus. Kompos juga dapat digunakan sebagai nutrisi pupuk untuk unsur nitrogen, fosfor, kalium, dan elemen jejak. Kompos matang tidak memiliki bau yang menyengat, tidak menyebabkan tanaman terbakar seperti yang bisa terjadi pada pupuk, dapat digunakan untuk menekan hama serangga dan patogen tanaman yang ditularkan melalui tanah, dan bertindak sebagai fungisida. Seorang penanam buah-buahan dan sayuran di California mampu mengurangi penggunaan pestisida hingga 80% setelah tiga tahun menggunakan kompos sebagai bagian dari sistem manajemen bahan organik. Pada pengaplikasian kompos untuk ladang, petani di lembah San Juaquin menghemat rata-rata \$35 per hektar untuk biaya defoliasi dibandingkan dengan ladang tanpa kompos.

Kompos dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas padang rumput pengembalaan yang dikelola secara intensif. Kompos tidak mengurangi kualitas rumput seperti halnya pupuk kandang.



Hal tersebut penting bagi petani yang tidak lagi melakukan pola tanaman *row cropping* di mana pupuk kandang umumnya diterapkan. Mudahnya dalam penggunaan juga merupakan kelebihan dari kompos. Kompos merupakan produk yang stabil, sehingga dapat disimpan dan diaplikasikan sesuai dengan jadwal tanam petani dan ladang agar tidak melebihi biaya produksi.

Kompos juga dapat digunakan sebagai mulsa untuk pohon, kebun, taman, halaman rumput, kebun, dan membuat media tanam yang unggul. Kegunaan kompos yang lain yakni terhadap produksi sayuran, tanaman ladang, penanaman hutan tahunan, pertanian, tanaman rumah kaca, tanah tambang, jalan (kota, kabupaten, negara bagian), dan area rekreasi (lapangan golf, jalan setapak, lapangan atletik, dan taman). Agar kompos layak secara komersial, persediaan bahan baku dan pemasaran kompos kompos matang harus dikembangkan.

Tingkat aplikasi akan bervariasi tergantung pada kebutuhan nutrisi tanaman, karakteristik tanah, dan iklim lokal. Pengaplikasian 300 pound kompos per 1.000 kaki persegi, pada kedalaman 6 inci akan meningkatkan bahan organik tanah sebesar 0,5 persen. Rekomendasi kompos untuk pola tanam *row cropping* berkisar antara 3 dan 10 ton per hektar, sementara rekomendasi padang rumput berkisar 4 ton per hektar. Beberapa rekomendasi tanaman beri dan *squash* antara 25 ton dan 75 ton per hektar. Kompos menyediakan nutrisi secara lambat, pemenuhan kebutuhan nutrisi tanaman bisa berbeda tergantung kondisi yang terjadi sehingga perlu disesuaikan dengan tingkat pengaplikasian yang akan dilakukan. Permintaan kebutuhan kompos juga meningkat di pasaran. Supermarket, restoran, dan sekolah menghasilkan 16 juta ton sampah organik komersial yang dapat dikomposkan. Kompos limbah makanan yang dipisahkan oleh sumber umumnya lebih tinggi nilainya dan lebih rendah kontaminasi daripada kebanyakan jenis kompos lainnya, sehingga membuatnya lebih bernilai di pasaran. Kompos dari bahan baku yang dipisahkan di sumbernya memiliki pendapatan rata-rata tertinggi per ton hampir



\$40. Kompos dari limbah halaman memiliki nilai \$32 per ton dan kompos sampah kota memiliki nilai \$3 per ton.

Ukuran potensial pasar dalam aplikasi kompos yang terbesar adalah di bidang pertanian, dan aplikasi di bidang silvicultura sebagai yang terbesar kedua. Salah satu manfaat pengomposan limbah makanan adalah penghematan secara finansial dari biaya operasional TPA dan potensi keuntungan finansial dari penjualan kompos matang.

Strategi	Biaya per ton
<i>Grasscycling</i>	\$ 1
On-site institutional	\$ 49
Composting	
Pengomposan halaman	\$ 13
Pengomposan pemangkasan halaman	\$ 66
Pengomposan komersial	\$ 72
Pengomposan limbah campuran	\$ 113

Sumber: Resource Recycling Journal dalam Mark & Britt, 2009



Peran Pengomposan Di Masa Yang Akan Datang

Semakin tinggi proses pengomposan pada limbah makanan akan berpengaruh terhadap pengurangan pembukaan TPA. Ketika biaya operasional dan penimbunan meningkat, pengomposan bisa menjadi



alternatif dalam mengatasi hal tersebut serta menjadi peluang nilai tambah. Banyak peraturan yang mengharuskan daerah menerapkan pengomposan dalam pengelolaan limbah. Oregon dan Washington sedang mengembangkan undang-undang yang mengharuskan semua bisnis membuat kompos semua sampah organik termasuk limbah makanan. Permintaan kompos berkualitas tinggi mengalami peningkatan bagi kebutuhan taman, pembibitan tanaman, maupun permintaan komersial atau skala rumah tangga. Kompos berguna bagi reklamasi lahan dan memainkan peran penting dalam sistem pertanian yang lebih ramah lingkungan, serta dapat menambah peluang meningkatkan penghasilan (Mark & Britt, 2009).



Standar Kualitas Kompos

Dalam SNI 19-7030-2004 tentang spesifikasi kompos dari sampah organik domestik, telah ditetapkan standar kualitas kompos dari sampah organik domestik. Kompos merupakan bentuk akhir dari bahan-bahan organik sampah domestik setelah mengalami dekomposisi. Sampah organik domestik yang dimaksud adalah sampah yang berasal dari aktivitas pemukiman antara lain sisa makanan, daun, buah-buahan, dan sisa sayuran. Berikut tabel yang menunjukkan standar kualitas kompos dalam SNI 19-7030-2004.

Tabel 3. Standar Kualitas Kompos

No.	Parameter	Satuan	Min	Maks
1	Kadar Air	%		50
2	Temperatur	°C		Suhu air tanah

3	Warna			Kehitaman
4	Bau			Berbau tanah
5	Ukuran partikel	mm	0,55	25
6	Kemampuan ikat air	%	58	
7	pH		6,80	7,49
8	Bahan asing	%	*	1,5
	Unsur makro			
9	Bahan organik	%	27	58
10	Nitrogen	%	0,40	
11	Karbon	%	9,80	32
12	Phosfor (P ₂ O ₅)	%	0,10	
13	C/N Rasio		10	20
14	Kalium (K ₂ O)	%	0,20	*
	Unsur mikro			
15	Arsen	mg/kg	*	13
16	Cadmium (Cd)	mg/kg	*	3
17	Cobal (Co)	mg/kg	*	34
18	Chromium (Cr)	mg/kg	*	210
19	Tembaga (Cu)	mg/kg	*	100
20	Mercuri (Hg)	mg/kg		0,8
21	Nikel (Ni)	mg/kg	*	62
22	Timbal (Pb)	mg/kg	*	150
23	Selenium (Se)	mg/kg	*	2
24	Seng (Zn)	mg/kg	*	500
	Unsur lain			
25	Calcium	%	*	25,50



26	Magnesium (Mg)	%	*	0,60
27	Besi (Fe)	%	*	2,00
28	Alumunium (Al)	%		2,20
29	Mangan (Mn)	%		0,10
	Bakteri			
30	Fecal Coli	MPN/gr		1000
31	Salmonella sp.	MPN/4 gr		3

*Keterangan : *Nilainya lebih besar dari minimum atau lebih kecil dari maksimum*

Sumber : SNI 19-7030-2004



31 Cara Praktis Mengurangi Limbah Makanan Selain Pengomposan

Jumlah limbah makanan yang diproduksi secara global setiap tahun lebih dari cukup untuk memberi makan hampir 1 miliar orang yang kelaparan di dunia. Mengurangi limbah makanan sangatlah mudah dan di sini kami ringkas menjadi 31 cara sederhana, mudah dan praktis untuk menghindari limbah makanan. Cara praktis ini mudah digunakan siapa pun untuk meminimalkan jumlah makanan yang Anda buang. 31 cara praktis mengurangi limbah makanan selain pengomposan yaitu:



1. Beli makanan yang anda butuhkan saja

Pada umumnya setiap rumah tangga menyiapkan stok makanan untuk beberapa hari kedepan-misalnya 1 minggu. Pastikan anda hanya membeli makanan yang dibutuhkan saja. Jika Anda akan menggunakan 3 kg beras, delapan buah wortel dan 2 kg kentang, maka belilah barang tersebut.

2. Perhatikan tanggal kedaluwarsa

Penting untuk memeriksa tanggal kedaluwarsa sebelum Anda membeli makanan tertentu. Pilihlah produk yang akan dibeli dengan tanggal kedaluwarsa yang lebih lama. Olahlah makanan yang memiliki tanggal kedaluwarsa lebih dekat. Makanan yang mendekati kadaluarsa bisa ditata dibagian depan tempat penyimpanan makanan, misalnya kulkas. Hal ini mengurangi makanan yang dibuang karena tidak lagi aman untuk dikonsumsi.

3. Makan sisa

Ketika ada sisa makanan pada saat makan pagi, maka makanan tersebut bisa dibungkus, atau diawetkan untuk makan siang. Sisa makanan tersebut sama enakannya untuk makan siang. Anda tidak perlu masak untuk makan siang, tidak ada limbah makanan yang dihasilkan, dan anda memiliki banyak waktu untuk melakukan aktifitas lain.

4. Simpan makanan dengan hati-hati

Banyak makanan terbuang percuma karena basi atau hilang rasanya karena tidak disimpan dengan benar. Anda memerlukan beberapa wadah yang berbeda supaya tidak saling bercampur. Salah satu tempat penyimpanan adalah kulkas.

5. Apakah kulkas anda berfungsi dengan baik?

Jika kulkas anda tidak berfungsi dengan baik, hal itu dapat menyebabkan makanan cepat membusuk sebelum digunakan.



Jadi pastikan kulkas anda berfungsi dengan baik, termasuk pengaturan suhu yang optimal sesuai petunjuk yang tertera pada manual prosedur kulkas.

6. Donasikan

Jika Anda telah mengumpulkan lebih banyak makanan daripada yang dapat Anda gunakan sebelum kedaluwarsa, mengapa tidak menyumbangkannya untuk tujuan yang berharga? Ada banyak bank makanan dan pusat lainnya di daerah setempat yang akan menghargai sumbangan Anda.

7. Catat Sampah

Setiap hari, tuliskan makanan yang Anda buang di rumah. Pada akhir minggu, perhatikan jumlah makanan yang Anda buang. Kegiatan ini bertujuan untuk mengetahui seberapa banyak limbah makanan yang anda buang. Harapannya kegiatan ini perlahan mengubah perilaku anda dalam mengelola limbah makanan.

8. Belajar Pengalengan

Belajar pengalengan seperti menyimpan acar, mentimun, tomat dan banyak lagi. Ini memperpanjang masa pakai dan menambah kegunaan makanan anda.

9. Ambil Persediaan

Sebelum Anda pergi ke supermarket dan melakukan pembelian, segera lakukan inventarisasi makanan yang sudah Anda miliki agar tidak mengulangi pembelian.

10. Gunakan produk susu bubuk

Mereka memiliki umur simpan yang lebih lama, rasanya sama enaknyanya, dan harganya jauh lebih murah. Di manakah yang 'buruk' dalam gambar ini?



11. Undang teman untuk makan malam

Jika Anda memiliki banyak makanan yang perlu dimasak, mengapa tidak mengundang teman untuk makan malam? Memberi makan seseorang lebih baik daripada membiarkannya sia-sia, dan Anda memiliki peluang besar untuk bersosialisasi!

12. Perhatikan Ukuran Produk

Jelas satu rumah tangga dengan dua orang akan menggunakan kurang dari satu rumah tangga beranggotakan lima orang, jadi pastikan bahwa Anda membeli sesuai dengan kebutuhan Anda. Meskipun kelihatannya bagus, jika setengahnya akan sia-sia, apakah benar-benar ada penghematan?

13. Berhentilah Menjadi Pilih-pilih

Jika Anda pilih-pilih makanan yang Anda makan, itu akan membuat Anda lebih mahal di supermarket, dan Anda akan menghabiskan uang yang tidak perlu.

14. Makanan hewan

Oke, mungkin saja kucing itu bukan hewan terbaik untuk memberikan sisa makanannya juga, tapi memberi makan hewan sisa makanan Anda juga merupakan ide bagus yang memastikan tidak ada yang terbuang.

15. Pelajari Mengapa Anda Membuang

Selain menyimpan daftar makanan yang Anda buang, pelajari juga mengapa Anda menyia-nyiakannya. Saat Anda menulis daftar ini, mungkin sertakan alasan makanan disia-siakan untuk mempermudah langkah ini.

16. Saatnya Berbagi

Saat makan di luar, berbagi makanan dengan teman atau pasangan Anda. Sebagian besar waktu makanan pembuka cukup besar untuk melakukan ini, dan Anda akan menghemat uang serta mengurangi pemborosan.



17. Tumbuh Sendiri

Berkebun adalah hobi yang baik, dan dapat menghilangkan pemborosan karena Anda hanya menanam apa yang Anda butuhkan. Jika Anda memiliki lebih banyak, berikan kepada teman, sumbangkan ke organisasi lokal atau jual!

18. Takar

Gelas ukur dan sendok takar dibuat untuk memastikan bahwa Anda memasukkan jumlah bahan yang tepat, bukan resep. Gunakan peralatan dapur ini dan Anda akan menemukan jauh lebih sedikit limbah di rumah Anda.

19. Rencanakan ke Depan

Sungguh menakjubkan betapa banyak makanan disimpan ketika Anda merencanakan makanan Anda. Ketika Anda tahu apa yang akan Anda persiapkan, Anda hanya dapat membeli yang Anda butuhkan!

20. Freeze It

Ketika tanggal kedaluwarsa produk sudah dekat dan Anda tidak dapat menyiapkan item sebelum tanggal ini, masukkan ke dalam freezer. Sebagian besar barang akan bertahan setidaknya 30 hari lagi jika disimpan dengan benar di dalam lemari es.

21. Atur Ulang Lemari Es Anda

Jika Anda tahu apa yang ada di dalam lemari es, jauh lebih mudah untuk mengurangi limbah.

22. Berhenti Memasak Terlalu Banyak

Ketahui apa yang akan Anda dan keluarga Anda makan, dan persiapkan hanya jumlah ini saat Anda memasak.

23. Ambil Sumpah

Sumpah untuk menghentikan pemborosan makanan dan buat komitmen untuk janji itu. Anda akan merasa luar biasa saat mengambil sumpah, dan Anda akan menghemat uang!



24. Beli Produk Terlihat Lucu

Ada banyak buah dan sayuran yang dibuang sederhana karena warna, ukuran dan karakteristik lainnya tidak sesuai dengan barang lainnya. Makanan ini sangat cocok untuk dimakan dan membeli barang-barang ini dari supermarket atau toko bahan makanan lokal dapat membantu mengurangi limbah yang akan berakhir di tempat pembuangan sampah.

25. Periksa Makanan Anda

Sebelum makanan apa pun dibeli, pastikan bahwa makanan tersebut telah diperiksa secara cepat. Cari tanda-tanda produk yang membusuk, daging yang mungkin disimpan di rak terlalu lama, atau tanda-tanda makanan lain yang akan membusuk.

26. Gunakan Buah & Sayuran Lama

Daripada membuang buah dan sayuran yang akan segera rusak, gunakanlah untuk membuat salad buah, smoothie, dan banyak lagi.

27. Kemas Ulang Makanan

Jika Anda membeli dalam jumlah besar atau lebih banyak, pisahkan daging dan simpan masing-masing bagian di dalam kantong freezer. Ini adalah langkah yang akan sangat mengurangi limbah.

28. Makanan Beku

Anda bisa memasak porsi makanan untuk dibekukan untuk dimakan nanti. Makanan yang sangat baik untuk ini termasuk spageti dan lasagna, tetapi ada banyak makanan lainnya juga. Sebagai bonus, Anda mendapatkan malam tanpa perlu memasak!

29. Berhenti Ngemil

Jika Anda ngemil sepanjang waktu, Anda akan makan lebih sedikit saat makan siang atau makan malam disajikan. Berhenti ngemil dan nikmati lebih banyak makanan untuk Anda.



30. Kunjungi Toko Lebih Sedikit

Jika Anda sering berbelanja, Anda cenderung membeli makanan yang sebenarnya tidak Anda butuhkan. Jadwalkan hari belanja sekali seminggu dan hindari pergi lebih sering.

31. Makan Sebelum Belanja

Belanja makanan dengan perut kosong menyebabkan pembelian impulsif yang kemungkinan besar akan sia-sia.





Referensi

- Banu, J. R., Kumar, G., Gunasekaran, M., & Kavitha, S. (2020). *Food Waste to Valuable Resources Applications and Management*. Academic Press.
- Bindra, N., Dubey, B., & Dutta, A. (2015). Science of the Total Environment Technological and life cycle assessment of organics processing odour control technologies. *Science of the Total Environment*, 527–528, 401–412. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.05.023>
- Callaghan, T. (2012). *How to compost ALL food waste*. <Http://Hotbincompostingblog.Com/Compost-All-Food-Waste/>.
- Cromell, C. (2010). *Composting for dummies*.
- Evangelou, V. P. (1998). *Environmental Soil and Water Chemistry : Principles and Applications*. John Wiley & Sons, Inc.
- FirlyYassindra, R. (2019). *Food Loss dan Food Waste*. Kompas. <https://www.kompasiana.com/robbyfirlyyassindra/5dac81010d82305e777413c2/food-loss-dan-food-waste?page=all>
- Food and Agriculture Organization. (2013). Food wastage footprint. In *Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)*. www.fao.org/publications



- Fuchs, J. G., & Cuijpers, W. J. M. (2016). Compost types, feedstocks and composting methods. *Handbook for Composting and Compost Use in Organic Horticulture*, 29–43. <https://doi.org/10.18174/375218>
- Harold B. Gotass. (1956). Sanitary Disposal and Reclamation of Organic Wastes Sanitary Disposal and Reclamation of Organic Wastes. *Composting Sanitary Disposal and Reclamation of Organic Wastes, WORLD HEAL*(31), 1–250.
- He, P.-J., Shao, L.-M., Qu, X., Li, G.-J., & Lee, D.-J. (2005). Effects of feed solutions on refuse hydrolysis and landfill leachate characteristics. *Chemosphere*, 59(6), 837–844. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2004.10.061>
- Lourenço, L., Guidoni, C., Vasques, R., Bilhalva, R., Torma, F., & Francisco, M. (2018). *Home composting using different ratios of bulking agent to food waste*. 207, 141–150. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.11.031>
- Mark, R., & Britt, F. (2009). Food Waste Composting: Institutional and Industrial Application | UGA Cooperative Extension. *Food Waste Composting, Institutional and Industrial Applications, January 2009*.
- Masal, M. (2019). *Susahnya Atasi Persoalan Sampah di Pasar Klaten*. Koran Bernas. <https://www.koranbernas.id/berita/detail/susahnya-atasi-persoalan-sampah-di-pasar-klaten>
- Misra, R. V., Roy, R. N., & Hiraoka, H. (2003). *On-farm composting methods*. Food And Agriculture Organization Of The United Nations.
- Oktiawan, W., Hadiwidodo, M., Priyambada, I. B., & Purwono, P. (2018). Decomposition of food waste using bulking agent and bio-drying technology. *E3S Web of Conferences*, 13(73), 1–4.



- Paritosh, K., Kushwaha, S. K., Yadav, M., Pareek, N., Chawade, A., & Vivekanand, V. (2017). Food Waste to Energy: An Overview of Sustainable Approaches for Food Waste Management and Nutrient Recycling. *BioMed Research International*, 2017. <https://doi.org/10.1155/2017/2370927>
- Ryckeboer, J., Mergaert, J., Vaes, K., Klammer, S., De Clercq, D., Coosemans, J., Insam, H., & Swings, J. (2003). A survey of bacteria and fungi occurring during composting and self-heating processes. *Annals of Microbiology*, 53(4), 349–410.
- Rynk, : Robert. (1992). On-Farm Composting Handbook. In *Monographs of the Society for Research in Child Development* (Vol. 77). <https://doi.org/10.1111/j.1540-5834.2012.00684.x>
- Shakman, A. (2012). Food Waste Tracking : the Path To Pre-Consumer Food. *Lean Path Inc.*
- Siyahailatua, S. E. D. (2019). *Minimalkan Limbah Sisa Makanan, Ada Cara Mudahnya Kok*. Tempo. <https://gaya.tempo.co/read/1281364/minimalkan-limbah-sisa-makanan-ada-cara-mudahnya-kok/full&view=ok>
- Tchobanoglous, G., & Kreith, F. (2002). *Handbook of Solid Waste Management Second Edition* (Second). McGraw-Hill.
- Van der Wurff, A. W. ., Fuchs, J. ., Raviv, M., & Termorshuizen, A. . (2016). Compos. In *Handbook for Composting and Compost Use in Organic Horticulture*. BioGreenhouse COST Action FA 1105, www.biogreenhouse.org.
- Van Geffen, L., Van Herpen, E., & Van Trijp, H. (2016). Causes & Determinants of Consumers Food Waste. *Eurefresh.Org*, 20, 26.
- Wahyono, S. (2019). *Bab 1. Sampah Makanan. December 2017*.



