

*Buku Teks*

**SUPLEMEN PAKAN UNTUK  
MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS  
TERNAK RUMINANSIA SEBAGAI  
PENYEDIA DAGING**



**Oleh:**  
**Bambang Waluyo Hadi Eko Prasetyono**

**SUPLEMEN PAKAN UNTUK MENINGKATKAN  
PRODUKTIVITAS TERNAK RUMINANSIA  
SEBAGAI PENYEDIA DAGING**

**BUKU TEKS**

Oleh:

**Bambang Waluyo Hadi Eko Prasetyono**



UNDIP PRESS  
SEMARANG  
2021

**SUPLEMEN PAKAN UNTUK MENINGKATKAN  
PRODUKTIVITAS TERNAK RUMINANSIA  
SEBAGAI PENYEDIA DAGING**

Oleh:

**Bambang Waluyo Hadi Eko Prasetyono**

Uk. 15,5cm x 23cm (x + 52 hlm)

ISBN : 978-979-097-770-9

cetakan pertama Juni 2021

cetakan ke-dua edisi revisi September 2021



diterbitkan oleh :  
**UNDIP PRESS  
SEMARANG**

Hak cipta dilindungi oleh undang-undang, dilarang memperbanyak, menyalin, merekam sebagian atau seluruh bagian buku ini dalam bahan atau bentuk apapun tanpa izin tertulis dari penerbit.

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh*

Segala puji dan syukur bagi Allah SWT yang telah memberikan penulis kemudahan sehingga dapat menyelesaikan buku Teks yang berjudul **Suplemen Pakan untuk Meningkatkan Produktivitas Ternak Ruminansia sebagai Penyedia Daging**.

Penulisan buku teks ini masih dirasa kurang sempurna dan masih banyak terdapat kesalahan serta kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran dari para pembaca sangat diharapkan demi kesempurnaan buku ini agar menjadi lebih baik.

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah membantu, hingga penulisan buku teks ini dapat diselesaikan dan terlaksana dengan baik dan lancar.

Akhirnya, penulis berharap semoga buku teks ini memberikan manfaat bagi para pembaca. Terima kasih.

Semarang, Agustus 2021



## DAFTAR ISI

Kata Pengantar .....	iii
Daftar Isi .....	v
Daftar Tabel .....	vii
Daftar Gambar.....	ix
1. Pendahuluan.....	1
2. Rekayasa Suplemen Pakan untuk Optimalisasi Biosintesis Protein Mikrobial Rumen .....	5
3. Rekayasa Suplemen Protein GoPro sebagai sumber suplemen <i>Rumen Degraded Protein</i> (RDP) dengan tingkat perlambatan pelepasan amonia ( <i>Slow release of ammonia</i> ) yang aman .....	9
4. Rekayasa Suplemen Protein <i>Bypass</i> “SOYXYL” berbahan dasar biji kedele ( <i>Glycine Max</i> ) dengan metode <i>HTST</i> .....	13
5. Rekayasa Suplemen Protein Sebagai Stimulan Pertumbuhan Sapi Pedaging Melalui Kombinasi GoPro dan SOYXYL.....	15
6. Rekayasa Suplemen Protein <i>Bypass</i> berbahan dasar biji koro pedang ( <i>Canavalia ensiformis</i> ) dengan metode <i>HTST</i> dan aplikasinya terhadap penampilan produksi sapi pedaging .....	30
7. Aplikasi produk suplemen protein merek SOYXYL untuk peningkatan kinerja reproduksi sapi pejantan .....	35
8. Aplikasi produk suplemen protein SOYXYL dan GoPro untuk peningkatan kinerja reproduksi Domba pejantan .....	40
9. Simpulan.....	41
Daftar Pustaka .....	43
Daftar Istilah .....	49
Biografi Penulis.....	51



## DAFTAR TABEL

	Halaman
1. Volume Impor Daging Sapi ke Indonesia .....	2
2. Pengaruh ransum perlakuan terhadap efisiensi penggunaan ransum, deposisi protein, energi tercerna, dan energi metan .....	19
3. Pengaruh ransum perlakuan terhadap pencernaan nutrisi, dan sintesis N mikrobial rumen .....	24
4. Kadar urea dan ammonia darah sebelum dan sesudah makan .....	28
5. Nilai nutrisi biji koro pedang yang diberi perlakuan panas (Bahan Kering) .....	31
6. Karakteristik fermentasi rumen biji koro pedang akibat proses pemanasan yang Berbeda .....	32
7. Pengaruh berbagai macam kemasan produk KOROPASS selama penyimpanan terhadap Jamur <i>Aspergillus flavus</i> .....	33
8. Pengaruh suplementasi protein terproteksi “SOYXYL” terhadap utilitas nutrisi dan kinerja reproduksi sapi pejantan Simental .....	37
9. Perbandingan hasil rata-rata kualitas Semen Domba Ekor Tipis yang diberi perlakuan Suplemen protein SOYXYL dan GoPro pada <i>total mixed ration</i> (TMR) berbasis Rumput Gajah dan TMR berbasis Jerami Jagung Amoniasi .....	41



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1. Konsumsi dan produksi daging sapi Nasional (BPS, 2019).....	2
2. <i>Road map</i> penelitian rekayasa suplemen pakan ruminansia.....	6
3. Metabolisme Nitrogen pada Ruminansia .....	8
4. Spektrum infra merah pada GoPro1 (a) dan GoPro2 (b).....	12
5. Pengaruh ransum perlakuan terhadap penambahan bobot badan .....	18
6. Pengaruh ransum perlakuan terhadap komposisi tubuh .....	22
7. Efek perlakuan pemanasan terhadap RUP dan OMD .....	32
8. Foto hasil pengamatan Jamur <i>Aspegillus flavus</i> pada produk KOROPASS yang telah disimpan dengan berbagai macam kemasan.....	34
9. Profil spermatozoa sapi pejantan akibat perlakuan suplemen protein <i>by pass</i> / RUP merek SOYXYL .....	38



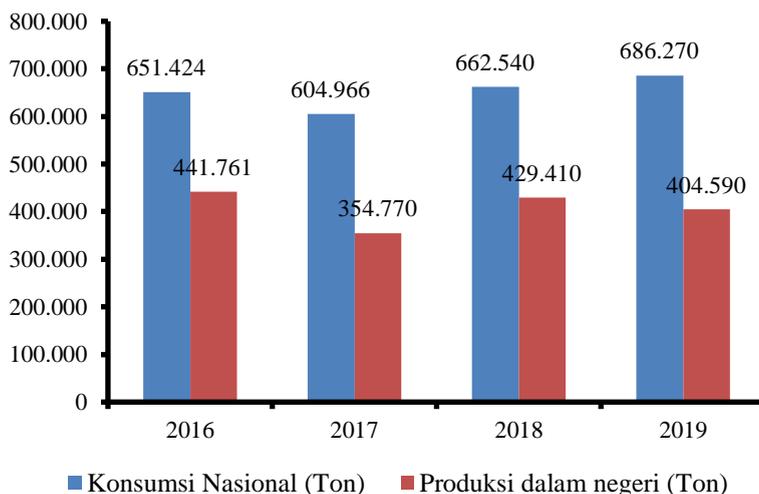
## **1. Pendahuluan**

Suplemen pakan ruminansia (sapi pedaging, sapi perah, kerbau, kambing, dan domba) di Indonesia masih relatif jarang diproduksi, karena kebanyakan masih mengandalkan produk impor yang harganya relatif mahal. Oleh karena itu, diperlukan upaya rekayasa suplemen pakan untuk meningkatkan efisiensi teknis maupun ekonomis dalam proses pengolahan pakan, sehingga dihasilkan produk pakan yang memiliki kualitas dan nilai ekonomi yang tinggi untuk peningkatan produktivitas ternak ruminansia. Suplemen pakan ini sangat strategis digunakan untuk para peternak ruminansia, karena praktis dalam pemberiannya, dosis pemberiannya kecil, serta meningkatkan kapasitas cerna pada ternak ruminansia.

Proses pengolahan pakan perlu dikelola dengan efisien dan efektif dengan menggunakan teknologi proses yang tepat, agar biaya pakan lebih efisien dan ekonomis. Hal ini, karena pakan memegang komponen biaya produksi terbesar dibanding komponen lainnya dalam suatu kegiatan budidaya ternak ruminansia. Melalui upaya peningkatan produktivitas ternak ruminansia yang disinergikan dengan peningkatan efisiensi biaya pakan, diharapkan produk komoditas ternak dan hasil ternak ruminansia mampu memiliki daya saing yang tinggi di era revolusi industri 4.0.

Produktivitas ternak ruminansia, di Indonesia perlu dipacu, karena secara Nasional masih belum mampu mencukupi permintaan konsumsi pangan sumber protein, misalnya yang berasal dari daging sapi. Masalah mendasar yang belum pernah tuntas diselesaikan adalah ketidakmampuan produksi ternak sapi lokal untuk memenuhi kebutuhan konsumsi daging Nasional (Gambar 1), karena produktivitas dan populasi ternak sapi lokal masih rendah. Penyebab utama rendahnya produktivitas dan populasi tersebut, antara lain kualitas nutrisi pakan utama yang diberikan relatif rendah. Disamping itu, sebagian besar peternak ruminansia di Indonesia berada di peternakan rakyat. Para peternak rakyat tersebut, kebanyakan masih memiliki keterbatasan dalam penyediaan pakan yang kontinyu dan berkualitas dengan harga terjangkau, sehingga produktivitasnya masih relatif

rendah dan secara Nasional kurang mendukung dalam penyediaan daging yang berasal dari ternak ruminansia.



Gambar 1. Konsumsi dan produksi daging sapi Nasional (BPS, 2019)

Sampai saat ini, kekurangan pemenuhan daging sapi di Indonesia, masih didukung dengan impor, baik yang berupa ternak hidup maupun daging dari negara lain. Sebagai salah satu contoh, bahwa total volume impor daging sapi ke Indonesia menunjukkan tren peningkatan selama beberapa tahun terakhir ini (Tabel 1).

Tabel 1. Volume Impor Daging Sapi ke Indonesia

TAHUN	Volume impor (Juta kg)	Nilai (Rupiah)
2015	50,6897	3.608.916.000.000
2016	146,6719	8.382.451.500.000
2017	160,1975	8.580.430.500.000
2018	207,4273	10.615.951.500.000

Sumber: BPS (2019).

Mencermati kondisi Indonesia yang masih mengimpor tersebut, upaya peningkatan produktivitas ternak ruminansia, bisa dilakukan dengan cara melalui peningkatan populasi dengan cara meningkatkan daya reproduksi dan produksi per unit ternak. Kedua upaya ini perlu didukung dengan salah satu upaya yang terpenting yaitu peningkatan kualitas dan utilitas nutrisi pakan serta penyediaan pakan yang berkelanjutan dengan harga yang terjangkau. Perekayasa pakan ruminansia selama ini masih terbatas dalam pengolahan bahan pakan, yang efektivitas dan efisiensinya masih perlu ditingkatkan, termasuk sampai utilitas nutrisi masih perlu ditingkatkan melalui dukungan perbaikan metabolisme didalam tubuh ternak ruminansia.

Seperti diketahui bahwa, sistem pencernaan pada ternak ruminansia (sapi, kambing, domba, kerbau) memiliki proses yang sangat kompleks, dengan melibatkan interaksi yang dinamis antar pakan, populasi mikroba rumen dan ternak itu sendiri. Berdasarkan perubahan yang terjadi pada bahan pakan didalam alat pencernaan ruminansia, maka proses pencernaannya dibagi menjadi tiga yaitu : (1) pencernaan mekanis, (2) pencernaan fermentatif dan (3) pencernaan hidrolitik. Pakan yang masuk kedalam mulut ternak ruminansia akan mengalami proses pengunyahan secara mekanis sehingga membentuk bolus. Dalam proses ini pakan akan bercampur dengan saliva, kemudian masuk ke dalam rumen melalui oesofagus yang selanjutnya mengalami proses pencernaan fermentatif. Nasib berikutnya di dalam rumen, bolus-bolus tadi akan dicerna oleh enzim yang dihasilkan oleh mikroba rumen. Selama dalam rumen pakan yang kasar akan dipecah lagi dimulut ternak ruminansia, kemudian masuk lagi melalui retikulum, omasum dan abomasum. Hasil proses fermentasi didalam rumen tersebut akan diserap oleh usus halus (proses pencernaan hidrolitik) yang selanjutnya masuk dalam sistem peredaran darah.

Mencermati proses pencernaan yang kompleks dalam sistem digesti ruminansia maka diperlukan upaya perekayasa pakan dengan fokus perhatian yang berkelanjutan mulai sistem (1) pra digesti; (2) aras digesti; dan (3) metabolisme intermedier. Upaya rekayasa pakan tersebut perlu diuji melalui peningkatan daya guna pakan dengan

berbagai perlakuan yang efisien dan efektif. Aplikasi rekayasa pakan tidak cukup hanya memperbaiki kualitasnya, namun di tingkat digesti ruminansia baik tingkat digesti mekanis, enzimatik, dan fermentatif dalam rumen hingga sampai tahap metabolisme intermedier juga perlu dioptimalkan, sehingga mampu meningkatkan utilitas nutrisi yang pada akhirnya mampu meningkatkan produktivitas ternak ruminansia.

Beberapa produk dari hasil rekayasa suplemen pakan untuk meningkatkan utilitas nutrisi tersebut telah ditemukan oleh Prasetyono (2010) dan telah tersertifikasi di Hak Kekayaan Intelektual (HKI), yaitu antara lain dengan merek: SOYXYL, GoPro, dan Blok Mineral Plus. Merek SOYXYL dengan nomor: IDM 000321389, merupakan produk suplemen protein *by-pass* yang menyediakan protein nabati berkualitas tinggi dengan susunan asam amino esensial yang lengkap, dan memiliki sifat lolos degradasi rumen serta memiliki pencernaan yang tinggi dalam usus halus (Prasetyono *et al.*, 2007). Merek GoPro dengan No: IDM 000321388 merupakan produk suplemen protein yang memiliki sifat terdegradasi dalam rumen (*Rumen Degraded Protein=RDP*) dengan melepaskan  $\text{NH}_3$  secara perlahan (*slow release of ammonia= SRA*) yang berfungsi untuk menyediakan Nitrogen bagi mikroba rumen, sehingga populasi mikroba rumen meningkat untuk membantu proses fermentasi dalam rumen, dan memasok protein mikroba yang memiliki nilai biologis (*biological value*) yang tinggi untuk pasca rumen (usus halus). Suplemen pakan Merek Blok Mineral Plus yang sudah disertifikasikan di HKI oleh Prasetyono (2010) dengan No IDM 000321387 dan St-Vit juga sudah disertifikasikan oleh Prasetyono (2019) dengan No. IDM 000661677 merupakan produk suplemen mineral yang digunakan untuk menyediakan mineral makro dan mikro yang melengkapi pakan ruminansia. Selain Protein bypass Merek SOYXYL berbahan dasar kedelai (*Glycine max*) juga telah ditemukan KOROPASS berbahan dasar biji koro pedang (*Canavalia ensiformis*) yang dapat diperoleh secara lokal dengan harga yang lebih murah, dan metode proses pembuatan tepung suplemen protein *bypass* telah dipatenkan dengan nomor paten IDS000002960.

Temuan suplemen protein *bypass* (SOYXYL dan KOROPASS) dan suplemen protein RDP (GoPro) diproses dengan metode HTST (*High Temperature Short Time*) dengan menggunakan rekayasa mesin ekstrusi, mampu memproduksi produk suplemen protein dalam waktu 6 detik/unit bahan, sehingga produk yang dihasilkan memiliki kualitas dan nilai ekonomis yang tinggi. Kombinasi penggunaan SOYXYL dan GoPro dalam formulasi pakan terbukti meningkatkan utilitas protein dan mampu meningkatkan produktivitas ternak ruminansia. Oleh karena itu, serangkaian riset telah dilakukan dalam upaya merekayasa pakan secara berkelanjutan guna meningkatkan produktivitas ternak ruminansia.

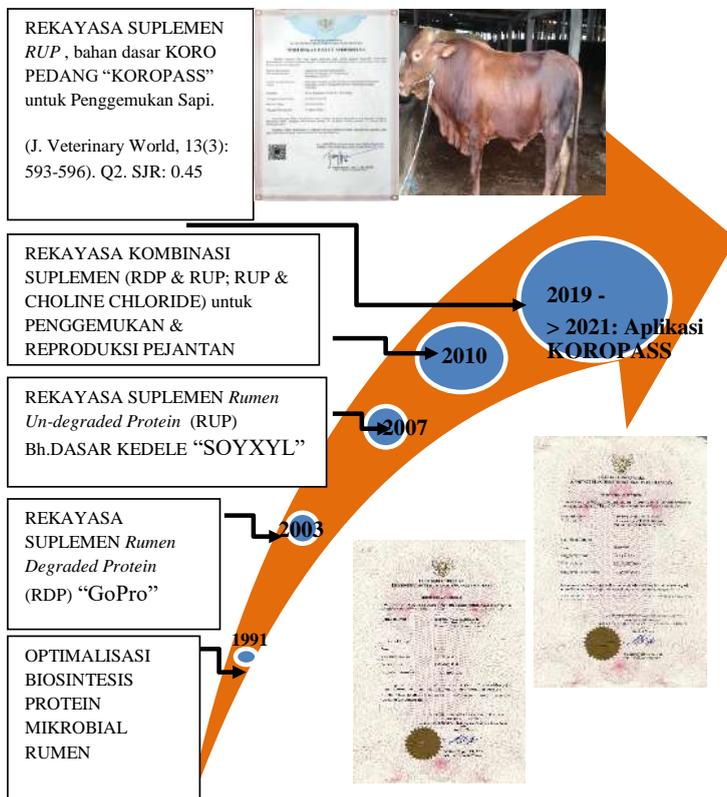
Produk-produk paten yang ditemukan penulis telah diterapkan oleh berbagai perusahaan pakan maupun peternakan sapi, antara lain peternakan sapi PT. Brahman Farm, Koperasi Peternak Wahyu Agung, pabrik pakan UD. Berkah Intan Sentosa, dan PT. LJP. Secara ringkas peta jalan (*road map*) penelitian rekayasa suplemen pakan untuk peningkatan produktivitas ternak ruminansia disajikan pada Gambar 2.

## **2. Rekayasa Suplemen Pakan untuk Optimalisasi Biosintesis Protein Mikrobial Rumen**

Penggunaan bahan pakan sumber protein dalam suatu formulasi pakan pada umumnya relatif mahal, sehingga perlu dicari upaya untuk mengatasi masalah ini melalui penggunaan alternatif bahan lain yang mampu mendukung optimalisasi biosintesis protein mikrobial rumen. Seperti diketahui bahwa pemenuhan kebutuhan asam-asam amino bagi ternak ruminansia dapat berasal dari dua sumber yaitu dari protein pakan yang lolos dari degradasi dalam rumen tetapi masih tercerna didalam usus halus dan dari protein mikrobial rumen yang tercerna didalam usus halus. Protein mikrobial rumen mempunyai kualitas yang baik, dan sumbangan protein mikrobial rumen terhadap pemenuhan kebutuhan asam-asam amino ternak ruminansia dapat mencapai 40-80%. Hal ini berarti bahwa keberhasilan memacu laju pertumbuhan mikrobial (biosintesis protein

mikrobal) rumen akan sangat besar pengaruhnya terhadap pemenuhan kebutuhan asam-asam amino bagi ternak ruminansia.

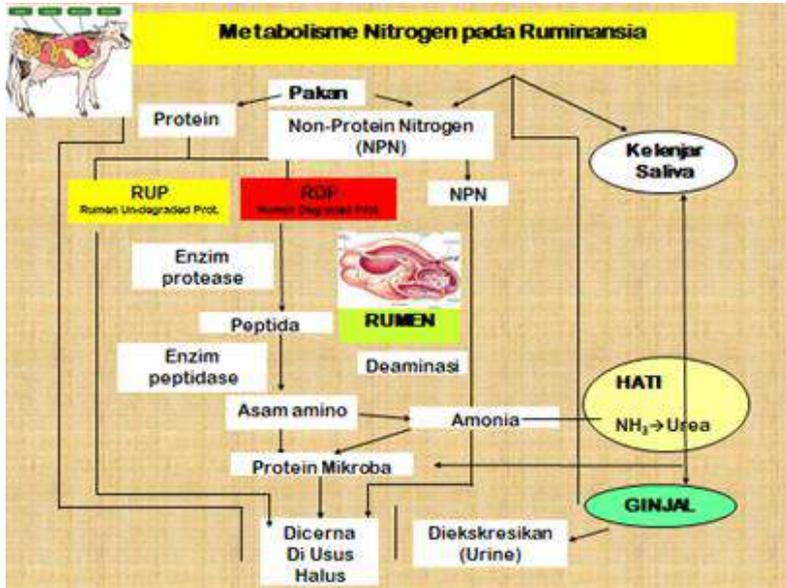
Protein pakan yang masuk dalam rumen sebagian akan terhidrolisis oleh mikrobal rumen dan tingkat hidrolisis protein tersebut tergantung dari daya larutnya yang berkaitan dengan kenaikan kadar amonia. Menurut Yanez-ruiz *et al.*, (2015), berbagai macam bakteri didalam rumen, dari species bakteri proteolitik, seperti *Bacteroides*, *Butyrivibrio*, *Selenomonas* dan species protozoa proteolitik seperti *Entodinium*, *Isotrica*, *Eudiplodinium*, *Ophryoscolex* berperan dalam perombakan protein pakan menjadi peptide, asam amino dan lebih lanjut akan dirombak oleh bakteri deaminase menjadi amonia.



Gambar 2. Road map penelitian rekayasa suplemen pakan ruminansia.

Amonia merupakan senyawa utama untuk biosintesis protein mikrobial dalam rumen, dan ini dapat berasal dari protein pakan, nitrogen bukan protein pakan atau urea darah yang masuk kembali kedalam rumen (*urea recycling*) melalui saliva atau ephitel rumen. Biosintesis protein mikrobial rumen bergantung pada ketersediaan energi yang mudah difermentasi (contoh: pati ubi jalar, pati ubi kayu, molasses, dan jagung), prekursor asam amino, amonia, dan faktor lainnya. Protein yang masuk dalam rumen tidak semuanya didegradasi menjadi amonia. Secara ringkas proses metabolisme Nitrogen pada ruminansia tersebut dijelaskan pada Gambar 3.

Ketersediaan nitrogen yang tidak sejalan dengan ketersediaan sumber energi dan kerangka karbon untuk sintesis mikrobial menyebabkan tingginya konsentrasi amonia di dalam rumen. Pada kondisi normal, kelebihan amonia akan diabsorpsi oleh dinding rumen, masuk ke pembuluh darah dan dibawa ke hati untuk diubah menjadi urea dan dibuang melalui urin. Namun dalam kondisi kadar amonia tinggi, kadar amonia yang dibawa ke hati juga menjadi tinggi, mengakibatkan kadar amonia dalam pembuluh darah perifer menjadi naik sehingga terjadi keracunan (Anggraeny *et al.*, 2015). Peningkatan efisiensi sintesis protein mikrobial dapat dilakukan dengan sinkronisasi waktu ketersediaan sumber nitrogen dan karbon dengan aktivitas mikrobial rumen, sehingga laju degradasi serat kasar di rumen menjadi lebih cepat dan konsumsi pakan meningkat (Widyobroto *et al.*, 2007).



Gambar 3. Metabolisme Nitrogen pada Ruminansia (Mc.Donald *et al.* 2002)

Urea murni mengandung N sebesar 46,7% atau setara dengan 292% protein. Urea dapat digunakan sebagai bahan sumber Nitrogen bukan protein (*Non-Protein Nitrogen=NPN*) untuk suplemen protein dalam pakan ruminansia. Namun demikian, efisiensi penggunaannya terbatas, karena urea cepat melepaskan amonia begitu kontak dengan enzim urease didalam cairan rumen.

Kecepatan pelepasan amonia mencapai empat kali lebih cepat dari kecepatan penggunaannya oleh mikrobial rumen. Jumlah dan jenis karbohidrat sebagai sumber energi menentukan tingkat efisiensi pemanfaatan urea oleh mikrobial rumen. Mikrobial rumen memfermentasi dan mengubah sejumlah besar komponen karbohidrat menjadi asam lemak terbang yang menghasilkan energi dalam bentuk ATP. Menurut Helmer dan Bartley (1971), sumber karbohidrat seperti pati dan gula lebih efektif dari pada karbohidrat lain dalam meningkatkan penggunaan NPN yang terdegradasi untuk pertumbuhan mikrobial rumen secara *in vitro* maupun *in vivo*. Penggunaan pati berpengaruh lebih baik sebagai sumber energi, karena pati dalam

menyediakan kerangka karbon dan energi lebih sejalan dengan pelepasan nitrogen dari NPN, misalnya urea. Menurut Sofyan (1983), proses pengukusan pati dapat berakibat ikatan pati menjadi lebih longgar sehingga terjadi pembebasan amilosa yang akan menyebabkan daya larutnya meningkat. Melalui proses pengukusan pati, akan mempercepat pemecahan pati oleh mikrobial rumen sehingga pelepasan energinya akan sejalan dengan pelepasan amonia dari senyawa NPN yang mudah dihidrolisis, seperti urea dan akibatnya amonia dapat digunakan lebih efisien oleh mikrobial rumen.

Hasil penelitian secara *in vitro* yang telah dilakukan Prasetyono (1992) menunjukkan bahwa rekayasa suplemen pakan berbahan dasar ubi jalar dan urea, melalui sinkronisasi perlakuan waktu pengukusan ubi jalar selama 1 jam dan penambahan urea 2% bahan kering (BK) menghasilkan konsentrasi amonia 9,32 mM, dan konsentrasi ini cukup untuk mendukung sintesis protein mikrobial rumen yang tinggi yaitu 192,5 mg/liter/jam. Peningkatan laju sintesis protein mikrobial rumen ini sangat besar artinya untuk peningkatan pasokan protein bagi ternak, karena protein mikrobial rumen mempunyai kualitas yang baik, yang mana sumbangan protein mikrobial rumen terhadap kebutuhan asam amino bagi ternak ruminansia dapat mencapai 40 – 80%.

### **3. Rekayasa Suplemen Protein GoPro sebagai sumber suplemen *Rumen Degraded Protein (RDP)* dengan tingkat perlambatan pelepasan amonia (*Slow release of ammonia*) yang aman.**

Dengan adanya perkembangan teknologi, penulis berupaya untuk meneruskan penelitian sebelumnya (Prasetyono, 1992), karena teknik rekayasa pemrosesan bahan suplemen untuk memacu pertumbuhan mikrobial rumen masih memerlukan energi yang terlalu banyak dan relatif kurang praktis dalam aplikasinya. Oleh karena itu, pada tahun berikutnya penulis mencoba rekayasa teknologi lain melalui perlambatan kecepatan pelepasan amonia di dalam rumen asal urea, dengan cara pemasakan ubi kayu dan urea pada suhu tinggi dengan waktu singkat (*High Temperature Short Time = HTST*) menggunakan

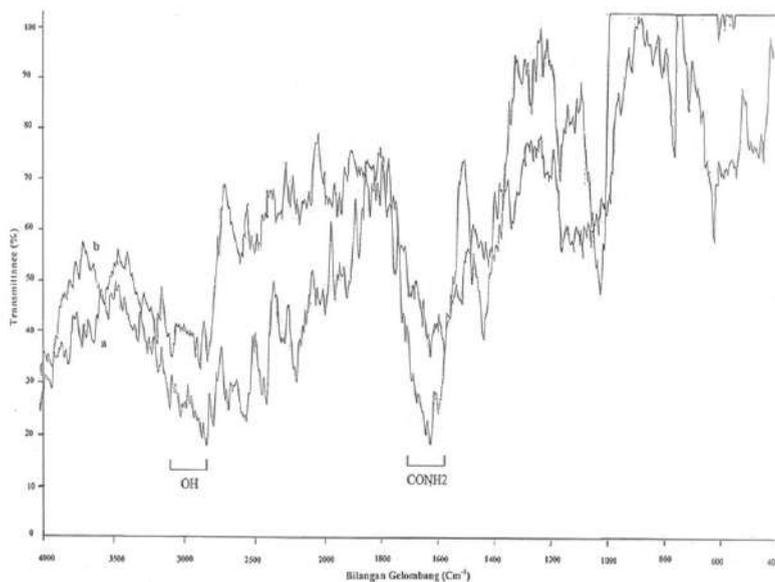
mesin ekstrusi hasil modifikasi penulis, sehingga dihasilkan produk kompleks ubikayu-urea (selanjutnya di sertifikasi HKI dengan Merek **GoPro**). Ekstrusi bahan sumber pati dengan urea dapat memperlambat laju pelepasan amonia di rumen (Antonelli *et al.*, 2004). Diharapkan dalam bentuk kompleks ini, maka pelepasan N-amonia asal urea di dalam rumen dapat diperlambat dan dapat meningkatkan efisiensi penggunaan nitrogen oleh mikrobial rumen. Jadi GoPro ini merupakan suplemen RDP yang memiliki karakteristik terdegradasi di rumen dengan laju diperlambat.

Hasil riset Prasetyono *et al.* (2008), menunjukkan bahwa suplemen RDP dengan komposisi urea 22% dalam formula mampu menyediakan VFA yang optimal untuk sintesis protein mikrobial rumen. Bersama-sama dengan amonia, VFA merupakan bahan utama pembentukan protein mikrobial rumen yang berguna bagi ruminansia. Konsentrasi VFA rumen merupakan salah satu tolok ukur untuk menilai fermentabilitas pakan dan erat kaitannya dengan aktivitas dan populasi mikrobial rumen. VFA lebih mencerminkan ketersediaan sumber energi bagi ternak ruminansia. VFA dihasilkan dari hidrolisis enzimatik karbohidrat menjadi glukosa dan selanjutnya difermentasikan oleh mikrobial rumen menghasilkan VFA, gas, dan air.

Proses ekstrusi pada bahan GoPro mampu menurunkan konsentrasi amonia rumen ( $p < 0,05$ ) dibandingkan tanpa ekstrusi (Prasetyono *et al.*, 2008). Hasil ini disebabkan menurunnya fermentabilitas bahan akibat pembentukan kompleks ubi kayu-urea pada proses ekstrusi. Fenomena ini menunjukkan bahwa ekstrusi mampu meredam laju pelepasan  $\text{NH}_3$  (*Slow Release of Ammonia=SRA*) dari kompleks ubi kayu-urea, sehingga pasokan  $\text{NH}_3$  dalam rumen dapat terkendali. Konsentrasi  $\text{NH}_3$  rumen merupakan salah satu tolok ukur untuk menilai fermentabilitas pakan dan erat kaitannya dengan aktivitas dan populasi mikrobial rumen. Selain itu, konsentrasi amonia rumen merupakan kunci bagi sintesis mikrobial rumen. Apabila kandungan protein pakan rendah atau protein pakan tahan degradasi, maka konsentrasi amonia rumen akan rendah dan sintesis mikrobial rumen terhambat yang pada akhirnya pemecahan karbohidrat menjadi

lambat. Sebaliknya apabila konsentrasi amonia yang dilepas dari sumber nitrogen bukan protein, seperti urea terlalu cepat dan melebihi kecepatan penggunaannya oleh mikrobial rumen, maka amonia akan terakumulasi dalam darah sehingga dapat mengakibatkan racun (*toxic*) bagi ternak.

Guna menguji pembentukan kompleks ubi kayu-urea, maka pada percobaan ini juga dilakukan analisis bilangan gelombang gugus fungsi pada GoPro 1 (tanpa ekstrusi) dan GoPro2 (ekstrusi) yang mewakili GoPro terbaik, melalui rekaman spectra inframerah dengan alat *Spectrophotometry Infra Red*, seperti yang tersaji pada Gambar 4. Berdasarkan Gambar 4 tampak adanya perbedaan pola spektra pada bilangan gelombang 1640-1720  $\text{cm}^{-1}$  dan 3000-3600  $\text{cm}^{-1}$  antara perlakuan tanpa ekstrusi (spectra a) dengan perlakuan ekstrusi (spectra b). Pada bilangan gelombang 1640-1720  $\text{cm}^{-1}$  merupakan pola spektra dari gugus fungsi  $\text{CONH}_2$  (amida) yang berasal dari urea sedangkan pada bilangan gelombang 3000 - 3600  $\text{cm}^{-1}$  merupakan pola spektra gugus fungsi OH (hidroksil) yang berasal dari pati ubi kayu. Secara detail, berdasarkan rekaman analisis spectra kedua suplemen protein (GoPro1 vs. GoPro2), maka bilangan gelombang gugus fungsi OH pada GoPro2 meningkat 100  $\text{cm}^{-1}$  yakni dari 3000  $\text{cm}^{-1}$  (GoPro1) berubah menjadi 3100  $\text{cm}^{-1}$  (GoPro2). Sedangkan bilangan gelombang gugus fungsi  $\text{CONH}_2$  pada GoPro2 meningkat 20  $\text{cm}^{-1}$  yakni dari 1640  $\text{cm}^{-1}$  (GoPro1) berubah menjadi 1660  $\text{cm}^{-1}$  (GoPro2). Berdasarkan rumus  $E = h \cdot \nu$ , dimana  $E$  = energi radiasi electromagnet,  $h$  = konstanta Planck ( $6.63 \times 10^{-34}$ ), dan  $\nu$  = bilangan gelombang (Skoog *et al.*, 1992), maka meningkatnya bilangan gelombang ini mengindikasikan bahwa energi ikat pada persenyawaan kompleks ubi kayu-urea melalui ikatan antara  $\text{NH}_2$  (asal urea) dengan atom karbon nomer 6 dari unit polisakarida (pati ubi kayu) semakin besar, dan ikatan ini sangat sulit dipecah kecuali dengan bantuan *biocatalyst* berupa enzim-enzim yang ada dalam rumen.



Gambar 4. Spektrum infra merah pada GoPro1 (a) dan GoPro2 (b).

Variabel lain yang digunakan untuk menguji kualitas suplemen GoPro, adalah uji pencernaan protein. Pencernaan protein mencerminkan mutu protein yang masuk ke dalam usus halus setelah melalui rumen, baik yang berupa protein mikrobial maupun protein pakan. Pencernaan protein pada GoPro1 (proses tanpa ekstrusi) lebih rendah ( $p < 0,05$ ) dibandingkan dengan dengan GoPro2 melalui proses ekstrusi. Fenomena ini menunjukkan bahwa proses ekstrusi mampu meningkatkan mutu protein yang masuk ke usus halus. GoPro dengan komposisi urea 22% menghasilkan pencernaan protein tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya (Prasetyono *et al.*, 2008) yaitu 76,16%. Tingginya pencernaan protein pada perlakuan GoPro2 disebabkan produksi protein mikrobial pada perlakuan ini menunjukkan angka yang lebih besar (29,04 mg) diantara perlakuan lainnya. Hasil ini membuktikan bahwa protein mikrobial rumen mempunyai kualitas yang baik dan pencernaan yang tinggi serta sangat besar artinya untuk peningkatan pasokan protein bagi ternak. Menurut Stern *et al.* (2006) karena protein mikrobial memiliki kualitas yang

tinggi, maka sangat penting untuk memaksimalkan sintesis protein mikrobial dalam rumen. Disebutkan pula bahwa sintesis protein mikrobial dalam rumen memiliki kontribusi yang besar terhadap pasokan protein ke dalam usus halus ruminansia yaitu antara 50 – 80% dari total protein yang diabsorpsi. Jumlah total protein mikrobial yang masuk dalam usus halus tergantung pada ketersediaan nutrisi dan efisiensi penggunaan nutrisi-nutrisi tersebut oleh mikrobial rumen. GoPro selain mampu menyediakan suplai  $\text{NH}_3$  yang efisien juga mampu bertindak sebagai sumber energi dan kerangka karbon bagi pertumbuhan mikrobial rumen.

#### **4. Rekayasa Suplemen Protein *Bypass* “SOYXYL” berbahan dasar biji kedele (*Glycine Max*) dengan metode *HTST*.**

Sampai saat ini penggunaan bahan pakan sumber protein nabati, masih kurang efisien dan memiliki beberapa kendala dalam tingkat serapannya didalam usus halus, karena mengalami perombakan oleh jasad renik didalam rumen yang disebut mikrobial rumen. Oleh karena itu penulis telah menemukan inovasi suplemen pakan sumber protein nabati, dengan metode *HTST*.

Hasil pemrosesan ekstrusi tepung kedelai terproteksi xylosa *black liquor* (Paten Merek SOYXYL) memiliki tekstur keras dan remah serta beraroma. Aroma produk ini berbau enak dan diharapkan dapat meningkatkan palatibilitas bila dikonsumsi oleh ternak ruminansia. Bau yang enak ini, karena adanya reaksi *mailard* antara protein kedelai dan gula xylosa yang berasal dari *black liquor* (BL).

Secara umum produk ekstrusi sangat efisien bila diproduksi dalam jumlah besar atau skala industri, karena proses pembuatannya yang cepat (*High Temperature Short Time =HTST*), dan produk yang dihasilkan juga seragam. Proses ekstrusi berkemampuan merusak senyawa toksik, tidak banyak menimbulkan limbah serta memudahkan dalam hal transportasi produk, karena berat bahan menjadi ringan.

Berdasarkan hasil riset Prasetyono *et al.* (2007), perlakuan proteksi xylosa BL 3% pada tepung kedelai terekstrusi sudah mampu menurunkan konsentrasi  $\text{NH}_3$  rumen. Penurunan konsentrasi  $\text{NH}_3$  ini

akibat kemampuan xylosa dalam *black liquor* dalam memproteksi protein kedelai dari degradasi oleh mikroba rumen, sehingga mampu meningkatkan pasokan protein kedelai ke usus halus (*bypass* protein). Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Cleale *et al.* (1987), yang menggunakan xylosa murni pada reaksi *mailard* dengan protein kedelai, dan didapat bahwa melalui reaksi *mailard* dapat menekan pelepasan amonia dari tepung kedelai dalam rumen. Lebih lanjut disebutkan bahwa xylosa merupakan gula pentosa yang paling reaktif dalam proses pemanasan reaksi *mailard*. Menurut Nakamura *et al.* (1992) penurunan availabilitas protein dalam rumen disebabkan karena adanya reaksi *mailard* antara gula aldehid dengan grup asam amino bebas.

Bobot protein endapan juga merupakan peubah untuk melihat besarnya sumbangan protein pascarumen (*bypass* protein) dari pakan untuk ternak ruminansia. Protein endapan ini merupakan campuran protein pakan yang lolos dari degradasi mikroba rumen bersama-sama dengan protein mikroba rumen. Perlakuan proteksi xylosa BL pada tepung kedelai terekstrusi berpengaruh nyata ( $p < 0,05$ ) terhadap bobot protein endapan. Perlakuan xylosa BL sebagai protektor mampu meningkatkan bobot protein endapan. Hasil ini menunjukkan bahwa reaksi *mailard* antara gula aldehid dengan grup asam amino bebas pada proses ekstrusi menyebabkan protein kedelai yang lolos degradasi rumen semakin meningkat. Hasil riset Prasetyono *et al.* (2007) menunjukkan bahwa *bypass* protein kedelai mulai stabil pada kadar BL 3%, dan suhu ekstrusi 150°C sudah cukup menaikkan bobot protein endapan (65,72 mg). Peningkatan bobot protein endapan ini juga mencerminkan besarnya sumbangan protein kedelai yang lolos degradasi rumen semakin meningkat. Demikian juga, pencernaan protein meningkat (76,50%) pada suhu ekstrusi 150°C. Fenomena ini menunjukkan bahwa ekstrusi pada suhu 150°C sudah cukup mampu meningkatkan mutu pasokan protein kedelai ke dalam usus halus.

## 5. Rekayasa Suplemen Protein Sebagai Stimulan Pertumbuhan Sapi Pedaging Melalui Kombinasi GoPro dan SOYXYL

Seperti kita ketahui bahwa jerami padi merupakan hasil samping dari tanaman padi, yang jumlahnya relatif banyak di Indonesia, seiring dengan luas panen tanaman padi di Indonesia yaitu sebesar 10.786.814,17 Ha (BPS, 2020). Menurut Yunilas (2009) potensi produksi jerami padi per Ha bisa menghasilkan 4 – 5 ton bahan kering tergantung pada lokasi dan varietas yang digunakan, sehingga diperkirakan potensi jerami padi di Indonesia bisa mencapai 43.147.256,68 - 53.934.070,85 ton bahan kering per Ha. Namun demikian pemanfaatannya sebagai pakan ternak sapi masih rendah yaitu sekitar 31-39% (Masnun, 2014). Hal ini, karena teknologi yang tersedia kurang aplikatif apabila diterapkan dalam skala besar, sehingga sulit diadopsi oleh peternak di daerah sekitar persawahan padi. Peternak di daerah sekitar lahan persawahan padi, umumnya hanya menggunakan pakan tambahan pada jerami padi berupa dedak padi. Padahal kedua bahan utama ini memiliki kualitas protein yang rendah, yaitu kandungan protein kasar jerami dan dedak padi masing-masing 5,06% dan 8,56% (Prasetyono *et al.*, 2007), sehingga akan mengganggu keseimbangan kebutuhan energi-protein sapi dan kurang efisien penggunaannya. Oleh karena itu, salah satu cara yang strategis dan aplikatif adalah melalui program suplementasi protein pada kedua bahan utama tersebut. Program suplementasi protein ini dipandang strategis karena (1) suplemen memiliki kualitas yang tinggi; (2) dosis pemberiannya rendah; (3) mampu mengatasi masalah defisiensi nutrisi; (4) meningkatkan kapasitas cerna melalui perbaikan metabolisme dan kemampuan mikrobial rumen; (5) praktis dalam penyajiannya, yaitu efisiensi waktu dan mengurangi beban tenaga kerja; (6) berbahan baku lokal dan mampu mendukung usaha pemanfaatan hasil samping (*by product*) pertanian yang kontinyu; (7) mudah diterapkan dan dapat diproduksi dalam skala pabrik pakan mini ditingkat kelompok petani dan peternak.

Disisi lain, bahan pakan sumber protein pada umumnya relatif sulit pengadaannya dan mahal, sehingga ketersediaannya menjadi

kendala. Oleh karena itu, perlu terobosan rekayasa suplemen protein dalam upaya mengefisienkan penggunaan bahan pakan sumber protein dalam pakan yang memiliki daya guna tinggi terhadap ternak sapi pedaging.

Berdasarkan temuan beberapa produk suplemen pakan yang telah di sertifikasi di Ditjen HKI, penulis telah berupaya untuk mengembangkan riset lanjutan untuk menguji kehandalan temuan produk GoPro dan SOYXYL. Riset tersebut telah dilakukan di sebuah perusahaan peternakan sapi “LUWES Farm”, Karanganyar Jawa Tengah.

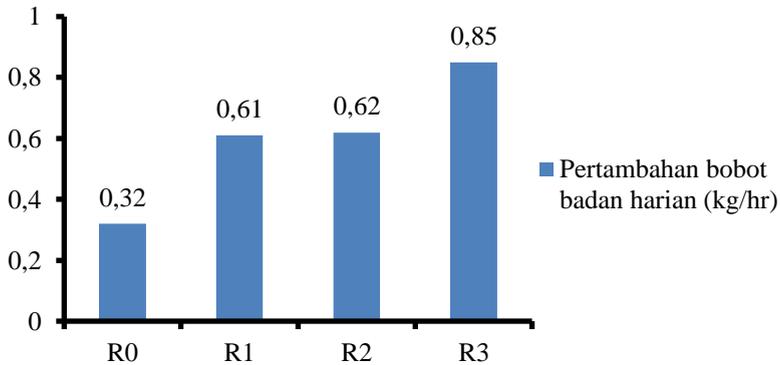
Penelitian tersebut dirancang dalam bentuk perlakuan yang tidak mengganggu pengelolaan ternak dan makanan pokoknya sehari-harinya yang ada di perusahaan tersebut yang berupa jerami dan dedak padi. Harapannya adalah agar hasil yang diperoleh adalah tepat guna dan sesuai dengan lingkungan dan kondisi cara pemberian pakan setempat. Peternak disekitar lingkungan perusahaan, pada umumnya juga memelihara sapi pedaging yang rata-rata memberikan jerami padi dan pakan tambahan berupa dedak padi. Perusahaan peternakan sapi “LUWES Farm” memelihara sapi pedaging dari jenis Peranakan *Frisian Holstein* (PFH) jantan untuk tujuan penggemukan dan PFH betina untuk tujuan produksi susu. Selama percobaan pemberian pakan berlangsung suhu rata-rata lingkungan pada pagi hari 25,3 °C dan siang hari 30,4 °C dengan kelembaban nisbi pada pagi hari 78,15% dan 60,32% pada siang hari. Suhu lingkungan ini sedikit lebih tinggi dari suhu nyaman bagi sapi jenis FH (*Frisian Holstein*) yaitu : 18-20°C.

Berdasarkan produk suplemen yang telah diuji secara *in vitro* pada percobaan terbaik sebelumnya (Prasetyono *et al.*, 2007 dan Prasetyono *et al.*, 2008), yaitu masing-masing disebut GoPro dan SOYXYL digunakan untuk rekayasa formulasi suplemen protein (SPN). SPN ini akan diuji kehandalannya pada ternak sapi pedaging melalui uji *in vivo* dengan mengkombinasikan GoPro dengan SOYXYL untuk meningkatkan penampilan produksi sapi pedaging yang diberi pakan berbasis jerami dan dedak padi. Percobaan ini menggunakan 16 ekor sapi perah jantan umur 12-15 bulan dibagi 4

blok dalam rancangan acak kelompok, dengan perlakuan: R0= kontrol (jerami dan dedak padi), R1= R0 + SPN A, R2= R0 + SPN B, R3= R0 + SPN C. SPN A, B, dan C tersusun dari GoPro : SOYXYL dengan rasio masing-masing 20:80, 50:50, dan 80:20.

Penampilan produksi ternak sapi pedaging yang direfleksikan pada penambahan bobot badan merupakan tujuan utama dalam pengujian suatu pakan, dimana perubahan yang terjadi pada bobot badan adalah akibat dari perlakuan yang diberikan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan penambahan Suplemen Protein (SPN) pada pakan sapi berbasis jerami dan dedak padi berpengaruh nyata ( $p < 0,05$ ) terhadap penambahan bobot badan harian (PBBH). Nilai rata-rata PBBH pada R0, R1, R2, dan R3 masing-masing adalah 0,32, 0,61, 0,62, dan 0,85  $\text{kg.hr}^{-1}$  (Gambar 5). Jadi, ada kenaikan bobot badan sebesar 0,53  $\text{kg.hr}^{-1}$  (62,35%) dari R0 ke R3. Perlakuan R0 menunjukkan PBBH lebih rendah ( $p < 0,05$ ) dibandingkan perlakuan R1, R2, dan R3. Hasil ini mencerminkan bahwa suplementasi protein pada pakan berbasis jerami dan dedak padi mampu meningkatkan PBBH, sedangkan diantara perlakuan penambahan SPN A, B dan C pada pakan berbasis jerami dan dedak padi tidak menunjukkan perbedaan yang nyata. PBBH terendah adalah 0,32  $\text{kg.hr}^{-1}$  (R0) dan tertinggi adalah 0,85  $\text{kg.hr}^{-1}$  dicapai pada pakan R3, yaitu pakan dengan SPN C.

Konsumsi nutrisi yang meliputi bahan kering (BK), bahan organik (BO), dan protein kasar (PK) dapat mempengaruhi PBBH. Nilai rata-rata konsumsi bahan kering pada R0, R1, R2 dan R3 masing-masing adalah 6,41, 7,32, 7,55, dan 7,63  $\text{kg.hr}^{-1}$ . Nilai rata-rata konsumsi bahan kering ini ( $X$ ,  $\text{kg.hr}^{-1}$ ) bila dihubungkan dengan nilai rata-rata PBBH ( $Y$ ,  $\text{kg.hr}^{-1}$ ) mengikuti persamaan regresi  $Y = -1,98 + 0,36 X$  ( $R^2 = 0,90$ ), artinya bahwa setiap peningkatan konsumsi bahan kering sebesar 1  $\text{kg.hr}^{-1}$ , maka PBBH meningkat rata-rata sebesar 0,36  $\text{kg.hr}^{-1}$ .



Gambar 5. Pengaruh pakan perlakuan terhadap pertambahan bobot badan harian

Uji palatibilitas pakan yang merupakan uji daya kesukaan ternak sapi terhadap produk suplemen SPN ini setelah ditambahkan dalam pakan dasar yang berupa jerami dan dedak padi juga telah diamati oleh penulis. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa perlakuan penambahan SPN pada pakan sapi berbasis jerami dan dedak padi berpengaruh nyata ( $p < 0,05$ ) terhadap konsumsi nutrisi. Konsumsi nutrisi pada R1, R2, dan R3 menunjukkan nilai lebih tinggi ( $p < 0,05$ ) dibandingkan R0. Hasil ini menunjukkan bahwa penambahan suplemen protein pada pakan sapi berbasis jerami dan dedak padi dapat meningkatkan konsumsi nutrisi (BK, BO, dan PK). Fenomena ini juga mencerminkan bahwa pakan berbasis jerami dan dedak padi yang disuplementasi protein memiliki palatibilitas lebih tinggi dibandingkan tanpa suplementasi protein. Dengan demikian, pemberian SPN mampu meningkatkan selera makan ternak. Disisi lain, konsumsi bahan kering dan bahan organik pada R1, R2, dan R3 tidak menunjukkan perbedaan yang nyata. Hasil ini menunjukkan bahwa suplementasi protein pada pakan R1, R2, dan R3 memiliki palatibilitas yang sama.

Konsumsi BK pada R0 menunjukkan nilai yang terendah ( $6,41 \text{ kg.hr}^{-1}$ ) sedangkan pakan R3 memiliki nilai tertinggi ( $7,63 \text{ kg.hr}^{-1}$ ). Peningkatan konsumsi bahan kering disebabkan meningkatnya pencernaan pakan, sehingga laju pengosongan isi rumen berlangsung lebih cepat. Konsumsi pakan dapat dipengaruhi oleh suplemen pakan

yang diberikan, kualitas pakan, serta ketersediaan zat-zat makanan seperti protein, karbohidrat dan nutrisi lainnya. SPN C pada R3 mengandung 80% GoPro mampu memperlambat pelepasan amonia (*slow release of ammonia*) dalam rumen, sehingga amonia dapat digunakan lebih efisien untuk pertumbuhan mikrobial rumen yang berpengaruh terhadap peningkatan pencernaan pakan yang pada gilirannya akan meningkatkan konsumsi total pakan.

Peningkatan pertambahan bobot badan yang sangat menonjol akibat pemberian suplemen protein dengan diikuti peningkatan konsumsi bahan kering yang tidak begitu tinggi pada R3 dibandingkan R0, maka akan menyebabkan nilai efisiensi penggunaan pakan cenderung meningkat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan suplemen protein pada pakan berbasis jerami dan dedak padi berpengaruh nyata ( $p < 0,05$ ) terhadap efisiensi penggunaan pakan (Tabel 2). Efisiensi penggunaan pakan pada R1, R2, dan R3 lebih tinggi dibandingkan R0. Hasil ini menunjukkan bahwa suplementasi protein mampu meningkatkan efisiensi penggunaan pakan. Nilai efisiensi penggunaan pakan memiliki arti penting dalam manajemen produksi ternak sapi pedaging, sehingga sering digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam pengambilan keputusan dalam usaha budidaya ternak sapi. Efisiensi penggunaan pakan tertinggi dicapai pada R3 (11%), sedangkan terendah R0 (5,2%).

Tabel 2. Pengaruh pakan perlakuan terhadap efisiensi penggunaan pakan, deposisi protein, energi tercerna, dan energi metan.

	Perlakuan			
	R0	R1	R2	R3
Efisiensi pakan (%)	5,20a±1,4	8,52bc±2,6	8,19b±0,5	11,13c±1,1
Deposisi protein (g.hr <sup>-1</sup> )	166,97a±73,2	302,85b±65,5	353,57b±83,9	398,87b±11,0
Energi tercerna (MJ.hr <sup>-1</sup> )	59,30a±14,88	71,71b±14,28	76,83b±12,38	79,07b±15,03
Energi metan (MJ.kgKBK <sup>-1</sup> .hr <sup>-1</sup> )	1,47a±0,1	1,41ab±0,1	1,40b±0,1	1,40b±0,1

Angka dengan huruf yang berbeda pada baris yang sama berbeda nyata ( $p < 0,05$ ).

Konsumsi bahan organik, polanya hampir mengikuti pola konsumsi bahan kering, yaitu pada R0, R1, R2, dan R3 masing-masing adalah 5,06, 5,87, 6,03, dan 6,13 kg.hr<sup>-1</sup>. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa penambahan SPN pada pakan berbasis jerami dan dedak padi meningkatkan ( $p < 0,05$ ) konsumsi bahan organik. Konsumsi bahan organik terendah adalah 5,06 kg.hr<sup>-1</sup> (R0), dan tertinggi dicapai oleh R3 sebesar 6,13 kg.hr<sup>-1</sup>. Jumlah bahan kering dan organik yang dikonsumsi dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain: a) sifat fisik atau kimia pakan, b) permintaan fisiologis ternak untuk hidup pokok dan produksi sesuai dengan kapasitas saluran pencernaan, c) bobot hidup yang berhubungan dengan perkembangan saluran pencernaan, karena pada umumnya kapasitas saluran pencernaan meningkat seiring dengan bobot hidup sehingga mampu menampung bahan kering dalam jumlah yang banyak.

Peningkatan konsumsi bahan organik ( $p < 0,05$ ) juga akan mempengaruhi peningkatan konsumsi protein ( $p < 0,05$ ) akibat pemberian SPN. Nilai rata-rata konsumsi protein pada R0, R1, R2, dan R3 masing-masing adalah 559,71, 932,42, 995,13, dan 1104,61 g.hr<sup>-1</sup>. Konsumsi protein terendah adalah 559,71 g.hr<sup>-1</sup> (R0) dan yang tertinggi dicapai R3 sebesar 1104,61 g.hr<sup>-1</sup>.

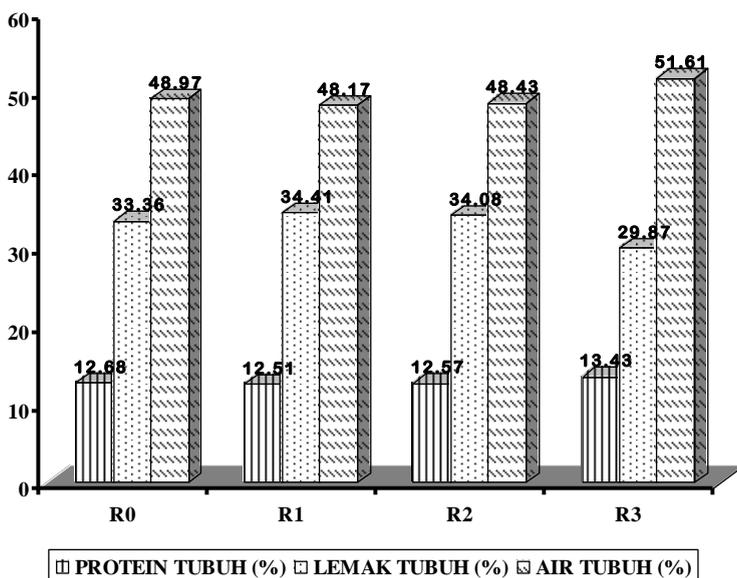
Peningkatan konsumsi protein pada akhirnya juga akan mempengaruhi jumlah protein yang terdeposisi. Deposisi protein dan pencernaan energi meningkat ( $p < 0,05$ ) akibat pemberian SPN. Deposisi protein pada R0, R1, R2, dan R3 masing-masing adalah 166,97, 302,85, 353,57, dan 398,87 g.hr<sup>-1</sup> (Tabel 2). Sedangkan energi tercerna pada R0, R1, R2, dan R3 masing-masing adalah 59,3, 71,71, 76,83, dan 79,07 MJ.hr<sup>-1</sup> (Tabel 2). Deposisi protein dan energi tercerna pada R3 menunjukkan nilai tertinggi diantara perlakuan lainnya, yaitu masing-masing 398,87 g.hr<sup>-1</sup> dan 79,07 MJ.hr<sup>-1</sup>. Peningkatan protein dan energi tercerna ini sangat besar artinya bagi penampilan produksi ternak sapi, karena protein dan energi dibutuhkan oleh tubuh untuk pembentukan organ atau jaringan yang baru terutama pada fase pertumbuhan. Selain itu, peningkatan protein terdeposisi juga membuktikan bahwa ada akumulasi protein dalam komponen

pertumbuhan. Bila dilihat dari pola protein yang terdeposisi, maka nampak memiliki pola yang tidak jauh berbeda dengan pola PBBH. Hasil ini mencerminkan bahwa pengukuran peubah pertambahan bobot badan harian, cukup akurat, dan tidak terlalu jauh berbias. Nilai PBBH ini sangat erat berhubungan dengan peranan deposisi protein akibat penambahan SPN pada pakan sapi berbasis jerami dan dedak padi. Hubungan antara PBBH ( $Y$ ,  $\text{kg}\cdot\text{hr}^{-1}$ ) dengan deposisi protein ( $X$ ,  $\text{g}\cdot\text{hr}^{-1}$ ) mengikuti persamaan  $Y = 0,04 + 0,002X$  ( $R^2=0,93$ ), artinya bahwa setiap peningkatan deposisi protein sebesar  $1 \text{ g}\cdot\text{hr}^{-1}$ , maka PBBH meningkat rata-rata  $2 \text{ g}\cdot\text{hr}^{-1}$ .

Deposisi protein yang berasal dari pakan erat hubungannya dengan sintesis protein daging (*lean meat*) karena sebagian besar protein yang terdeposisi digunakan untuk peningkatan *lean meat* (daging tanpa lemak) tersebut. Karkas yang lebih berdaging (*lean*) banyak mengandung protein, tetapi lemak lebih rendah. Jika deposisi protein dihubungkan dengan produksi *lean meat* ternyata pakan yang paling efisien adalah pakan berbasis jerami dan dedak padi yang diberi SPN C. SPN C dengan komposisi GoPro sebesar 80% dan SOYXYL 20% memiliki kualitas protein yang baik. Hasil ini didukung percobaan sebelumnya yang telah membuktikan kemampuan GoPro dalam meningkatkan produksi protein mikrobial rumen, dan percobaan sebelumnya yang telah membuktikan kemampuan SOYXYL dalam memasok protein bernilai hayati tinggi.

Efek SPN terhadap komposisi tubuh ternak sapi juga evaluasi, karena erat kaitannya dengan kualitas daging. Berdasarkan hasil riset, didapatkan bahwa nilai rataan komposisi tubuh (komposisi protein, lemak, dan air tubuh) ternak melalui pendugaan teknik ruang urea (*urea space*), secara statistik relatif tidak berbeda antar perlakuan-perlakuan yang dicobakan (Gambar 6). Hasil ini membuktikan bahwa efek suplemen protein relatif tidak mengubah komposisi tubuh baik komposisi protein, lemak, dan air tubuh dibandingkan pakan tanpa suplemen protein (R0). Dengan demikian, kekhawatiran akan terjadinya akumulasi air dan lemak tubuh yang berlebihan tidak terjadi akibat dari penggunaan suplemen protein. Kisaran komposisi protein

dan lemak tubuh pada semua perlakuan masih dalam batasan normal, seperti yang direkomendasikan Maynard *et al.* (1979) yaitu lemak tubuh normal antara 12,0-41,0%. Sedangkan kisaran normal protein tubuh seperti yang direkomendasikan Berg and Butterfield (1976) antara 12,40-20,60%.



Gambar 6. Pengaruh pakan perlakuan terhadap komposisi tubuh.

Penulis juga mengamati dampak penggunaan SPN dalam pakan ruminansia terhadap lingkungan, khususnya terhadap emisi metan. Menurut Kurihara *et al.* (1999), bahwa konsumsi pakan memiliki hubungan linier dengan produksi gas metan. Hasil penelitian ini menunjukkan hubungan antara energi gas metan ( $Y$ , MJ.kgKBK<sup>-1</sup>.hr<sup>-1</sup>) dengan konsumsi bahan kering ( $X$ , kg.hr<sup>-1</sup>) mengikuti persamaan  $Y = 1,85 - 0,06X$  ( $R^2 = 0,99$ ), artinya bahwa peningkatan konsumsi bahan kering sebesar 1 kg.hr<sup>-1</sup>, maka energi metan menurun rata-rata sebesar 0,06 MJ.kgKBK<sup>-1</sup>.hr<sup>-1</sup>. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa efek pemberian SPN mampu mereduksi ( $p < 0,05$ ) energi gas metan (Tabel 2). Reduksi metan ini juga dapat

disebabkan oleh meningkatnya efisiensi fermentasi pakan dalam rumen akibat peningkatan sintesis mikrobial rumen. Hasil ini didukung data pada Tabel 3 bahwa efek penambahan suplemen protein pada pakan berbasis jerami dan dedak padi dapat meningkatkan sintesis mikrobial rumen. Hubungan antara energi gas metan ( $Y$ , MJ.kgKBBK<sup>-1</sup>.hr<sup>-1</sup>) dengan sintesis mikrobial rumen ( $X$ , gN.hr<sup>-1</sup>) mengikuti persamaan  $Y=1,51-0,002X$  ( $R^2= 0,90$ ), artinya bahwa setiap peningkatan sintesis mikrobial rumen sebesar 1 gN.hr<sup>-1</sup>, maka energi metan menurun rata-rata sebesar 0,002 MJ.kgKBBK<sup>-1</sup>.hr<sup>-1</sup>. Hasil penelitian ini mendukung penelitian Leng (1991), bahwa pemberian suplemen urea pada jerami padi dapat mereduksi gas metan. Disebutkan pula bahwa kontribusi gas metan asal ternak ruminansia (sapi, kambing, domba) terhadap pemanasan global atmosfer, diestimasikan berkisar 15-25% dari produksi metan global. Hasil penelitian ini juga mencerminkan bahwa pemberian suplemen protein pada pakan berbasis jerami dan dedak padi, memiliki kontribusi terhadap penurunan emisi gas metan, sehingga produk rekayasa SPN ini berpeluang ramah lingkungan.

### **5.a. Kecernaan Nutrien dan Sintesis Protein Mikrobial**

Kecernaan merupakan perubahan fisik dan kimia yang dialami bahan makanan dalam alat pencernaan. Perubahan tersebut dapat berupa penghalusan makanan menjadi butir-butir atau partikel kecil, atau penguraian molekul besar menjadi molekul kecil. Selain itu, dalam alat pencernaan terutama pada ruminansia, bahan makanan mengalami pula perombakan, sehingga sifat-sifat kimia bahan makanan berubah.

Nilai rata-rata kecernaan zat-zat makanan (bahan kering, bahan organik dan protein), dan sintesis N mikrobial disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengaruh pakan perlakuan terhadap pencernaan nutrien, dan sintesis N mikrobial rumen

Peubah	Perlakuan			
	R0	R1	R2	R3
Kecernaan BK (%)	43,17a±3,0	49,14b±2,4	50,17b±2,2	50,42b±2,1
Kecernaan BO (%)	50,18a±3,2	55,17b±2,6	56,54b±2,2	56,6b±1,7
Kecernaan protein (%)	54,44a±1,5	67,50b±2,8	69,83b±2,0	73,53c±1,2
Sintesis N mikrobial rumen (gN.hr <sup>-1</sup> )	26,83a±7,5	50,80b±14,8	65,20b±11,55	70,15b±16,7

Angka dengan huruf yang berbeda pada baris yang sama berbeda nyata ( $p < 0,05$ ).

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa penambahan SPN pada pakan berbasis jerami dan dedak padi mampu meningkatkan ( $p < 0,05$ ) pencernaan nutrien (bahan kering, bahan organik dan protein). Pengaruh perlakuan terhadap pencernaan bahan kering, bahan organik, dan protein memiliki pola yang sama, dimana R1, R2, dan R3 berbeda ( $p < 0,05$ ) dengan R0, sedangkan diantara R1, R2, dan R3 tidak menunjukkan perbedaan. Kecernaan bahan kering, bahan organik, dan protein pada pakan dengan SPN C (R3) memiliki nilai tertinggi, masing-masing adalah 50,4, 56,6, dan 73,53%, sedangkan pakan tanpa suplementasi (R0) memiliki nilai terendah masing-masing 43,17, 50,18, dan 54,44% (Tabel 3). Hasil ini menunjukkan bahwa pakan dengan SPN C (R3) mampu menyediakan energi dan protein yang optimal bagi pertumbuhan mikrobial rumen, sehingga pencernaan nutrien meningkat. SPN C mengandung 80% GoPro, dan sebagaimana hasil percobaan sebelumnya bahwa GoPro mampu memproduksi protein mikrobial yang optimal. Bila dibandingkan dengan R0 maka pakan dengan SPN C (R3) mampu meningkatkan pencernaan bahan kering dan bahan organik sebesar masing masing 16,8% dan 12,8%. Hasil penelitian ini lebih besar dari temuan Wu *et al.* (2005), suplementasi *urea-mineral lick block* pada pakan ruminansia berbasis jerami padi mampu meningkatkan ( $p < 0,05$ ) pencernaan bahan kering dan bahan organik sebesar masing masing 13,1% dan 12,7% dibandingkan tanpa suplemen. Peningkatan nilai pencernaan bahan

kering (16,8%) pada penelitian ini juga lebih besar dari hasil percobaan *In situ* oleh Golombeski *et al.* (2006) yang mendapatkan peningkatan pencernaan bahan kering pada produk *Slow-release Urea (SU)* sebesar 8,44% dibandingkan tanpa menggunakan *SU*.

Peningkatan pencernaan protein pada R3 memberi indikasi bahwa terjadi peningkatan efisiensi penggunaan protein pakan. Data deposisi protein memperkuat adanya indikasi tersebut (Tabel 2). Nilai pencernaan protein yang diperoleh pada R3 (73,53%) lebih tinggi dari pada percobaan *in vivo* Golombeski *et al.* (2006) sebesar 62,2% yang menggunakan produk *SU* pada pakan sapi perah sedang laktasi.

Konsep nutrisi ruminansia yang berkembang pada akhir-akhir ini banyak difokuskan terhadap upaya memaksimalkan produksi protein mikrobial rumen (Chumpawadee *et al.*, 2006), karena dipandang lebih efisien dari pada menggunakan protein murni dari pakan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sintesis N mikrobial rumen meningkat ( $p < 0,05$ ) akibat pemberian SPN. Nilai rata-rata sintesis protein mikrobial rumen pada R0, R1, R2, dan R3 masing-masing adalah 26,83, 50,80, 65,20, dan 70,15 g N.hr<sup>-1</sup>. Hasil tertinggi sintesis N mikrobial rumen dicapai pada R3 (70,15 gN.hr<sup>-1</sup>), sedangkan yang terendah adalah R0 (26,83 gN.hr<sup>-1</sup>). Peningkatan sintesis N mikrobial rumen ini sangat besar artinya untuk peningkatan aktivitas fermentasi rumen maupun untuk pasokan protein ke usus halus. Peningkatan sintesis mikrobial rumen juga berlanjut pada peningkatan pencernaan zat-zat makanan. Protein mikrobial yang diproduksi didalam rumen oleh berbagai mikroorganisme merupakan sumber utama protein untuk ruminansia dan pendugaan efisiensi produksi protein mikrobial adalah sangat penting dalam nutrisi ruminansia (Srinivas and Krishnamoorthy, 2005).

Proporsi GoPro (80%) yang lebih besar dari pada SOYXYL (20%) dalam SPN C pada pakan R3 berdampak positif terhadap peningkatan sintesis mikrobial rumen (Tabel 3). Hasil ini didukung percobaan sebelumnya, bahwa suplemen protein GoPro ini mampu menghasilkan produksi protein mikrobial yang optimal. Disisi lain, fenomena ini juga menunjukkan bahwa peningkatan sintesis mikrobial

rumen pada R3 dibandingkan perlakuan lainnya, berdampak terhadap menurunnya penggunaan SOYXYL sebagai sumber suplemen RUP. Menurut Chumpawadee *et al.* (2006), produksi protein mikrobial rumen yang tinggi dapat menurunkan kebutuhan suplementasi RUP. Berkurangnya proporsi penggunaan RUP, maka secara ekonomis akan menurunkan biaya pakan (*feed cost*) dalam suatu manajemen pengelolaan sapi, karena suplemen RUP berbahan baku utama tepung protein kedelai berharga relatif mahal. Sebaliknya GoPro berbahan baku utama ubi kayu dan urea, selain mudah didapat juga relatif lebih murah. Hasil penelitian ini didukung oleh temuan Golombeski *et al.* (2006), bahwa penggantian penggunaan tepung kedelai dengan produk SU mampu meningkatkan efisiensi pakan pada pakan sapi perah yang sedang laktasi. Produksi protein mikrobial rumen sebagian besar tergantung pada ketersediaan karbohidrat dan nitrogen dalam rumen. Proporsi GoPro sebesar 80% dalam SPN C mengandung sejumlah besar ubi kayu (68%) juga merupakan sumber karbohidrat potensial, sehingga GoPro selain menyediakan N juga bertindak sebagai penyedia kerangka karbon dan energi untuk sintesis mikrobial rumen. Hasil penelitian ini menguatkan temuan Shabi *et al.* (1998) bahwa ketersediaan energi dalam rumen (*Ruminal degradable organic matter*) merupakan faktor pembatas terpenting dalam penggunaan N rumen oleh mikrobial rumen. Khampa *et al.* (2006) juga menemukan bahwa ubi kayu dalam pakan dapat meningkatkan populasi bakteri, dan memperbaiki pasokan N mikrobial dalam rumen.

### **5.b. Kadar Urea dan Amonia Darah**

Guna mengetahui apakah produk suplemen pakan sumber protein ini bersifat aman dan tidak meracuni ternak sapi, diperlukan uji kadar urea dan ammonia darah ternak sapi. Hasil pengukuran kadar urea dan amonia darah sebelum dan sesudah makan pada sapi-sapi percobaan yang dilakukan pada akhir pengamatan disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4 Kadar urea dan amonia darah sebelum dan sesudah makan.

Peubah	Perlakuan			
	R0	R1	R2	R3
Urea darah sebelum makan (mg%)	17,17a±6,1	25,90b±6,1	26,04b±3,9	26,72b±2,1
Urea darah setelah makan (mg%)	19,21a±7,8	31,52b±2,3	33,75b±6,6	37,56b±5,8
Amonia darah sebelum makan (mg%)	0,70a±0,1	0,68a±0,1	0,75a±0,1	0,76a±0,03
Amonia darah setelah makan (mg%)	0,70a±0,1	0,81a±0,4	0,87a±0,4	0,96a±0,24

Angka dengan huruf yang berbeda pada baris yang sama berbeda nyata ( $p < 0,05$ ).

Suplementasi protein pada pakan berbasis jerami dan dedak padi berpengaruh nyata ( $p < 0,05$ ) terhadap kadar urea darah, baik sebelum maupun 3 jam sesudah mengkonsumsi pakan. Kadar urea darah akibat suplementasi protein pada pakan berbasis jerami dan dedak padi (R1, R2, dan R3) menunjukkan nilai lebih tinggi ( $p < 0,05$ ) dibandingkan dengan tanpa suplementasi protein (R0). Fenomena ini menunjukkan bahwa penambahan suplemen protein pada pakan berbasis jerami dan dedak padi dapat meningkatkan kadar urea darah. Peningkatan kadar urea darah ini diduga berhubungan erat dengan meningkatnya kadar amonia rumen akibat penambahan SPN dalam pakan. Hasil penelitian Chanjula *et al.* (2004), menunjukkan bahwa peningkatan kadar amonia rumen juga akan meningkatkan level urea darah. Namun demikian, kadar urea darah akibat penambahan SPN A, SPN B, dan SPN C tidak menunjukkan perbedaan yang nyata, dan nilainya masih dibawah batas toleransi maximal bagi ternak sapi, dimana kadar maksimal urea darah yang direkomendasikan oleh INRA (1978) adalah 40 mg%. Kadar urea darah setelah 3 jam makan terendah pada R0 (19,21 mg%) dan tertinggi pada R3 (37,56 mg%), sehingga dinyatakan aman bagi ternak sapi. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa penambahan suplemen protein pada pakan berbasis jerami dan dedak padi tidak menunjukkan efek yang nyata terhadap kadar amonia darah, baik sebelum maupun 3 jam sesudah

mengonsumsi pakan (Tabel 4). Hasil ini menunjukkan bahwa kadar amonia darah tidak mengalami peningkatan akibat penambahan suplemen protein, baik sebelum maupun 3 jam sesudah diberi pakan. Fenomena ini membuktikan bahwa N amonia rumen yang berasal dari hidrolisis SPN dapat digunakan dan diabsorpsi di dalam rumen untuk sintesis protein mikrobial rumen yang optimal. Hasil percobaan sebelumnya membuktikan kemampuan GoPro dalam menyediakan protein terdegradasi secara lambat (*SRA*) dan N-amonia rumen mampu digunakan oleh mikrobial rumen secara optimal, sehingga N amonia yang masuk kedalam sirkulasi darah masih dalam ambang batas yang normal dan aman bagi ternak sapi. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kadar amonia darah setelah 3 jam diberi pakan berkisar antara 0,7 mg% - 0,96 mg%. Nilai kisaran kadar amonia darah pada semua perlakuan ini masih dibawah batas toleransi maximal, dimana batas toleransi maximal kadar amonia darah adalah 5 mg% (Stanton and Whittier, 2006). Hasil penelitian ini juga sejalan dengan penelitian Huntington *et al.* (2006), bahwa suplemen produk *Slow-release Urea* (*SU*) mampu mengurangi konsentrasi N amonia plasma darah bila dibandingkan dengan suplemen urea pada sapi perah jantan yang diberi pakan berbasis hijauan, dan dikemukakan bahwa produk *SU* juga efektif dalam menekan laju pelepasan amonia dalam rumen.

### **5.c. Prospek Penerapan Pengembangan Program Suplementasi Protein**

Penggunaan suplemen protein memberikan prospek dan dampak yang positif terhadap peningkatan produksi sapi pedaging yang diberi pakan berbahan utama jerami dan dedak padi. Dampak peningkatan ekonomis yang telah dibuktikan dengan bertambahnya *income over feed cost* (IOFC) akibat penggunaan suplemen protein, maka akan merangsang masyarakat petani dan peternak di daerah persawahan padi untuk dapat mengoptimalkan penggunaan jerami dan dedak padi sebagai pakan ternak. Dampak yang lebih luas adalah petani dan peternak di daerah persawahan padi akan termotivasi untuk dapat mengembangkan dan meningkatkan produktivitas ternak sapi,

sehingga akan mengurangi kesenjangan antara produksi jerami padi dan populasi sapi pedaging di Indonesia, yang mana potensi jerami padi melimpah sedangkan populasi sapi pedaging sedikit.

Bila dilihat dari segi pengembangan wilayah, penerapan program suplementasi protein di daerah persawahan padi akan berdampak positif dengan terbangunnya kantong-kantong produksi sapi dalam suatu sistem integrasi padi sawah dan ternak sapi (*Crop Livestock System*) secara optimal. Penerapan program suplementasi protein di daerah persawahan padi, akan menjamin sistem keberlanjutan usaha tani baik usaha tani padi maupun usaha ternak sapi. Oleh karena itu, program suplementasi protein ini secara tidak langsung dapat mendukung upaya pemerintah Indonesia dalam meningkatkan produksi padi dan ketersediaan daging.

Teknik penyajian suplemen protein cukup praktis, karena hanya mencampurkannya pada bahan utama dedak padi, sehingga efisien waktu dan mengurangi beban tenaga kerja. Suplemen protein ini dapat dibuat dari bahan baku lokal (seperti ubi kayu, urea, dan kedelai), sehingga membuka peluang untuk didirikan pabrik-pabrik pakan mini di daerah sekitar persawahan padi melalui pemberdayaan usaha kelompok petani dan peternak. Secara umum, alternatif pengembangan program suplementasi protein yang dapat dilakukan ke depan adalah:

1. Pendirian pabrik pakan mini di daerah sekitar persawahan padi dengan memanfaatkan penggunaan suplemen protein.
2. Mendorong pabrik penggilingan beras (*huller*) untuk melakukan diversifikasi usaha pembuatan dedak *plus*, yaitu dedak yang diperkaya dengan suplemen protein.
3. Menggerakkan dan memperluas penyebaran sapi pedaging di daerah persawahan padi.

## 6. Rekayasa Suplemen Protein *Bypass* berbahan dasar biji koro pedang (*Canavalia ensiformis*) dengan metode *HTST* dan aplikasinya terhadap penampilan produksi sapi pedaging

Penulis juga berupaya untuk mencari alternatif bahan dasar lain sebagai sumber RUP /protein *bypass* yang relatif lebih murah harganya dan tersedia secara lokal di Indonesia, yaitu koro pedang. Koro pedang (*Canavalia ensiformis*) adalah salah satu leguminosa yang toleran terhadap iklim Indonesia, tetapi belum digunakan sebagai suplemen protein untuk pakan. Biji koro pedang memiliki beberapa keunggulan antara lain: kandungan protein tinggi yaitu 34,6%, lemak kasar 2,4%, serat kasar 1,2%, abu 2,8%, dan kadar air 12,5%. Namun, perlu ditemukan lebih banyak informasi tentang degradasi protein dalam rumen dan teknik penanganannya sehingga utilitas protein dapat ditingkatkan sebagai suplemen protein, terutama untuk ruminansia. Beberapa teknik pemrosesan panas yang sederhana dan mudah diaplikasikan adalah proses pemanasan melalui sangrai, oven, dan ekstrusi. Namun, teknik proses pemanasan yang paling optimal perlu dipelajari untuk meningkatkan kualitas nutrisi dan efisiensi penggunaan biji koro pedang untuk ruminansia. Perlakuan panas pada pakan kaya protein dapat meningkatkan efisiensi pemanfaatan protein, karena proses pemanasan dapat mengakibatkan rantai peptida dan karbohidrat terikat, sehingga dapat menurunkan degradasi protein dalam rumen dan meningkatkan ketersediaan protein kasar dan amino asam yang masuk ke usus halus. Namun, *overheating* dapat mengakibatkan fraksi protein tidak tercerna, sehingga dapat menurunkan nilai protein. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknologi Pakan Fakultas Peternakan dan Pertanian, Undip. Penelitian dirancang untuk menentukan teknik proses pemanasan yang optimal sehingga nilai protein biji koro pedang dapat dimanfaatkan secara efisien oleh ruminansia sebagai suplemen protein *by-pass* melalui penelitian karakteristik rumen *in vitro* (Prasetyono *et al.*, 2018b). Sampel biji koro pedang dibagi menjadi 4 kelompok perlakuan yaitu, H0: tanpa pemrosesan, H1: disangrai pada 115°C selama 10 menit, H2: Pemanasan dengan oven pada 110°C selama 30 menit, H3: Ekstrusi

pada 120°C (Prasetyono *et al.*, 2007). Berdasarkan hasil penelitian (Tabel 5), pemanasan nyata ( $p < 0,05$ ) berpengaruh terhadap kadar kadar bahan kering (*dry matter*), kadar abu (*ash*), kadar serat kasar (*crude fiber*), kadar lemak kasar (*ether extract*), kadar protein kasar (*crude protein*).

Tabel 5. Nilai nutrisi biji koro pedang yang diberi perlakuan panas (Bahan Kering).

Variabel	Perlakuan				SEM	Signifikansi
	T0	T1	T2	T3		
<i>Dry matter (%)</i>	86,93 <sup>d</sup>	97,59 <sup>a</sup>	95,50 <sup>b</sup>	89,97 <sup>c</sup>	2,11	$p < 0,05$
<i>Ash (%)</i>	2,23 <sup>c</sup>	2,76 <sup>a</sup>	2,60 <sup>b</sup>	2,49 <sup>b</sup>	1,20	$p < 0,05$
<i>Ether extract (%)</i>	3,61 <sup>ab</sup>	3,29 <sup>b</sup>	3,89 <sup>a</sup>	2,30 <sup>c</sup>	0,15	$p < 0,05$
<i>Crude fiber (%)</i>	7,33 <sup>b</sup>	8,30 <sup>a</sup>	8,21 <sup>a</sup>	7,59 <sup>b</sup>	0,13	$p < 0,05$
<i>Crude protein (%)</i>	23,95 <sup>d</sup>	26,29 <sup>b</sup>	25,87 <sup>c</sup>	26,89 <sup>a</sup>	0,12	$p < 0,05$

**Keterangan:** T0=kontrol; T1=Sangrai; T2=Oven; T3=Ekstrusi.  
<sup>a,b</sup>Superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ( $p < 0,05$ ).

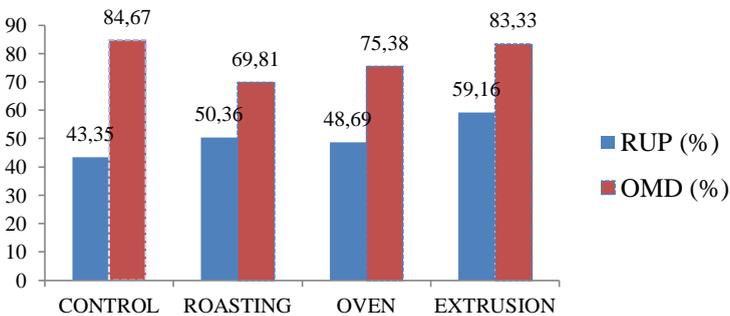
Proses ekstrusi mampu menghasilkan produk biji koro pedang yang paling baik, dilihat dari nyata ( $p < 0,05$ ) meningkatkan kadar protein kasar sebesar 26,89% (Tabel 5) dan RUP sebesar 59,16% (Tabel 6) serta mampu menurunkan ( $p < 0,05$ )  $\text{NH}_3$  di rumen sebesar 2,71 mM (Tabel 6). Produk suplemen terbaik ini dinamakan suplemen protein *bypass* “KOROPASS”, dan metode proses pembuatan produk ini telah dipatenkan tahun 2017 (Nomer Paten IDS000002960). RUP yang tertinggi dicapai pada perlakuan pemanasan ekstrusi (H3) sebesar 59,16%, sedangkan terendah pada perlakuan tanpa pemanasan (H0) sebesar 43,35% (Tabel 6; Gambar 7).

Tabel 6. Karakteristik fermentasi rumen biji koro pedang akibat proses pemanasan yang Berbeda

Karakteristik fermentasi rumen	Perlakuan			
	H0	H1	H2	H3
DMD (%)	82,87 <sup>a</sup>	67,62 <sup>c</sup>	74,03 <sup>b</sup>	81,71 <sup>a</sup>
OMD (%)	84,67 <sup>a</sup>	69,81 <sup>c</sup>	75,38 <sup>b</sup>	83,33 <sup>a</sup>
NH <sub>3</sub> (mM)	5,28 <sup>a</sup>	3,39 <sup>c</sup>	3,83 <sup>b</sup>	2,71 <sup>d</sup>
VFA (ml mol/l)	105 <sup>a</sup>	87,5 <sup>b</sup>	87,5 <sup>b</sup>	37,5 <sup>c</sup>
RUP (%)	43,35 <sup>b</sup>	50,36 <sup>ab</sup>	48,69 <sup>b</sup>	59,16 <sup>a</sup>

**Keterangan:** Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata (p<0,05).

Fenomena yang menarik dijumpai pada kelompok perlakuan teknik pemanasan ekstrusi (H3), yang mana RUP pada perlakuan tersebut lebih tinggi dibanding RUP pada kelompok perlakuan lainnya. Hal tersebut dapat terjadi karena *bypass protein* yang meningkat akibat kombinasi antara denaturasi dan peningkatan sintesis protein mikrobal. Fenomena tersebut didukung dengan rendahnya produksi VFA dan NH<sub>3</sub> ruminal pada H3 dibanding H1 dan H2 meskipun kecernaan bahan organik (*Organic Matter Digestibility*=OMD) H3 lebih tinggi dibanding H1 dan H2. Peran denaturasi dan sintesis protein mikrobal tersebut tercermin pada tingginya RUP pada perlakuan H3 meskipun OMD nya tertinggi (Gambar 7).



Gambar 7. Efek perlakuan pemanasan terhadap RUP dan OMD

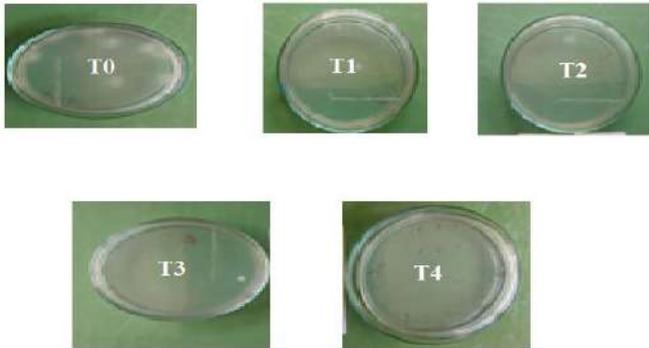
Pada kajian penyimpanan produk KOROPASS, menunjukkan bahwa kemasan kardus tertutup meningkatkan ( $p < 0,05$ ) kadar protein kasar produk KOROPASS, dan tidak menunjukkan adanya kontaminasi jamur *Aspergillus flavus* selama penyimpanan. Pengamatan secara kualitatif terhadap keberadaan mikrobial pada produk “KOROPASS” yang disimpan dalam berbagai kemasan, dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Pengaruh berbagai macam kemasan produk KOROPASS selama penyimpanan terhadap Jamur *Aspergillus flavus*

PERLAKUAN				
T0	T1	T2	T3	T4
Banyak jamur	Sedikit jamur	Sedikit jamur	Ada jamur	Tidak ada jamur

**Keterangan:** T0= Kardus Terbuka (kontrol); T1=Kemasan Kertas Semen; T2=Kemasan Karung Tanpa Iner; T3= Kemasan Karung dengan Iner; T4= Kemasan Kardus Tertutup.

Berdasarkan Tabel 7 dan Gambar 8 menunjukkan bahwa produk suplemen protein *bypass* “KOROPASS” yang disimpan pada kemasan kardus tertutup (T4) tidak terdapat adanya jamur *Aspergillus flavus*, sedangkan T0, T1, T2 dan T3 terlihat ada jamur. Fenomena tersebut menunjukkan ada kemungkinan terjadi oksidasi pada perlakuan T0, T1, T2, dan T3, sehingga memungkinkan Jamur dapat tumbuh dalam media sampel. Bila dikaitkan dengan menurunnya kadar protein kasar pada T0, T1, T2, dan T3 dibandingkan T4, dapat diduga ada hubungan keberadaan jamur dapat menurunkan kadar protein kasar pada T0, T1, T2, dan T3. Hasil penelitian menunjukkan bahwa teknik pemanasan ekstrusi dan kemasan produk dengan kardus tertutup menghasilkan produk suplemen protein *bypass* “KOROPASS” terbaik.



**Keterangan:** T0= Kardus Terbuka (kontrol); T1=Kemasan Kertas Semen; T2=Kemasan Karung Tanpa Iner; T3= Kemasan Karung dengan Iner; T4= Kemasan Kardus Tertutup.

Gambar 8. Foto hasil pengamatan Jamur *Aspegillus flavus* pada produk KOROPASS yang telah disimpan dengan berbagai kemasan.

Guna menguji kehandalan produk KOROPASS sebagai suplemen protein *bypass*, penulis telah melakukan percobaan lanjutan secara *in vivo* pada pakan sapi pedaging, berdasarkan perlakuan terbaik pada penelitian *in vitro* sebelumnya (Prasetyono *et al.*, 2018b). Adapun metode pembuatan tepung suplemen protein dari biji koro pedang untuk penggemukan ternak sapi telah dipatenkan oleh Prasetyono (2017) dengan Nomer paten IDS000002960. Sedangkan artikel hasil riset secara *in vivo* pada pakan sapi pedaging telah dipublikasikan pada jurnal internasional bereputasi (Q2) dengan **SJR 0,45** (Prasetyono *et al.*, 2020c)

Perlakuan yang dicobakan adalah: R0= pakan komplit kontrol (tanpa KOROPASS); R1= R0 dengan suplementasi 3% KOROPASS; R2= R0 dengan suplementasi 6% KOROPASS dan R3= R0 dengan suplementasi 9% KOROPASS. Suplementasi KOROPASS pada R1, R2, dan R3 mampu meningkatkan ( $p < 0,05$ ) pertambahan bobot badan harian, konsumsi bahan kering, bahan organik, dan protein, pencernaan bahan kering, bahan organik dan protein, serta protein termetabolis. Hasil riset menunjukkan bahwa KOROPASS dengan taraf 9% dalam pakan komplit memberikan penampilan produksi terbaik dilihat dari

pertambahan bobot badan harian paling tinggi yaitu 1,24 kg/hari dengan *Income Over Feed Cost* (IOFC) yang terbaik sebesar Rp20.933/ekor/hari (Prasetyono *et al.*, 2020c).

## **7. Aplikasi produk suplemen protein merek SOYXYL untuk peningkatan kinerja reproduksi sapi pejantan**

Produktivitas ternak sapi memiliki hubungan dengan kemampuan reproduksi sapi pejantan dalam menghasilkan semen yang memiliki kuantitas dan kualitas tinggi. Pada umumnya kinerja reproduksi Sapi pejantan di Indonesia masih relatif rendah, sehingga dapat berdampak terhadap penampilan reproduksi sapi induk, utamanya terhadap rendahnya angka konsepsi (*conception rate*) dan *calving interval*.

Pakan sapi pejantan di Indonesia masih kurang mendapat perhatian, terutama dalam penggunaan pakan konsentrat berkualitas dalam pakan. Pada umumnya, kandungan protein *bypass* dalam produk konsentrat komersial yang dipakai oleh peternak masih relatif rendah konsentrasinya, sehingga masih perlu penambahan suplemen protein *bypass* (RUP) dalam konsentrat. Kinerja reproduksi sapi jantan, terutama produksi dan kualitas sperma serta libido, dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti faktor individu, manajemen, serta kuantitas dan kualitas pakan. Kuantitas dan kualitas pakan sangat penting untuk peningkatan produksi, kualitas semen, dan libido. Sedangkan variabel yang menentukan kuantitas dan kualitas semen adalah volume air mani, warna, motilitas sperma, pH, konsentrasi spermatozoa, dan libido. Peran bahan pakan sumber protein yang berkualitas sangat diperlukan dalam pertumbuhan dan pemeliharaan sel-sel termasuk untuk membangun perkembangan sel organ reproduksi sapi pejantan. Proteksi protein pada bahan pakan yang memiliki kualitas protein tinggi, perlu dilakukan untuk mengoptimalkan kegunaannya di pasca rumen ternak sapi. Selain pemberian suplemen protein pakan yang terdegradasi dalam rumen untuk memaksimalkan protein mikrobial rumen, perlu penambahan suplemen protein pakan yang lolos degradasi rumen (*RUP*) karena akan memperbaiki suplai asam amino

ke ternak sapi yang berproduksi tinggi (Stern *et al.* 2006). Prasetyono *et al.*, (2007) telah menemukan produk suplementasi protein terproteksi yang diberi merk patent “SOYXYL”, namun masih terbatas untuk pakan penggemukkan sapi pedaging, sehingga perlu dikembangkan kegunaannya untuk sapi pejantan.

Kajian suplementasi protein terproteksi dalam pakan sapi pejantan untuk mendukung kuantitas dan kualitas semen masih belum banyak dilakukan di Indonesia. Sumber pasokan protein untuk sapi antara lain bisa berasal dari protein mikrobial rumen, protein pakan yang lolos degradasi mikrobial rumen (RUP) /Protein *Bypass/Protected protein*), serta sebagian kecil protein endogenus. Peranan RUP sangat penting dalam mendukung pasokan asam-asam amino esensial yang berkualitas kedalam usus halus untuk produksi dan reproduksi sapi pejantan (Prasetyono *et al.*, 2020a). Oleh karena itu, penelitian ini ditujukan untuk mempelajari efek suplementasi protein terproteksi dalam konsentrat komersial terhadap kinerja reproduksi sapi pejantan yang meliputi kualitas dan kuantitas semen sapi jantan Simental.

Pada percobaan ini, semua hewan percobaan diberi rumput gajah segar (15% *dry matter*) dan air minum secara *adlibitum* dan konsentrat komersial (85,25% *dry matter*, 3,6% *Ash*, 2,22% *crude fat*, 16,5% *crude fiber*, 71,26% TDN, 18,23% *crude protein*, and 33,35% RUP, *on dry matter basis*) sebanyak 4 kg/ekor/hari, serta suplemen “SOYXYL” (No. Paten HKI: IDM 000321389; Prasetyono *et al.*, 2007). Perlakuan yang dicobakan adalah T0= Pakan kontrol (Rumput Gajah segar *adlibitum* + 5 Kg konsentrat komersial); T1= T0 + 150 gr “SOYXYL” (3% dari Konsentrat komersial); T2= T0 + 300 gr “SOYXYL” (6% dari Konsentrat komersial); T3= T0 + 450 gr “SOYXYL” (9% dari Konsentrat komersial). Pertambahan bobot badan sapi jantan Simental secara nyata ( $p < 0,05$ ) dipengaruhi oleh penambahan suplemen protein terproteksi “SOYXYL” dalam konsentrat. Penambahan suplemen protein terproteksi “SOYXYL” dalam konsentrat berpengaruh nyata ( $p < 0,05$ ) terhadap konsentrasi spermatozoa sapi jantan Simental. Konsentrasi Hormon testosteron

sapi pejantan Simental secara nyata ( $p < 0,05$ ) dipengaruhi oleh penambahan suplemen protein terproteksi “SOYXYL” dalam konsentrat. Penambahan suplemen protein terproteksi “SOYXYL” pada konsentrat secara nyata ( $p < 0,05$ ) berpengaruh terhadap motilitas spermatozoa sapi jantan Simental. Secara ringkas hasil kinerja reproduksi sapi pejantan Simental disajikan pada Tabel 8.

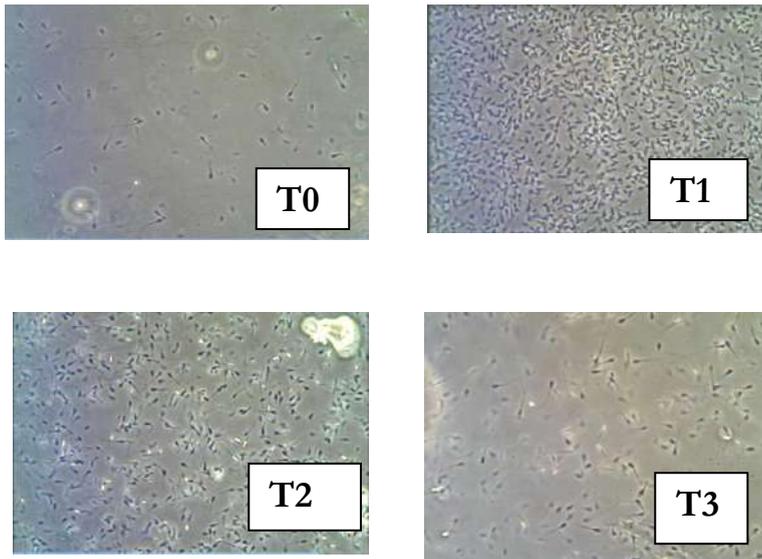
Tabel 8. Pengaruh suplementasi “SOYXYL” terhadap utilitas nutrisi dan kinerja reproduksi sapi pejantan Simental

Variabel	Perlakuan				SEM	Signifikansi
	T0	T1	T2	T3		
Konsentrasi sperma ( $10^6/ml$ )	1,23 <sup>b</sup>	1,62 <sup>a</sup>	1,05 <sup>d</sup>	1,11 <sup>c</sup>	0,09	$p < 0,05$
Motilitas sperma (%)	48,1 <sup>d</sup>	75,4 <sup>a</sup>	54,4 <sup>c</sup>	60,9 <sup>b</sup>	8,11	$p < 0,05$
Urea plasma (mg/dL)	19,2 <sup>b</sup>	23,1 <sup>a</sup>	18,9 <sup>b</sup>	19,3 <sup>b</sup>	1,42	$p < 0,05$
Protein plasma (g/dL)	7,28 <sup>c</sup>	8,18 <sup>a</sup>	7,76 <sup>b</sup>	7,50 <sup>bc</sup>	0,20	$p < 0,05$
Pertambahan bobot badan (kg/hr)	0,43 <sup>b</sup>	0,47 <sup>b</sup>	0,53 <sup>a</sup>	0,54 <sup>a</sup>	0,07	$p < 0,05$
Konsentrasi hormon testosteron (ng/mL)	7,07 <sup>c</sup>	10,3 <sup>a</sup>	9,03 <sup>b</sup>	1,64 <sup>d</sup>	0,01	$p < 0,05$

T0= Pakan kontrol (Rumput Gajah segar *ad libitum* + 5 Kg konsentrat komersial); T1= T0 + 150 gr “SOYXYL” (3% dari Konsentrat komersial); T2= T0 + 300 gr “SOYXYL” (6% dari Konsentrat komersial); T3= T0 + 450 gr “SOYXYL” (9% dari Konsentrat komersial).

Disimpulkan bahwa suplementasi protein terproteksi (SOYXYL) dalam konsentrat komersial sampai aras 3% dapat meningkatkan protein darah, kadar hormon testosteron, konsentrasi spermatozoa, dan motilitas spermatozoa. Peningkatan aras suplementasi lebih lanjut (sampai 9%) menurunkan protein darah, kadar hormon testosteron, konsentrasi spermatozoa, dan motilitas spermatozoa. Pada Gambar 9 disajikan profil spermatozoa sapi pejantan Simental yang diberi berbagai perlakuan T0, T1, T2 dan T3. Pada perlakuan T1 yaitu pemberian suplemen protein SOYXYL 3%

dari jumlah konsekrat dalam pakan, terlihat konsentrasi spermatozoa lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya.



Gambar 9. Profil spermatozoa sapi pejantan akibat perlakuan suplemen protein *by pass* / RUP merek SOYXYL.

Penulis masih perlu menguji lagi kehandalan produk suplemen protein SOYXYL, melalui riset dengan menggunakan kombinasi SOYXYL, level terbaik pada penelitian sebelumnya yaitu 3% dari BK konsekrat (Prasetyono *et al.*, 2020a), dengan suplemen *choline chloride* (Prasetyono *et al.*, 2020b). Adapun perlakuan yang digunakan adalah: T0 (kontrol) = pakan (rumput gajah + konsekrat komersial) + SOYXYL 3% dari BK konsekrat; T1 = kontrol + *choline chloride* 0,145% BK konsekrat/ekor/hari; T2 = kontrol + *choline chloride* 0,290% BK konsekrat/ekor/hari; dan T3 = kontrol + *choline chloride* 0,435% BK konsekrat/ekor/hari.

Konsekrasi spermatozoa pada kelompok perlakuan T0, T1, T2 dan T3, masing-masing: 1006,74; 1061,19; 1151,59 dan 1270,41 million/ml. Suplementasi *choline chloride* pada sapi-sapi pejantan penerima suplemen protein terproteksi (sampai 0,435% dari BK

konsentrat) meningkatkan konsentrasi spermatozoa ( $p < 0,05$ ). *Choline chloride* berinteraksi dengan asam folat dalam pemanfaatan metionin untuk biologis dan biosintetik. Hal tersebut merupakan basis metabolik yang esensial dalam proliferasi sel di berbagai jaringan, termasuk spermatogenesis pada tubuliseminiferi di dalam testes, melalui proses meiosis maupun mitosis sel kelamin (*germ cells*).

*Choline chloride* mempengaruhi metabolisme perantara melalui perannya sebagai donor metil untuk mensintesis asam amino esensial pembatas (metionin), fosfatidilkolin, dan karnitin (Chandler dan White, 2017). Metionin adalah asam amino yang dibutuhkan dalam setiap biosintesis protein (Gorissen *et al.*, 2018); sementara itu, fosfatidilkolin diperlukan sebagai komponen bio-membran yang merangsang enzim untuk mengaktifkan metabolisme intraseluler, dan juga berfungsi sebagai komponen lipoprotein penting dalam mengangkut lipid (Lagace, 2016). Selain itu, karnitin memiliki peran penting dalam mengangkut asam lipid ke mitokondria untuk menyediakan energi dalam proses biosintesis. Mekanisme *choline chloride* dapat meningkatkan efektivitas penggunaan nutrisi protein terlindungi dalam metabolisme perantara, yaitu *choline chloride* dapat meningkatkan laju metabolisme yang mengarah pada penggunaan protein yang efisien (Grummer, 2016). Oleh karena itu diharapkan peningkatan efisiensi protein yang digunakan karena suplementasi SOYXYL akan jauh lebih tinggi dengan menggabungkan suplemen SOYXYL dengan suplementasi *choline chloride*. Berdasarkan mekanisme itu *choline chloride* diharapkan dapat meningkatkan kinerja reproduksi sapi jantan

Berdasarkan hasil riset ini, bahwa suplementasi *Choline chloride* hingga 0,435% dari bahan kering konsentrat pada sapi pejantan yang dikombinasikan dengan suplemen protein SOYXYL 3% meningkatkan status hematologi untuk keperluan reproduksi yang dapat diidentifikasi dari peningkatan konsentrasi sperma tanpa menambah pertambahan berat badan sapi jantan.

## **8. Aplikasi produk suplemen protein SOYXYL dan GoPro untuk peningkatan kinerja reproduksi Domba pejantan**

Selain diaplikasikan pada sapi pejantan, SOYXYL dan GoPro juga diaplikasikan pada ternak ruminansia lainnya, yaitu pada Domba pejantan, dengan hasil seperti tersaji pada Tabel 9.

Berdasarkan hasil penelitian (Tabel 9) menunjukkan bahwa pemberian pakan TMR berbasis jerami jagung amoniasi yang disuplementasi GoPro 0,5% dan SOYXYL 10% dapat meningkatkan gerakan dan motilitas spermatozoa domba ekor tipis sedangkan untuk kualitas sperma lainnya seperti volume, warna, konsistensi, bau, pH semen, persentase daya hidup, abnormalitas, dan konsentrasi yaitu tidak berbeda jauh dengan TMR berbasis rumput gajah yang disuplementasi GoPro 0,5% dan SOYXYL 10%. Pemanfaatan TMR berbasis jerami jagung amoniasi yang disuplementasi GoPro 0,5% dan SOYXYL 10% dapat dijadikan alternatif sebagai pengganti TMR berbasis rumput gajah yang disuplementasi GoPro 0,5% dan SOYXYL 10% pada musim kemarau guna memenuhi kebutuhan produksi dan reproduksi ternak domba.

Tabel 9. Perbandingan hasil rata-rata kualitas Semen Domba Ekor Tipis yang diberi perlakuan Suplemen protein SOYXYL dan GoPro pada *total mixed ration* (TMR) berbasis Rumput Gajah dan TMR berbasis Jerami Jagung Amoniasi

Variabel	Hasil Rataan		t-test
	T0	T1	
Makroskopis			
- Volume (ml)	1,00	1,11	p>0,05
- Warna	Krem	Krem	-
- Konsistensi	Encer	Encer	-
- Bau	Spermin	Spermin	-
- pH	6,95	6,96	p>0,05
Mikroskopis			
- Gerak massa	++	+++	-
- Motilitas (%)	71,86	78,33	p<0,05
- Persentase Hidup (%)	80,54	79,91	p>0,05
- Persentase Abnormalitas (%)	16,79	15,78	p>0,05
- Konsentrasi (juta spermatozoa/ml)	2,57	2,72	p>0,05

Keterangan T0 : Perlakuan TMR berbasis rumput gajah yang disuplementasi GoPro 0,5% dan SOYXYL 10%

T1 : Perlakuan TMR berbasis jerami jagung amoniasi yang disuplementasi GoPro 0,5% dan SOYXYL 10%

## 9. Simpulan

Berdasarkan kajian riset yang telah dilakukan penulis dapat disimpulkan bahwa suplemen pakan dengan bahan yang diolah melalui rekayasa metode *High Temperature Short Time (HTST)* dengan produk yang telah disertifikasi di HKI yaitu SOYXYL sebagai sumber *Rumen Undegraded Protein (RUP)* dan GoPro sebagai sumber *Rumen Degraded Protein (RDP)* mampu mendukung peningkatan produktivitas ternak ruminansia sebagai penyedia daging. Aplikasi kombinasi suplemen 20% SOYXYL dan 80% GoPro dalam pakan berbasis jerami dan dedak padi dapat meningkatkan produktivitas ternak sapi dengan pertambahan bobot badan meningkat sebesar 62,35%.

Penggunaan alternatif inovasi suplemen pakan berbahan lokal asal biji koro pedang yang diolah dengan metoda *HTST* yang telah disertifikasi di HKI merek KOROPASS, berpeluang besar terhadap keberlangsungan ketersediaan bahan suplemen pakan yang kontinyu serta harga yang relatif lebih murah dibandingkan bahan impor.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anggraeny Y.N., H Soetanto, Kusmartono, dan Hartutik. 2015. Sinkronisasi Suplai Protein dan Energi dalam Rumen untuk Meningkatkan Efisiensi Pakan Berkualitas Rendah. *WARTAZOA* 25 (3): 107-116. DOI: <http://dx.doi.org/10.14334/wartazoa.v25i3.1155>
- Antonelli A.C., C.S. Mori, P.C.Soaes, S.S. Kitamura SS, and E.L.Ortolani. 2004. Experimental ammonia poisoning in cattle fed extruded or prilled urea:clinical findings. *Braz. J. Vet.Res.Anim.Sci.*41:67-74.
- Berg T.R., and M.R. Butterfield. 1976. *New Concept of Cattle Growth*. Australia: Sydney University.
- Chandler, T. L. and H. M. White. 2017. Choline and methionine differentially alter methyl carbon metabolism in bovine neonatal hepatocytes. *PLoS One* 12: e0171080. <https://dx.doi.org/10.1371%2Fjournal.pone.0171080>
- Chanjula P., M.Wanapat, C.Wachirapakorn, S.Uriyapongson, and P.Rowlinson. 2003. Ruminal degradability of tropical feeds and their potential use in ruminant diets. *Asian-Aust J Anim Sci* 16: 211-216.
- Chumpawadee S., K. Sommart, T.Vongpralub, and V.Pattarajinda. 2006. Effect of synchronizing the rate of dietary energy and nitrogen release on ruminal fermentation, microbial protein synthesis, blood urea nitrogen and nutrient digestibility in beef cattle. *Asian-Aust J Anim Sci* 19(2): 181-188.
- Cleale R.M., T.J.Klopfenstein , R.A.Britton, L.D.Satterlee, and S.R.Lowry. 1987. Induced non-enzymatic browning of soybean meal. III. Digestibility and efficiency of protein utilization by ruminants of soybean meal treated with xylose or glucose. *J. Anim. Sci.* 65:1327-1335.
- Golombeski G.L., K.F.Kalscheur, A.R.Hippen, and D.J.Schingoethe. 2006. Slow-release Urea and Highly Fermentable Sugars in Diets Fed to lactating dairy cows. *J Dairy Sci* 89:4395-4403.

- Gorissen, S. H. M., J. J. R. Crombag, J. M. G. Senden, W. A. H. Waterval, J. Bierau, L. B. Verdijk, and L. J. C. V. Loon. 2018. Protein content and amino acid composition of commercially available plant-based protein isolates. *Amino Acids* 50: 1685–1695. <https://doi.org/10.1007/s00726-018-2640-5>.
- Grummer, R. 2016. Choline: A limiting nutrient for transition dairy cows. Department of Dairy Science University of Wisconsin, Madison. <file:///D:/PUBLIKASI%20BIB%20APRIL%20%202020/GRUMMER%202016.%20SOUTHWEST-NUTRITION-AND-MANAGEMENTCONFERENCE-2016.pdf>
- Helmer L.G., and F.E.Bartley. 1971. Progress in the utilization of urea as protein replacer for ruminants. A review *J.Dairy Sci.*1:25-29.
- Huntington G.B., D.L.Harmon, N.B.Kristensen, K.C.Hanson, and J.W.Spears. 2006. Effects of a slow-release urea source on absorption of ammonia and endogenous production of urea by cattle. *Anim Feed Sci Technol* doi:10.1016/j.anifeedsci.2006.01.012.
- Khampa S., M.Wanapat, C.Wachirapakorn, N.Nontaso, and M.Wattiaux. 2006. Effect of urea level and sodium DL-malate in concentrate containing high cassava chip on ruminal fermentation efficiency, microbial protein synthesis in lactating dairy cows raised under tropical condition. *Asian-Aust J Anim Sci* (19) 6: 837-844.
- Kurihara M., T.Magner, R.A.Hunter, and G.J.McCrabb. 1999. Methane production and energy partition of cattle in tropics. *Br J Nutr* 81:227-234.
- Lagace, T. A. 2016. Phosphatidylcholine: Greasing the Cholesterol Transport Machinery. *Lipid Insights* 8: 65–73. <https://doi.org/10.4137%20FLPI.S31746>
- Leng R.A. 1991. *Improving Ruminant Production and Reducing Methane Emissions from Ruminants by Strategic Supplementation*. Armidale: Department of Biochemistry, Microbiology and Nutrition, University of New England.

- Masnun, 2014. Teknologi Jerami Fermentasi Sebagai Pakan Ternak. [www. bppjambi. info/ dwnpublikasi.asp? id=135](http://www.bppjambi.info/dwnpublikasi.asp?id=135)
- Maynard L.A., J.K.Loosli, F.H.Harold, and R.G.Warner. 1979. *Animal Nutrition*. New Delhi: McGraw-Hill Publishing Company Limited.
- McDonald P., R.A.Edwards, J.F.D.Greenhalgh. 2002. *Animal Nutrition*. 4<sup>th</sup> Edition. Longman Scientific&Technical, New York.
- Nakamura T., T.J.Klopfenstein, F.G.Owen, R.A.Britton, and R.J.Grant. 1992. Nonenzymatically browned soybean meal for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 75:3519.
- NRC. 1978. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. 5<sup>th</sup> rev.ed. Natl.Acad.Sci., Washington, DC.
- NRC. 2001. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. 7<sup>th</sup> rev.ed. Natl.Acad.Sci., Washington, DC.
- Prasetyono, B.W.H.E. 1992. Pengaruh tingkat penggunaan urea dan waktu pengukusan ubi jalar terhadap biosintesis protein mikrobial rumen [Thesis]. Bogor: Institut Pertanian Bogor , Program Pascasarjana.
- Prasetyono, B.W.H.E., Suryahadi, T Toharmat and R Syarief. 2007. Strategi suplementasi protein pakan sapi potong berbasis jerami dan dedak padi. *Med. Pet.* 30 (3): 207-217
- Prasetyono, B.W.H.E., Suryahadi, T Toharmat and R Syarief. 2008. Rekayasa *GoPro* berbasis Ubi kayu-urea terekstrusi sebagai suplemen protein untuk perlambatan pelepasan amonia dalam rumen *In Vitro*. *Animal Production* 10 (1): 34-41.
- Prasetyono, B.W.H.E., A. Subrata, B.I.M. Tampoebolon, Surono and Widiyanto. 2018a. *In Vitro* Ruminant Degradability of Soybean Meal Protein Protected with Natural Tannin. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Volume 119, International Ruminant Seminar: "Eco-friendly livestock production for sustainable agriculture" 24 October 2017, Diponegoro University, Indonesia.

- Prasetyono, B.W.H.E., B.I.M. Tampoebolon, A. Subrata and Widiyanto. 2018b. Effects of heat processing techniques on nutritional value and *in vitro* rumen fermentation characteristics of jack bean (*Canavalia ensiformis* L.). Pak. J. Nutr., 17: 294-299.
- Prasetyono, B.W.H.E., Widiyanto, Y.S. Ondho, A. Subrata, and H.S. Widodo. 2020a. Effect of SOYXYL as a Dietary Protected Protein Supplement on the Reproductive Performance of Simmental Bulls. Animal Production. 22(1):1-8. <http://animalproduction.id/index.php/JAP/article/view/41/1>
- Prasetyono, B.W.H.E., , Y.S. Ondho, A. Subrata, P. K.Pratiwi, M.B.Zahra, T. Itmamulwafa, T. K. Pratiwi, M. Nisa and Widiyanto. 2020b. The Effect of Choline Chloride Supplementation on the Reproductive Performance of Simmental Bulls Fed Protected Protein in the Ration. Buletin Peternakan 44(2): 20-26.
- Prasetyono, B.W.H.E., A. Subrata, and W. Widiyanto. 2020c. Effect of KOROPASS, an extruded jack bean (*Canavalia ensiformis*)-derived supplement, on productivity and economic performance of beef cattle. Veterinary World, 13(3): 593-596.
- Rekwot P.I, E.O. Oyedipe, P.M. Dawuda and V.O. Sekoni. 1997. Age and hourly related changes of serum testosterone and spermatogenesis of prepubertal bulls fed two levels of nutrition. Vet. J. 153: 341-347. [https://doi.org/10.1016/S1090-0233\(97\)80068-8](https://doi.org/10.1016/S1090-0233(97)80068-8)
- Shabi Z., A.Ariele, L.Bruckental, Y.Aharoni, S.Zamwel , A.Bor, and H.Tagari. 1998. Effect of the synchronization of the degradation of dietary crude protein and organic matter and feeding frequency on ruminal fermentation and flow of digesta in the abomasum of dietary cows. *J Dairy Sci* 81: 1991-2000.
- Sofyan L.A. 1983. Perubahan kepekaan ubi kayu oleh waktu pemasakan terhadap amilolisis mikrobial rumen serta pemanfaatannya untuk pakan domba dan kerbau yang

- mengandung urea [Disertasi]. Bogor: Fakultas Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Skoog D.A., D.M.West, and F.J.Holler. 1992. *Analytical Chemistry*. New York: Saunder College Publishing.
- Srinivas B., and U.Krishnamoorthy. 2005. Influence of diet induced changes in rumen microbial characteristics on gas production kinetics of straw substrates *in vitro*. *Asian-Aust J Anim Sci* 18(7):990-996.
- Stanton T.L., and J.Whittier. 2006. *Urea and NPN for Cattle and Sheep*. Colorado: Colorado State University Extension-Agriculture.
- Stern M.D., A.Bach, and S.Calsamiglia. 2006. *New Concepts in Protein Nutrition of Ruminants*. 21<sup>st</sup> Annual Southwest Nutrition & Management Conference, February 23-24, 2006. Tempe, AZ-45.
- Widyobroto B.P., S.P.S. Budi, and A. Agus. 2007. Pengaruh aras *undegraded* protein dan energi terhadap kinetik fermentasi rumen dan sintesis protein mikrobial pada sapi. *J Indonesia Trop Anim Agric*. 32:194-200.
- Wu Y.M., W.L.Hu, and J.X.Liu. 2005. Effect of supplementary urea-mineral lick block on the kinetics of fibre digestion, nutrient digestibility and nitrogen utilization of low quality roughages. *J Zhejiang Univ Sci B* 6(8):793-797.
- Yanez-ruiz, D.R., L. Abecia, and C. J. Newbold. 2015. Manipulating rumen microbiome and fermentation through interventions during early life: a review. *Front Microbiol* 6: 1133.
- Yunilas. 2009. Karya Ilmiah. Bioteknologi Jerami Padi Melalui Fermentasi sebagai Bahan Pakan Ternak Ruminansia. Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara, Medan. repository.usu.ac.id/bitstream/handle/.../805/09E01417.pdf.



## DAFTAR ISTILAH

**Calving interval** adalah jarak waktu (hari) yang dibutuhkan sapi betina antara satu kelahiran dengan kelahiran berikutnya.

**Conception rate** adalah persentase sapi betina yang bunting.

**Income over feed cost (IOFC)** adalah pendapatan setelah dikurangi biaya pakan.

**Metabolisme** adalah proses kecepatan tubuh dalam mencerna, menyerap, dan mengasimilasi **pakan** untuk diubah menjadi energi.

**Nutrien** adalah zat yang diperlukan oleh organisme untuk hidup, tumbuh, dan berkembang.

**Palatibilitas** adalah tingkat kesukaan ternak untuk mampu mengonsumsi suatu pakan yang diberikan dalam suatu waktu tertentu.

**Pakan** adalah campuran dari beberapa bahan baku pakan baik yang sudah lengkap maupun yang masih akan dilengkapi, yang disusun secara khusus dan mengandung zat gizi yang mencukupi kebutuhan ternak untuk dapat dipergunakan sesuai dengan jenis ternaknya

**Rekayasa pakan** adalah upaya perbaikan kualitas pakan melalui penerapan kaidah-kaidah ilmu dan teknologi

**Suplemen pakan** adalah bahan yang ditambahkan kedalam pakan untuk melengkapi kandungan zat gizi guna memenuhi kebutuhan ternak.



## **BIOGRAFI PENULIS**



**Prof. Dr. Ir. Bambang Waluyo Hadi Eko Prasetyono, MS., M.Agr., IPU.** lahir di Semarang, 2 November 1963. Penulis merupakan Dosen Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro, mengampu Bidang Keahlian Teknologi Pakan. Penulis pernah menjabat sebagai Ketua Program Studi D3 Manajemen Usaha Peternakan (MUP) Fakultas Peternakan dan Pertanian Undip, periode tahun 2009-2013 dan 2013-2017. Penulis juga pernah menjabat sebagai Ketua Departemen Peternakan, Fakultas Peternakan dan Pertanian Undip, periode tahun 2016 –2019.

Saat ini penulis menjabat sebagai Dekan Fakultas Peternakan dan Pertanian Undip, periode 2019-Sekarang. Pengalaman organisasi penulis diantaranya:

1. Ketua Bidang III DPP Perhimpunan Peternak Sapi dan Kerbau Indonesia (PPSKI), 2015-2020.
2. Ketua Dewan Pakar DPD PPSKI, Cabang Jawa Tengah, 2015-2020.
3. Dewan Penasehat/Dewan Pengawas Ikatan Sarjana Peternakan Indonesia (ISPI), Cabang Jawa Tengah 1, 2020 – 2024
4. Anggota Komisi Pakan Nasional, Ditjen Peternakan dan Kesehatan Hewan, Kementerian Pertanian RI, 2005-2010
5. Ketua Bidang Ilmiah Asosiasi Ilmu Nutrisi Indonesia (AINI), 2015 – 2019.
6. Anggota Persatuan Insinyur Indonesia (PII), 2019- sekarang.
7. Dewan Penasehat/Pakar Himpunan Peternak Domba dan Kambing Indonesia (HPDKI), Cabang Batang 2018-sekarang.





diterbitkan oleh :  
**UNDIP PRESS  
SEMARANG**

ISBN 978-979-097-770-9

