

**PENGARUH PEMBERIAN RANSUM BERBASIS LIMBAH KELAPA
SAWIT TERHADAP KADAR AMONIA DAN *VOLATILE*
FATTY ACID PADA CAIRAN RUMEN
SAPI PERANAKAN ONGOLE**

(Skripsi)

Oleh

GUSTI AJI WIJANTO



**JURUSAN PETERNAKAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2016**

ABSTRAK

PENGARUH PEMBERIAN RANSUM BERBASIS LIMBAH KELAPA SAWIT TERHADAP KADAR AMONIA DAN *VOLATILE FATTY ACID* PADA CAIRAN RUMEN SAPI PERANAKAN ONGOLE

Oleh

Gusti Aji Wijianto

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui: 1) pengaruh pemberian ransum berbasis limbah kelapa sawit terhadap kadar Amonia (NH_3) dan *Volatile Fatty Acid* (VFA) pada cairan rumen Sapi Peranakan Ongole; 2) pengaruh terbaik pemberian ransum berbasis limbah kelapa sawit terhadap kadar Amonia (NH_3) pada cairan rumen Sapi Peranakan Ongole; 3) pengaruh terbaik pemberian ransum berbasis limbah kelapa sawit terhadap kadar *Volatile Fatty Acid* (VFA) pada cairan rumen Sapi Peranakan Ongole. Penelitian ini dilaksanakan pada September--Desember 2015 di Laboratorium Nutrisi dan Makanan Ternak, Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dan pengelompokan berdasarkan bobot badan Sapi Peranakan Ongole. Data hasil pengamatan dianalisis dengan sidik ragam pada taraf nyata 5% dan atau 1% dan dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) untuk nilai analisis ragam yang menunjukkan hasil berbeda nyata. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian ransum berbasis limbah kelapa sawit berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap kadar Amonia (NH_3) dan berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap kadar *Volatile Fatty Acid* (VFA) pada cairan rumen Sapi Peranakan Ongole (PO). Perlakuan terbaik terdapat pada ransum berbasis limbah kelapa sawit tidak terfermentasi (R1) yang menghasilkan rata-rata kadar NH_3 yang tertinggi dan optimum yaitu 6,94 mM dan menghasilkan rata-rata kadar *Volatile Fatty Acid* yang tertinggi yaitu 110 mM pada cairan rumen Sapi Peranakan Ongole.

Kata kunci: limbah sawit, cairan rumen, kadar NH_3 , dan kadar VFA.

**PENGARUH PEMBERIAN RANSUM BERBASIS LIMBAH KELAPA
SAWIT TERHADAP KADAR AMONIA DAN *VOLATILE*
FATTY ACID PADA CAIRAN RUMEN
SAPI PERANAKAN ONGOLE**

Oleh

Gusti Aji Wijianto

Skripsi

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar
SARJANA PETERNAKAN

Pada

**Jurusan Peternakan
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2016**

Judul Skripsi

**: PENGARUH PEMBERIAN RANSUM
BERBASIS LIMBAH KELAPA SAWIT
TERHADAP KADAR AMONIA DAN
VOLATILE FATTY ACID PADA CAIRAN
RUMEN SAPI PERANAKAN ONGOLE**

Nama Mahasiswa

: Gusti Aji Wijianto

Nomor Pokok Mahasiswa

: 1214141031

Jurusan/Program Studi

: Peternakan

Fakultas

: Pertanian



MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Prof. Dr. Ir. Muhtarudin, M.S.

NIP 19610307 198503 1 006

Liman, S.Pt., M.Si.

NIP 19670422 199402 1 001

2. Ketua Jurusan Peternakan

Sri Suharyati, S.Pt., M.P.

NIP 19680728 199402 2 002

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : Prof. Dr. Ir. Muhtarudin, M.S.

Sekretaris : Liman, S.Pt., M.Si.

**Penguji
Bukan Pembimbing : Ir. Yusuf Widodo, M.P.**

2. Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.

NIP 19611020 198603 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 10 Maret 2016

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Sriwijaya pada 20 November 1993, putra pertama dari tiga bersaudara buah hati pasangan Bapak Imam Purwanto dan Ibu Wiwik Sundari. Penulis menyelesaikan pendidikan sekolah dasar di SDN 2 Sriwijaya pada 2006; sekolah menengah pertama di SMPN 1 Bakauheni pada 2009; sekolah menengah atas di SMAN 1 Penengahan pada 2012. Pada tahun yang sama penulis terdaftar sebagai Mahasiswa Program Studi Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur Penerimaan Mahasiswa Perluasan Akses Pendidikan.

Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Tri Tunggal Jaya, Kecamatan Banjar Margo, Kabupaten Tulang Bawang, Provinsi Lampung pada Januari--Februari 2015 dan penulis melaksanakan Praktik Umum di CV. Kambing Burja, Desa Pandan Rejo, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu, Provinsi Jawa Timur pada Juli--Agustus 2015. Selama masa studi penulis aktif di himpunan mahasiswa peternakan sebagai Sekretaris Bidang III periode 2014--2015. Selama masa studi penulis juga pernah menjadi asisten praktikum mata kuliah Kimia Dasar, Anatomi Fisiologi Ternak, dan Ilmu Nutrisi Ternak Ruminansia.

***“Allah akan meninggikan derajat orang-orang yang beriman diantara kamu dan orang-orang yang memiliki ilmu pengetahuan. Dan Allah mahateliti apa yang kamu kerjakan”
(Q.S. Al-Mujadalah)***

***“Jika kamu berbuat baik (berarti) kamu berbuat baik untuk dirimu sendiri. Dan jika kamu berbuat jahat, maka (kerugian kejahatan) itu untuk dirimu sendiri”
(Q.S. Al-Isra' ayat 7)***

***“Segala sesuatu yang dimulai dari hal yang baik maka akan menuai hasil yang baik”
(Muhammad Sadam Husein)***

***“Banyak kegagalan dalam hidup ini dikarenakan orang-orang tidak menyadari betapa dekatnya mereka dengan keberhasilan saat mereka menyerah”
(Thomas Alva Edison)***

***“Jangan berharap kita akan dihormati oleh orang lain apabila kita tidak menghormati orang lain tersebut”
(Gusti Aji Wijianto.)***



Allhamdulillahirobbil' alamin....

*Kuhaturkan kepada Allah SWT atas segala rahmat, karunia, dan hidayah-Nya
serta suri tauladanku Nabi Muhammad SAW yang menjadi pedoman hidup
dalam berikhtiar*

*Ibunda yang tercinta dan Ayahanda terbaik terimakasih atas segala doa dan
perjuanganmu yang telah membawaku menuju kesuksesan*

*Mungkin hanya inilah yang mampu kubuktikan kepadamu bahwa aku tak
pernah lupa akan air mata yang jatuh dalam memperjuangkanku, bahwa aku
tak pernah lupa nasihat dan dukunganmu, bahwa aku tak pernah lupa
segalanya dan selamanya*

Saya persembahkan mahakarya yang sederhana ini kepada:

*Ibunda (Wiwik Sundari), Ayahanda (Imam Purwanto), adik-adikku (Alfin Dwi
Adiyanto dan Aditya Maulana Wiyanto), Dosen, serta teman seperjuangan atas
waktu, motivasi, dan pengorbanan kalian yang telah membantuku dalam
menyelesaikan skripsi ini*

Serta

*Almamater tercinta yang turut dalam pembentukan pribadi saya menjadi lebih
dewasa dalam berpikir, berucap, dan bertindak*

SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Pengaruh Pemberian Ransum Berbasis Limbah Kelapa Sawit terhadap Kadar Amonia dan *Volatile Fatty Acid* pada Cairan Rumen Sapi Peranakan Ongole” yang merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Jurusan Peternakan di Universitas Lampung. Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.—selaku Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Lampung—atas izin yang diberikan;
2. Ibu Sri Suharyati, S. Pt., M.P.—selaku Ketua Jurusan Peternakan—atas gagasan, saran, bimbingan, nasehat, dan segala bantuan yang telah diberikan selama penulisan skripsi;
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Muhtarudin, M.S.—selaku Pembimbing Utama—atas saran, motivasi, arahan, ilmu, dan bimbingannya serta segala bantuan selama penulisan skripsi ini;
4. Bapak Liman, S.Pt., M.Si.—selaku Pembimbing Anggota—atas saran, motivasi, arahan, ilmu, dan bimbingannya serta segala bantuan selama penulisan skripsi ini;

5. Bapak Ir. Yusuf Widodo, M.P.—selaku Pembahas dan Pembimbing Akademik—atas nasehat, bimbingan, motivasi, kritik, saran, dan masukan yang positif kepada penulis serta segala bentuk bantuan selama masa studi dan penyusunan skripsi;
6. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian Unila—atas bimbingan, nasehat, dan ilmu yang diberikan selama masa studi;
7. Ibuku tercinta dan Ayahku terbaik atas segala pengorbanan, do'a, dorongan, semangat, dan kasih sayang yang tulus serta senantiasa berjuang untuk keberhasilan penulis.
8. Tiga orang sahabat yang selalu memberikan dukungan, menemani dengan sabar, memberikan motivasi disaat jatuh dan selalu mengingatkan disaat salah, serta memberi masukan positif selama penulisan skripsi ini (Bayu Eko Saputro, Zaeni Hidayat Z.P, dan Riawan);
9. Bang Rian, Mardianto, Wiwid, Gigih, Bang Adi, Fitra, Abdi, Eli, Indra, Hesti, Ines, Imam, Lisa, Indah, Okni, Heni, serta kakak dan adik sekaligus rekan seperjuangan—atas bantuan, persaudaraan, motivasi, dan kerjasamanya selama penelitian;
10. Senior terbaikku Mbak Komalasari dan Kak Hermawan—atas kekeluargaan, bantuan, dan motivasi yang diberikan kepada penulis;.
11. Seluruh kakak-kakak (Angkatan 2008, 2009, 2010, dan 2011), dan teman-teman angkatan 2012, serta adik-adik (Angkatan 2013, 2014 dan 2015) jurusan peternakan—atas persahabatan dan motivasinya selama ini;
12. Semua dosen dan pegawai di jurusan peternakan yang senantiasa memberikan dukungan dan motivasinya;

13. Semua aktor dan aktris yang telah mengisi kehidupan dan menemaniku meskipun dari kejauhan dengan segala kasih sayang, dukungan, dan kenangan indah yang hanya menjadi persinggahan yang tidak dapat terlupa.

Semoga semua bantuan dan jasa baik yang telah diberikan kepada penulis mendapat pahala dari Allah SWT, dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Aamiin

Bandar Lampung, April 2016

Gusti Aji Wijianto

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan Penelitian	4
C. Kegunaan Penelitian	5
D. Kerangka Pemikiran	5
E. Hipotesis	8
II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. Sapi Peranakan Ongole (PO)	9
B. Deskripsi Limbah Kelapa Sawit	10
1. Bungkil inti sawit	10
2. Pelepah daun kelapa sawit	11
C. Silase	13
D. Produksi Amonia (NH ₃)	16
E. Produksi <i>Volatile Fatty Acid</i> (VFA)	20
1. Asam asetat cairan rumen	21
2. Asam butirrat cairan rumen	22
3. Asam propionat cairan rumen	22
F. Sistem Pencernaan Ternak Ruminansia	24

III. METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian	26
B. Alat dan Bahan Penelitian	26
1. Alat penelitian	26
2. Bahan penelitian	26
C. Rancangan Penelitian	27
D. Analisis Data	27
E. Pelaksanaan Penelitian	27
1. Pembuatan fermentasi pelepah dan daun kelapa sawit dan bungkil kelapa sawit	28
2. Pembuatan ransum kontrol (R0)	28
3. Pembuatan ransum berbasis limbah kelapa sawit tidak terfermentasi (R1)	29
4. Pembuatan ransum berbasis limbah kelapa sawit Terfermentasi (R2)	30
F. Pengambilan Cairan Rumen	31
G. Peubah yang Diamati	31
1. Kadar amonia (NH ₃)	31
2. Kadar <i>Volatile Fatty Acid</i> (VFA)	32

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kadar NH ₃ Cairan Rumen	34
B. Kadar VFA Cairan Rumen	38

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan	44
B. Saran	44

DAFTAR PUSTAKA	45
-----------------------------	----

LAMPIRAN	49
-----------------------	----

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Kandungan nutrisi bungkil inti sawit	11
2. Komposisi ransum kontrol (R0)	29
3. Komposisi ransum berbasis limbah sawit tidak terfermentasi (R1) ..	29
4. Komposisi ransum berbasis limbah sawit terfermentasi (R2)	30
5. Kandungan nutrisi ransum perlakuan (R0, R1, dan R2)	30
6. Pengaruh ransum perlakuan terhadap kadar NH_3 cairan rumen	34
7. Pengaruh ransum perlakuan terhadap kadar VFA cairan rumen	38
8. Tata letak perlakuan	50
9. Analisis ragam kadar NH_3 pada cairan rumen	52
10. Hasil uji BNT kadar VFA pada cairan rumen	52
11. Analisis ragam kadar VFA pada cairan rumen	54
12. Hasil uji BNT kadar VFA pada cairan rumen	54
13. Jumlah konsumsi ransum selama 5 hari pemeliharaan	54

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Proses degradasi protein di dalam rumen	19
2. Skema pembuatan fermentasi limbah kelapa sawit	28
3. Grafik pengaruh ransum perlakuan terhadap kadar NH_3 cairan rumen	35
4. Grafik pengaruh ransum perlakuan terhadap kadar VFA cairan rumen	39
5. Kandang sapi penelitian	55
6. Pembuatan fermentasi pelepah daun kelapa sawit	55
7. Pengambilan bahan pakan jerami padi	55
8. Ransum perlakuan R0, R1, dan R2 untuk analisis	56
9. Pembuatan fermentasi bungkil kelapa sawit	56
10. Proses pembuatan ransum	56
11. Proses pengambilan cairan rumen	57
12. Penyaringan cairan rumen dengan kain kasa	57
13. Proses analisis kadar NH_3 cairan rumen	57
14. Proses titrasi kadar NH_3 cairan rumen	58
15. Proses analisis kadar VFA cairan rumen	58
16. Proses titrasi kadar VFA cairan rumen	58

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pakan merupakan salah satu faktor terpenting dalam semua usaha peternakan, baik sapi, kambing, maupun ternak unggas. Produktivitas atau performans ternak 70% dipengaruhi oleh faktor lingkungan dan 30% faktor genetik. Hal ini menunjukkan bahwa secara genetik ternak memiliki potensi yang bagus akan tetapi jika lingkungan tidak mendukung maka performans ternak tidak akan dapat maksimal. Dari faktor lingkungan tersebut, pakan memiliki pengaruh yang paling besar yaitu mencapai 60%, sehingga pakan menjadi hal yang paling diperhatikan dalam pemeliharaan ternak. Karena besarnya pengaruh pakan terhadap produksi ternak maka biaya yang dikeluarkan untuk pengadaan pakan tidak bisa dianggap ringan, bahkan biaya pakan ini mencapai 60--80% dari total biaya produksi.

Pada usaha ternak sapi dan ternak ruminansia lainnya ketersediaan pakan berupa hijauan mutlak dibutuhkan. Dengan adanya perubahan alih fungsi lahan dan perubahan iklim akan membatasi ketersediaan bahan pakan hijauan bagi ternak tersebut. Untuk itu, integrasi dengan usaha pertanian merupakan alternatif untuk mengembangkan usaha peternakan yang berkesinambungan. Optimalisasi pemanfaatan limbah pertanian dan perkebunan dapat meningkatkan ketersediaan pakan bagi ternak ruminansia. Akan tetapi, limbah dari sektor pertanian dan perkebunan memiliki kualitas yang kurang baik untuk dijadikan sebagai pakan

ternak, sehingga perlu dilakukan adanya pengolahan terlebih dahulu untuk meningkatkan mutu dari bahan pakan limbah pertanian dan perkebunan tersebut.

Indonesia merupakan negara agraris yang memiliki kekayaan Sumber Daya Alam (SDA) yang melimpah terutama pada sektor pertanian. Limbah hasil pertanian dan perkebunan cukup tersedia di Indonesia, namun potensinya belum dimanfaatkan secara optimal sebagai pakan ternak. Limbah pertanian dan perkebunan dapat diartikan sebagai bahan yang dibuang dari sektor pertanian dan perkebunan. Limbah pertanian dan perkebunan tersebut diantaranya yaitu berupa limbah kelapa sawit, limbah jerami padi, limbah jagung, limbah kacang-kacangan, limbah kedelai, limbah kulit kopi, dan lain sebagainya.

Permasalahan yang dihadapi dalam menggunakan pakan dari limbah pertanian dan perkebunan adalah faktor kurangnya pengetahuan peternak dalam mengolah limbah menjadi pakan ternak yang berkualitas. Untuk mengatasi kendala tersebut diperlukan dukungan teknologi dan sosialisasi tentang pemanfaatan limbah hasil pertanian dan perkebunan sebagai pakan ternak secara berkesinambungan. Mutu pakan limbah hasil pertanian dan perkebunan dapat ditingkatkan dengan beberapa pendekatan, diantaranya melalui pengolahan (*pretreatment*) limbah hasil pertanian, suplementasi pakan, dan pemilihan limbah pertanian atau perkebunan. Pengolahan limbah hasil pertanian dapat dilakukan dengan metode fisik, kimia, biologis, maupun kombinasinya.

Limbah pertanian dan perkebunan selalu dikaitkan dengan harga yang murah dan terdapat beberapa hal yang perlu dipertimbangkan dalam pemanfaatannya yaitu kontinuitas ketersediaan, kandungan gizi, kemungkinan adanya faktor pembatas

seperti zat anti nutrisi serta perlu tidaknya bahan tersebut diolah sebelum dapat digunakan sebagai pakan ternak. Usaha-usaha pemanfaatan limbah perkebunan kelapa sawit dapat dilakukan dengan sentuhan teknologi yang bertujuan dalam meningkatkan kecernaan struktural karbohidrat dengan perlakuan kimiawi (amoniasi), fisik, dan biologis (fermentasi) untuk meningkatkan kandungan nutrisi limbah kelapa sawit yang akan digunakan sebagai pakan ternak agar pakan yang diberikan tersebut dapat tercerna dengan baik.

Salah satu limbah kelapa sawit yang memiliki potensi untuk pakan ternak adalah pelepah daun sawit. Pelepah daun sawit tersebut belum dimanfaatkan secara optimal karena terdapat kandungan serat kasar yang tinggi yaitu sebesar 32,55%. Penggunaan limbah kelapa sawit seperti pelepah daun sawit dan bungkil sawit sebagai pakan ternak perlu dilakukan adanya sentuhan teknologi agar pemanfaatannya dapat optimum bagi ternak. Teknologi pengolahan pakan yang dapat dilakukan adalah fermentasi. Fermentasi bertujuan untuk meningkatkan nilai nutrisi dari limbah kelapa sawit. Fermentasi dapat meningkatkan kandungan protein kasar dan menurunkan kadar serat kasar.

Produksi VFA (*Volatile Fatty Acid*) akan meningkat seiring dengan meningkatnya protein pakan. Semakin tinggi protein dalam ransum maka amonia dan VFA yang dihasilkan akan semakin meningkat. Amonia akan digunakan oleh mikroba rumen untuk membangun tubuhnya, sehingga aktivitas mikroba dalam proses fermentasi ransum yang masuk diharapkan dapat menghasilkan peningkatan VFA (Tillman dkk, 1991). Pemberian pakan berserat kasar rendah dan banyak mengandung karbohidrat mudah tercerna akan cenderung menurunkan

konsentrasi VFA dan menurunkan pH cairan rumen, akibatnya aktivitas dari bakteri selulolitik menjadi menurun (Asri, 2011).

Pemanfaatan limbah kelapa sawit sebagai pakan ternak akan mengurangi ketergantungan terhadap pakan hijauan yang semakin sedikit ketersediannya. Berkurangnya ketersediaan hijauan disebabkan oleh alih fungsi lahan yang sebelumnya sebagai lahan hijauan untuk pakan ternak berubah menjadi lahan pemukiman, lahan untuk tanaman pangan, dan lain-lain. Pola integrasi ataupun diversifikasi tanaman dan ternak diharapkan dapat menjadi bagian integral dalam suatu usaha peternakan. Berdasarkan hal di atas, penulis tertarik untuk melakukan penelitian tentang pengaruh pemberian ransum berbasis limbah kelapa sawit terhadap kadar Amonia (NH_3) dan *Volatile Fatty Acid* (VFA) pada cairan rumen Sapi Peranakan Ongole (PO).

B. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk :

1. mengetahui pengaruh pemberian ransum berbasis limbah kelapa sawit terhadap kadar Amonia (NH_3) dan *Volatile Fatty Acid* (VFA) pada cairan rumen Sapi Peranakan Ongole (PO);
2. mengetahui pengaruh terbaik pemberian ransum berbasis limbah kelapa sawit terhadap kadar Amonia (NH_3) pada cairan rumen Sapi Peranakan Ongole (PO);
3. mengetahui pengaruh terbaik pemberian ransum berbasis limbah kelapa sawit terhadap kadar *Volatile Fatty Acid* (VFA) pada cairan rumen Sapi Peranakan Ongole (PO).

C. Kegunaan Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi rujukan ilmiah bagi para akademisi dan memberikan informasi kepada peternak tentang pemanfaatan limbah kelapa sawit sebagai ransum yang dapat meningkatkan produksi sapi Peranakan Ongole (PO).

D. Kerangka Pemikiran

Peternakan merupakan salah satu usaha yang dapat dilakukan oleh masyarakat luas dalam meningkatkan pendapatan dan pembangunan ekonomi masyarakat. Peningkatan usaha peternakan secara terus menerus dan berkesinambungan pada akhirnya akan dapat meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Pada dasarnya, perkembangan subsektor peternakan salah satunya dipengaruhi oleh pakan yang diberikan kepada ternak, karena pakan merupakan salah satu komponen yang berperan penting dalam budidaya ternak untuk mencapai hasil yang diinginkan.

Pakan yang dikonsumsi oleh ternak akan digunakan untuk kebutuhan hidup pokok, produksi, dan reproduksi. Pakan merupakan biaya produksi paling besar pada usaha ternak sapi yaitu mencapai 60--80% dari biaya produksi total. Hal ini menunjukkan bahwa perlu dilakukan adanya pemanfaatan bahan atau limbah yang belum termanfaat dengan baik sehingga biaya produksi untuk pakan dapat menurun dan efisiensi usaha peternakan sapi dapat meningkat. Apabila hal tersebut dapat berjalan dengan baik, maka keuntungan atau pendapatan yang diperoleh para peternak juga akan semakin meningkat. Dengan demikian, dalam meningkatkan efisiensi usaha peternakan sapi maka diperlukan adanya suatu usaha pemanfaatan limbah-limbah pertanian sebagai pakan ternak seperti limbah kelapa sawit dalam upaya meningkatkan produktivitas ternak.

Limbah sawit yang dihasilkan pabrik pengolahan sawit yang cukup besar tersebut akan menjadi masalah besar yang dapat menjadi ancaman pencemaran lingkungan apabila tidak dikelola dengan baik. Disamping itu, diperlukan juga biaya yang tidak sedikit dalam pengelolaan limbah ini sehingga perlu diupayakan agar limbah tersebut tidak menjadi beban tetapi sebaliknya dapat memberi nilai tambah bagi usaha peternakan dengan memanfaatkan bahan-bahan limbah tersebut dijadikan sebagai pakan ternak khususnya ternak sapi.

Penggunaan limbah kelapa sawit seperti pelepah dan daun kelapa sawit sebagai pakan ternak diperlukan adanya sentuhan teknologi pengolahan pakan. Hal ini dikarenakan kandungan serat kasar pada limbah sawit tersebut cukup tinggi yaitu sebesar 32,55%. Menurut Nurlala (2010), pelepah dan daun kelapa sawit produksinya melimpah dan dapat dijadikan sebagai pengganti rumput, akan tetapi pemberian pakan berupa pelepah dan daun kelapa sawit dalam bentuk segar atau utuh sulit dicerna dikarenakan terdapat adanya ikatan lignoselulosa pada limbah tersebut sehingga memerlukan teknologi dalam pengolahannya. Teknologi dalam pengolahan limbah kelapa sawit seperti pelepah dan daun kelapa sawit yang dapat dilakukan yaitu dengan fermentasi.

Dalam penerapan teknologi fermentasi, bahan yang dapat digunakan salah satunya adalah menggunakan *Effective Microorganism* (EM4). EM4 merupakan media cair berwarna coklat kekuning-kuningan yang menguntungkan untuk pertumbuhan dan produksi ternak dengan ciri-ciri berbau asam manis. EM4 mampu memperbaiki jasad renik di dalam saluran pencernaan ternak sehingga kesehatan ternak akan meningkat, tidak mudah stress, dan bau kotoran akan berkurang.

Pemberian EM4 pada pakan dan minuman ternak akan meningkatkan nafsu makan karena aroma asam manis yang ditimbulkan. EM4 tidak mengandung bahan kimia sehingga aman bagi ternak. Secara global terdapat tiga bakteri di dalam EM4 yaitu diantaranya adalah *Lactobacillus casei*, *Saccharomyces cerevisiae*, dan *Rhodopseudomonas palustris* (Hidayat, 2012).

Lactobacillus casei memproduksi asam laktat sebagai hasil penguraian gula dan karbohidrat lain yang bekerjasama dengan bakteri fotosintesis (*Rhodopseudomonas palustris*) dan ragi atau yeast (*Saccharomyces cerevisiae*).

Asam laktat ini merupakan bahan sterilisasi yang dapat menekan mikroba berbahaya dan dapat menguraikan bahan organik seperti lignin dan selulosa yang merupakan struktur kompleks karbohidrat dengan cepat (Kasmawati, 2014).

Proses fermentasi akan menurunkan kadar serat kasar dan meningkatkan kadar protein kasar pada bahan pakan tersebut. Keberhasilan proses fermentasi diharapkan menghasilkan pakan ternak yang berkualitas dengan komposisi nutrisi sesuai dengan yang dibutuhkan oleh ternak tersebut.

Pemberian pakan yang mencukupi untuk ternak baik kualitas maupun kuantitas dapat meningkatkan produksi ternak. Pakan berkualitas adalah pakan yang kandungan protein, lemak, karbohidrat, mineral, dan vitaminnya seimbang.

Semua pakan yang masuk ke dalam tubuh ternak ruminansia akan dicerna oleh mikroba rumen yang terdapat di dalam rumen ternak. Mikroba tersebut akan menghasilkan enzim-enzim tertentu untuk mencerna pakan yang masuk ke dalam saluran pencernaan ternak ruminansia. Kandungan nutrisi bahan pakan yang masuk ke dalam rumen juga akan dirombak oleh mikroba rumen menjadi NH_3 dan

VFA. Menurut Tillman dkk. (1991), semakin tinggi protein dalam ransum maka NH_3 dan VFA yang dihasilkan akan semakin meningkat.

NH_3 adalah sumber nitrogen utama untuk sintesis protein mikroba. Arora (1995) menyatakan bahwa meningkatnya protein ransum akan mengakibatkan aktivitas enzim protease meningkat sehingga proses perombakan protein menjadi asam amino dan amonia (NH_3) oleh mikroba rumen juga meningkat. Peningkatan pembentukan amonia oleh mikroba akan dimanfaatkan kembali oleh mikroba tersebut untuk membangun sel tubuhnya sehingga jumlah mikroba di dalam rumen juga semakin meningkat sedangkan VFA merupakan sumber utama sebagai penyedia energi dan karbon untuk pertumbuhan ternak inang dan mempertahankan kehidupan mikroorganisme di dalam rumen (Hungate, 1966). Oleh karena itu, pemberian ransum berbasis limbah kelapa sawit terfermentasi diharapkan dapat meningkatkan produksi NH_3 secara optimun untuk meningkatkan jumlah mikroba di dalam rumen sehingga VFA yang dihasilkan dari fermentasi karbohidrat oleh mikroba juga semakin meningkat.

E. Hipotesis

Hipotesis yang diajukan pada penelitian ini adalah :

1. terdapat pengaruh penggunaan ransum berbasis limbah kelapa sawit sebagai pakan ternak terhadap kadar Amonia (NH_3) dan *Volatile Fatty Acid* (VFA) pada cairan rumen Sapi Peranakan Ongole (PO);
2. terdapat perlakuan terbaik penggunaan ransum berbasis limbah kelapa sawit sebagai pakan ternak terhadap kadar Amonia (NH_3) dan *Volatile Fatty Acid* (VFA) pada cairan rumen Sapi Peranakan Ongole (PO).

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Sapi Peranakan Ongole (PO)

Sapi pada umumnya dapat digunakan sebagai salah satu ternak penghasil daging. Sapi-sapi pedaging lokal sering digunakan sebagai bakalan dan bibit dalam usaha peternakan rakyat. Sapi Peranakan Ongole atau sering disebut dengan sapi PO merupakan bangsa sapi pedaging lokal yang banyak ditemukan di Indonesia. Sapi PO merupakan sapi yang berasal dari persilangan antara bangsa sapi Jawa (sapi lokal) dengan bangsa sapi Ongole (India) yang telah berlangsung cukup lama yakni sejak tahun 1908. Persilangan tersebut merupakan suatu "*Grading Up*" yang bertujuan untuk memperoleh ternak sapi yang dapat digunakan bagi keperluan tenaga tarik dalam membantu petani mengolah tanah pertanian dan transportasi (Atmadilaga, 1979).

Ciri-ciri Sapi PO yaitu berwarna putih, mempunyai perawakan yang besar, bergumba pada pundaknya dan mempunyai gelambir yang menjulur sepanjang garis bawah leher, dada, sampai ke pusar. Secara komersial, Sapi PO dapat dimanfaatkan sebagai ternak pedaging karena memiliki laju pertumbuhan yang cukup baik dan mempunyai kemampuan konsumsi yang cukup tinggi terhadap hijauan serta mudah pemeliharaannya. Sapi PO termasuk tipe sapi pekerja yang baik, tenaganya kuat, tahan lapar dan haus, serta dapat menyesuaikan dengan pakan yang sederhana (Sosroamidjojo dan Soeradji, 1990).

B. Deskripsi Limbah Kelapa Sawit

Kelapa sawit adalah salah satu komoditi andalan Indonesia yang perkembangannya sangat pesat. Selain produksi minyak kelapa sawit yang tinggi, produk samping atau limbah pabrik kelapa sawit juga tinggi. Secara umum, limbah dari pabrik kelapa sawit terdiri atas tiga macam yaitu limbah cair, padat dan gas. Limbah cair pabrik kelapa sawit berasal dari unit proses pengukusan (sterilisasi), proses klarifikasi, dan buangan dari hidrosiklon. Pada umumnya, limbah cair industri kelapa sawit mengandung bahan organik yang tinggi sehingga potensial mencemari air tanah dan badan air, sedangkan limbah padat pabrik kelapa sawit dikelompokkan menjadi dua yaitu limbah yang berasal dari proses pengolahan dan yang berasal dari basis pengolahan limbah cair.

Limbah padat yang berasal dari proses pengolahan berupa Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS), cangkang atau tempurung, serabut atau serat, sludge atau lumpur, dan bungkil. TKKS dan lumpur yang tidak ditangani dengan baik menyebabkan bau busuk, tempat bersarangnya serangga atau lalat, dan potensial menghasilkan air lindi (leachate). Industri kelapa sawit menghasilkan limbah yang berpotensi sebagai pakan ternak, seperti bungkil inti sawit, serat perasan buah, tandan buah kosong, dan solid (Aritonang, 1986).

1. Bungkil inti sawit

Bungkil inti sawit adalah limbah ikutan proses ekstraksi inti sawit. Bahan ini dapat diperoleh dengan proses kimia atau dengan cara mekanik (Devendra, 1990).

Bungkil inti sawit mempunyai nilai nutrisi yang lebih tinggi dibanding limbah lainnya dengan kandungan energi kasar 4.230 Kkal/kg (Ketaren, 1986).

Zat makanan yang terkandung dalam bungkil inti sawit cukup bervariasi, tetapi kandungan nutrisi yang terbesar adalah protein yaitu berkisar antara 18--19% (Satyawibawa dan Widyastuti, 2000).

Tabel 1. Kandungan nutrisi bungkil inti sawit

Zat makanan	Kandungan (%)
Bahan kering	92,6 a
Protein kasar	21,51 b
Serat kasar	10,5 b
Lemak kasar	2,4 a
TDN	72,0 a
Ca	0,53 a
P	0,19 a

Sumber : a. Laboratorium Ilmu Makanan Ternak Departemen Peternakan Fakultas Pertanian USU, Medan.
b. Pusat Penelitian Kelapa Sawit.

2. Pelepah daun kelapa sawit

Pelepah daun kelapa sawit merupakan hasil sampingan dari pemanenan buah kelapa sawit. Apabila dilihat dari segi ketersediaannya maka pelepah dan daun kelapa sawit sangat potensial digunakan sebagai pakan ternak. Sesuai pernyataan (Devendra 1990), siklus pemangkasan setiap 14 hari, tiap pemangkasan sekitar 3 pelepah daun dengan berat 1 pelepah mencapai 10 kg. Satu ha lahan dapat ditanami sekitar 148 pohon sehingga setiap 14 hari akan dihasilkan sekitar 4.440 kg atau 8.880 kg/bulan/ha. Kandungan bahan kering pelepah daun sawit sebesar 35% sehingga jumlah bahan kering pelepah sawit/bulan/ha sebesar 3.108 kg.

Hasil analisis Laboratorium Ilmu Nutrisi Makanan Ternak, Departemen Peternakan FP USU (2000), pelepah daun kelapa sawit mengandung 6,50% protein kasar, 32,55% serat kasar, 4,47% lemak kasar, 93,4 bahan kering dan

56,00% TDN. Hasil analisis memperlihatkan bahwa kandungan protein kasar pelepah daun kelapa sawit cukup rendah yaitu sebesar 6,5 % dengan serat kasar yang cukup tinggi sebesar 32,55%. Kandungan serat kasar yang cukup tinggi akan mempengaruhi pencernaan bahan pakan pada ternak.

Daun kelapa sawit merupakan hijauan segar yang dapat diberikan langsung ke ternak baik yang berbentuk segar maupun yang telah diawetkan misalnya fermentasi maupun amoniasi. Pelepah daun kelapa sawit yang dilakukan fermentasi dapat memberi keuntungan karena lebih aman dan dapat meningkatkan nilai nutrisi yang lebih baik dan sekaligus memanfaatkan limbah pertanian. Keuntungan lain dengan perlakuan fermentasi ini adalah proses pengerjaannya mudah dan dapat meningkatkan kualitas atau kandungan nutrisi dari bahan pakan yang difermentasi tersebut (Hassan dan Ishida, 1992). Pelepah dan daun kelapa sawit juga dapat diproses dalam bentuk pellet dan diawetkan dalam bentuk silase (Jafar dan Hassan, 1990).

Proporsi daun sawit semakin meningkat dengan bertambahnya umur tanaman sawit. Pemanfaatan daun sawit mempunyai karakteristik warna yang menarik, rasanya manis, dan baunya wangi sehingga dapat meningkatkan *palatable* bagi ternak ruminansia. Kendala yang dihadapi adalah daun sawit dalam bentuk utuh sulit dicerna sehingga membutuhkan teknologi dalam pengolahannya. Adapun kelebihan dari penggunaan daun sawit adalah produksinya melimpah dan dapat dijadikan sebagai pengganti rumput, daun sawit dapat diberikan secara utuh baik dalam bentuk segar maupun silase, dan cocok untuk ternak karena kandungan

nutrisinya cukup baik. Level optimal penggunaan daun sawit sebagai bahan pakan yaitu sebesar 40% untuk ternak ruminansia (Nurlela, 2010).

C. Fermentasi

Fermentasi didefinisikan sebagai proses pemecahan karbohidrat dan asam amino secara anaerob yaitu tanpa memerlukan oksigen. Proses fermentasi akan menyebabkan mikroorganisme memperoleh sejumlah energi untuk pertumbuhannya dengan jalan merombak bahan yang memberikan zat-zat nutrisi seperti karbohidrat, protein, vitamin, dan lain-lain. Melalui fermentasi terjadi pemecahan substrat oleh enzim-enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme tertentu terhadap bahan yang tidak dapat dicerna (Sembiring, 2006).

Keberhasilan proses fermentasi akan menghasilkan pakan ternak yang berkualitas dengan komposisi nutrisi sesuai dengan yang dibutuhkan ternak tersebut. Pada pakan produk fermentasi ini terkandung nutrisi yang lebih kaya dibandingkan sebelum pakan difermentasi. Selain itu, pakan akan sangat mudah dicerna dan terserap karena adanya reaksi dekomposisi pada saat fermentasi, misalnya pada jerami akan terasa lebih empuk setelah difermentasi (Taufik, 2014).

Pada proses fermentasi, peranan terpenting adalah adanya aktivitas mikroba atau mikroorganisme dalam substrat. Bakteri yang merupakan populasi terbesar memiliki peran penting misalnya dalam fermentasi pakan, bakteri berperan sebagai pencerna serat kasar dalam rumen ternak ruminansia. Hal ini terjadi karena bakteri mampu menghasilkan enzim *selulase* dan *amilase*, penghasil asam laktat dalam pembuatan silase untuk menurunkan pH, penghasil asam amino yang dapat dimanfaatkan sebagai makanan tambahan, dan penghasil enzim

polysacharidase yang berperan meningkatkan daya cerna terhadap pakan. Jamur, dalam fermentasi dimanfaatkan dan berperan menghasilkan enzim yang membantu pencernaan pakan seperti enzim *amilase*, *protease*, dan *polimerase*. Dalam fermentasi pakan ternak, jamur ikut aktif melakukan penetrasi ke dalam jaringan tanaman pakan sehingga struktur jaringan menjadi rapuh dan hancur serta permukaan pakan menjadi lebih luas. Permukaan pakan yang lebih luas ini memungkinkan kontak langsung dengan enzim dalam mencerna selulosa pada bahan pakan semakin besar (Taufik, 2014).

Menurut Rachman (1992), menyatakan bahwa fermentasi merupakan aktivitas metabolisme mikroorganisme baik dalam keadaan aerob maupun anaerob melalui kerja enzim yang dihasilkan oleh mikroba, sehingga terjadi perubahan atau transformasi kimia dari substrat organik. Perubahan kimia akibat aktivitas enzim yang dihasilkan oleh mikroba meliputi perubahan molekul-molekul kompleks atau senyawa-senyawa organik seperti protein, karbohidrat, dan lemak menjadi molekul-molekul yang lebih sederhana, mudah larut, dan pencernaan tinggi.

Enzim adalah suatu katalisator biologis yang dihasilkan oleh sel-sel hidup dan dapat membantu mempercepat bermacam-macam reaksi biokimia. Pakan yang difermentasi biasanya mempunyai nilai gizi yang lebih tinggi dibandingkan bahan asalnya. Hal ini disebabkan mikroba berifat katabolik atau memecah komponen-komponen yang kompleks menjadi zat-zat yang lebih sederhana sehingga lebih mudah dicerna (Winarno dkk, 1980).

Dalam penerapan teknologi fermentasi, bahan yang digunakan adalah Starbio dan EM4. Starbio merupakan mikroba atau bakteri yang berfungsi menguraikan

limbah menjadi bahan asal alami yang tidak berbau. Starbio merupakan hasil teknologi tinggi yang berisi koloni mikroba rumen sapi yang diisolasi dari alam untuk membantu penguraian struktur jaringan pakan yang sulit terurai. Adapun koloni-koloni mikroba tersebut terdiri dari mikroba yang bersifat proteolitik, lignolitik, selulolitik, dan lipolitik. Kumpulan mikroba yang terdapat dalam starbio akan membantu pencernaan pakan dalam tubuh ternak, membantu penyerapan pakan lebih banyak sehingga pertumbuhan ternak lebih cepat dan produksi dapat meningkat (Aruan, 2014).

EM4 merupakan medium cair berwarna coklat kekuning-kuningan yang menguntungkan untuk pertumbuhan dan produksi ternak dengan ciri-ciri berbau asam manis. EM4 mampu memperbaiki jasad renik di dalam saluran pencernaan ternak sehingga kesehatan ternak akan meningkat, tidak mudah stress, dan bau kotoran akan berkurang. Pemberian EM4 pada pakan dan minuman ternak akan meningkatkan nafsu makan karena aroma asam manis yang ditimbulkan. EM4 tidak mengandung bahan kimia sehingga aman bagi ternak. Secara global terdapat tiga bakteri di dalam EM4 yaitu diantaranya adalah *Lactobacillus casei*, *Saccharomyces cerevisiae*, dan *Rhodopseudomonas palustris* (Hidayat, 2012).

Lactobacillus casei adalah bakteri gram-positif, anaerob, tidak memiliki alat gerak, tidak menghasilkan spora, berbentuk batang dan menjadi salah satu bakteri yang berperan penting dalam pencernaan. *Lactobacillus casei* merupakan bakteri yang bisa memecah protein, karbohidrat, dan lemak dalam makanan, dan menolong penyerapan elemen penting dan nutrisi seperti mineral, asam amino, dan vitamin yang dibutuhkan manusia dan hewan untuk bertahan hidup.

Lactobacillus casei memproduksi asam laktat sebagai hasil penguraian gula dan karbohidrat lain yang bekerjasama dengan bakteri fotosintesis (*Rhodospseudomonas palustris*) dan ragi atau yeast (*Saccharomyces cerevisiae*). Asam laktat ini merupakan bahan sterilisasi yang dapat menekan mikroba berbahaya dan dapat menguraikan bahan organik seperti lignin dan selulosa yang merupakan struktur kompleks karbohidrat dengan cepat (Kasmawati, 2014).

Rhodospseudomonas palustris adalah bakteri gram negatif dan dapat tumbuh dengan atau tanpa oksigen. *Saccharomyces cerevisiae* merupakan nama spesies yang termasuk dalam khamir berbentuk oval. Ragi atau istilah resminya adalah yeast merupakan organisme bersel tunggal berjenis eukariotik dan berkembang biak dengan membelah diri. *Saccharomyces cerevisiae* bersifat fermentatif, yaitu memecah glukosa menjadi karbon dioksida dan alkohol. Namun dengan adanya oksigen, *Saccharomyces cerevisiae* juga dapat melakukan respirasi yaitu mengoksidasi gula menjadi karbon dioksida dan air (Hidayat, 2012).

D. Produksi Amonia (NH₃)

Mikroorganisme di dalam rumen dan retikulum ternak ruminansia dapat mensintesis asam-asam amino esensial. Untuk memenuhi hal tersebut, dibutuhkan protein dari pakan yang berkualitas baik. Selain itu, protein pakan yang masuk juga akan dirombak oleh mikroba rumen menjadi amonia untuk sintesis protein tubuhnya (Mc Donald dkk, 2002). Produksi NH₃ berasal dari protein yang di degradasi oleh enzim protease. Tingkat hidrolisis tergantung dari daya larutnya yang berkaitan dengan kadar NH₃. Meningkatnya protein ransum akan mengakibatkan aktivitas enzim protease meningkat sehingga proses perombakan

protein menjadi asam amino dan amonia oleh mikroba rumen juga meningkat. Peningkatan pembentukan amonia (NH_3) oleh mikroba akan dimanfaatkan kembali oleh mikroba tersebut untuk membangun sel tubuhnya yang pada akhirnya mikroba tersebut akan terserap oleh usus halus dan dijadikan sumber protein bagi ternak inang (Arora, 1995).

Protein pakan di dalam rumen akan dirombak oleh enzim protease yang dihasilkan oleh mikroba rumen menjadi oligopeptida. Selanjutnya, oligopeptida akan dihidrolisis menjadi asam amino. Sebagian asam amino ini akan terserap melalui dinding rumen dan sebagian lagi dideaminasi menjadi keto alfa yang menghasilkan VFA, amonia, CH_4 , dan CO_2 (Sutardi, 1979). Meningkatnya jumlah karbohidrat yang mudah difermentasi dapat mengurangi produksi amonia, karena terjadi kenaikan penggunaan amonia untuk pertumbuhan protein mikroba. Kondisi yang ideal adalah sumber energi tersebut dapat difermentasi sama cepatnya dengan pembentukan NH_3 , sehingga pada saat NH_3 terbentuk terdapat produksi fermentasi asal karbohidrat yang akan digunakan sebagai sumber energi dan kerangka karbon dari asam amino protein mikroba telah tersedia (France and Seddon, 1993).

Konsentrasi amonia ditentukan oleh tingkat protein pakan yang dikonsumsi, derajat degradibilitasnya, lama pakan di dalam rumen, dan pH rumen.

Peningkatan populasi mikroba sangat menguntungkan bagi hewan ternak. Selain meningkatkan pencernaan pakan di dalam rumen, ternak juga akan mendapat pasokan protein mikroba yang telah mati dan mengalir ke usus. Produksi amonia yang dapat memenuhi kebutuhan tidak akan merugikan sintesis mikroba rumen.

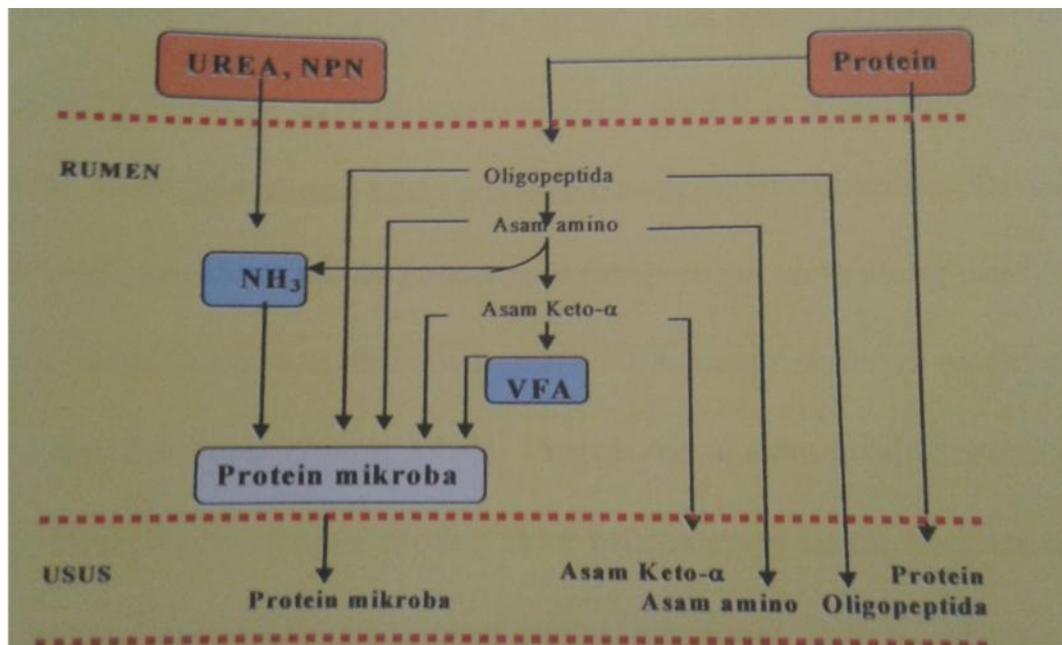
Sebaliknya, jika produksi amonia rendah, akan mempengaruhi produksi sintesis mikroba rumen (Moante dkk, 2004).

Kandungan protein pakan yang tinggi dan proteinnya mudah didegradasi akan menghasilkan peningkatan konsentrasi NH_3 di dalam rumen (Mc Donald dkk, 2002). Selain itu, tingkat hidrolisis protein bergantung kepada daya larutnya, yang akan mempengaruhi kadar NH_3 . Gula terlarut yang tersedia di dalam rumen dipergunakan oleh mikroba untuk menghabiskan amonia (Arora, 1995). Jika pakan defisiensi protein atau tinggi kandungan protein yang lolos degradasi, maka konsentrasi NH_3 rumen akan rendah (lebih rendah dari 50 mg/l atau 3,57 mM) dan pertumbuhan organisme rumen akan lambat. Sebaliknya, jika degradasi protein lebih cepat daripada sintesis protein mikroba, maka NH_3 akan terakumulasi dan melebihi konsentrasinya (Satter dan Slyter, 1974).

Kadar NH_3 cairan rumen tergantung pada jumlah dan sifat protein bahan pakan yang dikonsumsi (Ando dkk, 2013). Faktor-faktor pembatas untuk pertumbuhan mikroba rumen adalah ketersediaan ammonia, asam amino, sulfur dan mineral (Tamminga, 1982). Jika pakan defisiensi akan protein atau proteinnya tahan degradasi maka konsentrasi amonia dalam rumen akan rendah dan pertumbuhan mikroba rumen akan lambat yang menyebabkan turunya pencernaan pakan (Mc Donald dkk, 1995). Kadar NH_3 yang dibutuhkan untuk menunjang pertumbuhan mikroba rumen yang maksimal adalah 4--12 mM dengan konsentrasi optimum 6--8 mM (Sutardi, 1997).

Sebagian besar mikroba rumen (82%) mengandung NH_3 (amonia) untuk memperbanyak diri, terutama dalam proses sintesis selnya (Sutardi, 1979). Bryant

(1974) menyatakan bahwa dalam mayoritas bakteri rumen dapat menggunakan amonia sebagai sumber nitrogen. Sebagian besar protein yang terdapat di dalam rumen adalah protein mikroba dan 50-90% dari seluruh protein yang mencapai usus halus adalah protein mikroba (Soewardi, 1974). Mikroba yang telah mati akan diserap di usus sebagai sumber protein bagi ternak. Protein mikroba bersama dengan protein pakan yang lolos degradasi mengalami pencernaan di usus oleh enzim-enzim protease dengan hasil akhir asam amino (Sutardi, 1997).



Gambar 1. Proses degradasi protein di dalam rumen (Sutardi, 1997).

Pertumbuhan mikroba rumen mulai terganggu bila kadar NH₃ di dalam rumen sekitar 3,57 mM (Satter dan Styler, 1974). Apabila nutrisi tidak mencukupi maka pertumbuhan mikroorganisme dipengaruhi oleh ketersediaan energi. Amonia yang tidak digunakan oleh bakteri akan diserap oleh dinding rumen (Van Soest, 1982). Produksi NH₃ yang berlebihan akan dibawa ke hati dan diubah menjadi urea kemudian masuk ke dalam sirkulasi darah. Akumulasi NH₃ dalam jumlah

yang berlebihan di dalam hati akan dapat menyebabkan kerusakan dan bersifat toksin bagi ternak (Tillman dkk, 1991).

Urea adalah suatu senyawa organik yang terdiri dari unsur karbon, hidrogen, oksigen, dan nitrogen dengan rumus kimia $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$. Urea merupakan sumber NPN (nitrogen bukan protein) yang mengandung 41--45 % N dan dapat diubah oleh mikroorganisme rumen sebagian atau seluruhnya menjadi protein yang diperlukan dalam proses fermentasi pakan di dalam rumen dan dapat meningkatkan intake pakan. Selain itu, penggunaan urea dapat meningkatkan nilai gizi makanan dari bahan yang berserat tinggi serta berkemampuan untuk merenggangkan ikatan kristal molekul selulosa sehingga memudahkan mikroba rumen memecahkannya (Basya, 1981).

Urea darah merupakan senyawa yang terdapat di dalam darah yang berasal dari amonia (NH_3) hasil dari metabolisme protein. Urea darah dihasilkan dari perombakan amonia yang diabsorpsi lewat *vena portal* bersama CO_2 di dalam hati. Amonia yang terbentuk melalui proses deaminasi di dalam rumen akan terabsorpsi lewat *vena portal* dan akan diubah menjadi urea di dalam hati yang kemudian masuk sistem pembuluh darah. Akumulasi NH_3 dalam jumlah yang berlebihan di dalam hati akan dapat menyebabkan kerusakan dan bersifat toksin bagi ternak (Tillman dkk, 1991).

E. Produksi *Volatile Fatty Acid* (VFA)

Bahan pakan yang masuk ke dalam rumen mengalami fermentasi untuk menghasilkan produk berupa *Volatile Fatty Acid* (VFA), sel-sel mikroba, gas metan, dan CO_2 . Karbohidrat pakan di dalam rumen mengalami dua tahap

pencernaan oleh enzim-enzim yang dihasilkan oleh mikroba rumen. Pada tahap pertama karbohidrat mengalami hidrolisis menjadi monosakarida, seperti glukosa, fruktosa, dan pentosa. Hasil pencernaan tahap pertama masuk ke jalur glikolisis Embden-Meyerhoff untuk mengalami pencernaan tahap kedua yang menghasilkan piruvat. Piruvat selanjutnya akan diubah menjadi VFA yang umumnya terdiri dari asam asetat, butirrat, dan propionat (Arora, 1995).

Fermentasi karbohidrat di dalam rumen untuk membentuk *Volatil Fatty Acid* (VFA) atau asam lemak terbang menghasilkan kerangka karbon (C) untuk sintesis sel mikroba dan membebaskan sejumlah energi dalam bentuk *Adenosin Tri Phospat* (ATP), CO₂ (Carbon dioksida), dan CH₄ (gas metana). Energi dalam bentuk ATP digunakan untuk memenuhi kebutuhan hidup pokok dan pertumbuhan mikroba rumen. Proses pencernaan karbohidrat di dalam rumen ternak ruminansia akan menghasilkan energi berupa VFA yang terdiri atas asam asetat, propionat, butirrat, valerat, dan format. Perbandingan asam-asam lemak atsiri di dalam rumen berkisar antara 50--70% asetat, 17--21% propionat, 14--20% butirrat, valerat dan format hanya terbentuk dalam jumlah kecil (Arora, 1995).

1. Asam asetat cairan rumen

pakan dengan kandungan serat yang tinggi (hijauan) akan menghasilkan asam asetat lebih tinggi (Mc Donald dkk, 2002). Proporsi asam-asam lemak dalam pencernaan ruminansia ini diantaranya dipengaruhi oleh jenis, komposisi karbohidrat struktural dan non skruktural, serta besar kecilnya porsi hijauan penyusun pakan. Karbohidrat yang mudah tercerna (pati) menghasilkan rasio

asetat-propionat menjadi kecil, sedangkan karbohidrat struktural (hemiselulosa) menghasilkan rasio asetat-propionat lebih besar (Perry dkk, 2003).

2. Asam butirat cairan rumen

Pemberian pakan konsentrat yang tinggi menghasilkan asam butirat 12 mM (Castellejos dkk, 2007). Pemberian pakan konsentrat pada kambing dan domba asam butirat 12,6 mM (Dabioa dkk, 2008). Pemberian cassava chips pada sapi, konsentasi butirat 7,3 mM (Cherdthong dkk, 2011). Pemberian konsentrat pada sapi konsentrasi asam butirat antara 12,2--14,1 mM (Fandino dkk, 2007). Asam asetat dan butirat merupakan sumber energi untuk oksidasi yang bersifat ketogenik, sedangkan asam propionat digunakan untuk proses glukoneogenesis atau bersifat glukogenik (Chuzaeami, 1994).

3. Asam propionat cairan rumen

Karbohidrat mudah larut (struktural) seperti glukosa, fruktosa, sukrosa dan pati paling cepat untuk dicerna dan dimetabolis serta dapat dimanfaatkan secara sempurna dengan bantuan berbagai macam spesies bakteri di dalam rumen (Mc Donald dkk, 2002). Propionat dapat ditingkatkan dengan jalan memberikan lebih banyak konsentrat dan karbohidrat yang mudah dicerna (Cherney dkk, 2003). Pemberian pakan konsentrat yang tinggi dapat meningkatkan asam propionat 27,53 mM, lebih tinggi dari control (Castellejos dkk, 2007). Konsentrat biji-bijian menghasilkan asam propionat lebih tinggi yaitu 31,7 mM (Dabioa dkk, 2008). Pemberian makanan berserat kasar rendah dan banyak mengandung karbohidrat mudah tercerna cenderung menurunkan konsentrasi *Volatile Fatty Acid* (VFA) dan menurunkan pH cairan rumen, akibatnya aktivitas selulolitik menurun.

Kondisi tersebut akan merubah populasi mikroba rumen. Populasi bakteri dan protozoa pemakai asam laktat akan berkembang lebih banyak. Jumlah protozoa terutama ciliata adalah 10^5 sel/ml cairan rumen pada pakan berserat kasar tinggi, tetapi jumlah tersebut meningkat menjadi 10^6 sel/ml cairan rumen pada adaptasi terhadap gula-gula terlarut (Asri, 2011).

Produksi VFA yang dihasilkan dalam rumen sangat bervariasi tergantung pada ransum yang dikonsumsi yaitu berkisar antara 200--1500 mg/1000 ml cairan rumen. Kadar *Volatile Fatty Acid* (VFA) yang dihasilkan mampu menyediakan 50--70% energi yang dapat dicerna oleh ternak ruminansia (Sutardi, 1979). Banyaknya VFA yang ada dalam rumen dicirikan oleh aktivitas mikroba dan jumlah VFA yang diserap atau yang keluar dari rumen (Church, 1974).

Jumlah produksi Volatile Fatty Acid (VFA) yang baik untuk memenuhi sintesis mikroba rumen yaitu sekitar 70--150 mM (Mc Donald dkk, 1995). Konsentrasi VFA dalam cairan rumen sangat dipengaruhi oleh pencernaan, jenis dan kualitas ransum yang difermentasi oleh mikroba rumen. Produksi VFA akan meningkat seiring dengan meningkatnya protein pakan. Semakin tinggi protein dalam ransum maka amonia dan VFA yang dihasilkan akan semakin meningkat. Amonia akan digunakan oleh mikroba rumen untuk membangun tubuhnya, sehingga aktivitas mikroba dalam proses fermentasi ransum yang masuk diharapkan menghasilkan peningkatan VFA (Tillman dkk, 1991).

Volatile Fatty Acid (VFA) yang terdapat di dalam rumen tidak hanya berasal dari hasil fermentasi karbohidrat, sebagian dapat berasal dari bekerjanya mikroba rumen terhadap protein atau ikatan lain yang mengandung nitrogen (Anggorodi,

1997). Tinggi dan rendahnya VFA dipengaruhi oleh tingkat fermentabilitas bahan pakan, jumlah karbohidrat yang mudah larut, pH rumen, pencernaan bahan pakan, dan jumlah serta macam bakteri yang ada di dalam rumen (Arora, 1995).

F. Sistem Pencernaan Ternak Ruminansia

Pencernaan adalah rangkaian proses perubahan fisik dan kimia yang dialami bahan makanan di dalam saluran pencernaan ternak ruminansia. Proses pencernaan makanan relatif lebih kompleks bila dibandingkan dengan pencernaan pada jenis ternak non ruminansia. Proses pencernaan ternak ruminansia terjadi secara mekanis (di dalam mulut), secara fermentatif (oleh enzim-enzim yang berasal dari mikroba rumen), dan secara hidrolitis (oleh enzim-enzim pencernaan) (Sutardi, 1980). Pencernaan fermentatif pada ternak ruminansia terjadi di dalam rumen (retikulo-rumen) berupa perubahan senyawa lain yang sama sekali berbeda dari molekul zat makanan asalnya (Church, 1997).

Organ pencernaan pada ternak ruminansia terdiri atas empat bagian penting, yaitu mulut, perut, usus halus, dan organ pencernaan bagian belakang. Perut ternak ruminansia dibagi menjadi empat bagian yaitu retikulum, rumen, omasum, dan abomasum. Rumen dan retikulum dihuni oleh mikroba serta merupakan alat pencernaan fermentatif dengan kondisi anaerob, suhu 39°C, pH rumen 6--7. Pada sistem pencernaan ruminansia terdapat suatu proses yang disebut memamah biak (ruminansi). Pada waktu ternak tersebut beristirahat, pakan yang ada di dalam rumen lalu dikembalikan ke mulut (proses regurgitasi), untuk dikunyah kembali (remastikasi) kemudian pakan ditelan kembali (proses redeglutasi). Selanjutnya pakan tersebut akan dicerna oleh enzim-enzim mikroba rumen (mikrobial attack).

Ukuran rumen dan retikulo sangat besar, yaitu dapat mencapai 15--22% dari bobot tubuh ternak (Sutardi, 1981).

Cairan rumen mengandung enzim alfa amylase, galaktosidase, hemiselulosa dan selulosa. Rumen merupakan tabung besar untuk menyimpan dan mencampur ingesta bagi fermentasi mikroba. Dengan adanya mikroba rumen, maka bahan-bahan makanan yang berasal dari hijauan yang mengandung polisakarida kompleks, selulosa, dan lignoselulosa dapat dipecah menjadi bagian-bagian sederhana (Arora, 1995). Kondisi dalam rumen adalah anaerobik dengan temperature sekitar 38--42⁰C. Tekanan osmosis pada rumen mirip dengan tekanan aliran darah, pH dipertahankan oleh adanya absorpsi asam lemak dan amoniak. Saliva yang masuk ke dalam rumen berfungsi sebagai buffer dan membantu mempertahankan pH tetap pada 6,8. Sekresi saliva dipengaruhi oleh bentuk fisik pakan, kandungan bahan kering, volume cairan isi perut, dan stimulasi psikologis (Nursiam, 2010).

III. METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September sampai Desember 2015, bertempat di kandang Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Pengukuran VFA, NH_3 , dan analisis bahan pakan dilakukan di Laboratorium Nutrisi dan Makanan Ternak, Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

B. Alat dan Bahan

1. Alat penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah timbangan sapi, timbangan duduk, tali, skop, cangkul, arit, ember, golok, terpal, karung, tong, termos es, dan selang. Alat yang digunakan untuk analisis VFA dan NH_3 adalah *centrifuge*, *cawan conway*, tabung tempat cairan rumen, buret untuk titrasi, alat destilasi uap, labu erlenmeyer, gelas ukur, pipet tetes, dan plastik.

2. Bahan penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini terdiri atas HgCl 2%, H_3BO_3 , Na_2CO_3 , H_2SO_4 0,0143 N, H_2SO_4 15%, NaOH 0,5 N, HCL 0,5 N, indikator fenolptalein, metil red, metil blue, cairan rumen 9 ekor Sapi Peranakan Ongole (PO), hijauan, dan ransum perlakuan (R0, R1, R2).

C. Rancangan Penelitian

Rancangan yang digunakan yaitu Rancangan Acak Kelompok (RAK) dan pengelompokan berdasarkan bobot badan dengan menggunakan 9 ekor sapi Peranakan Ongole (PO) yang terdiri atas 3 perlakuan dan 3 ulangan sebagai kelompok. Perlakuan yang diujicobakan adalah sebagai berikut:

R0 = Ransum Kontrol (Jerami Padi, Onggok, Bungkil Kopra, Dedak Halus, Molases, Urea, Premix);

R1 = Ransum Berbasis Limbah Sawit Tidak Terfermentasi (Onggok, Dedak Halus, Molases, Urea, Premix + Pelepah dan Daun Sawit, Bungkil Sawit);

R2 = Ransum Berbasis Limbah Sawit Terfermentasi (Onggok, Dedak Halus, Molases, Urea, Premix + Pelepah dan Daun Sawit, Bungkil Sawit).

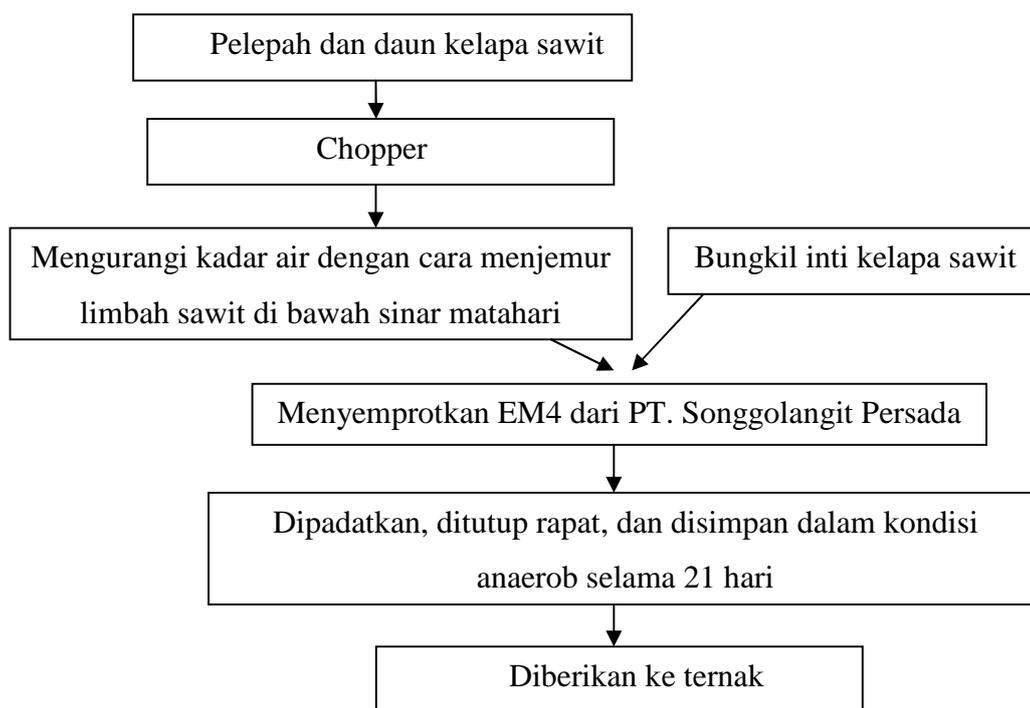
D. Analisis Data

Data hasil pengamatan dianalisis dengan sidik ragam pada taraf nyata 5% dan atau 1% dan dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT), untuk nilai analisis ragam yang menunjukkan hasil nyata.

E. Pelaksanaan Penelitian

Pada tahap persiapan, penelitian diawali dengan membersihkan kandang, peralatan kandang, lingkungan sekitar kandang, dan penimbangan sapi. Sapi Peranakan Ongole (PO) selanjutnya dimasukkan ke dalam kandang sesuai dengan rancangan percobaan dan tata letak yang telah ditentukan. Sebelum penelitian dimulai, dilakukan prapenelitian atau masa prelium yang bertujuan agar sapi yang digunakan dalam penelitian dapat beradaptasi dengan lingkungan dan ransum yang digunakan dalam penelitian.

1. Pembuatan fermentasi pelepah dan daun sawit dan bungkil kelapa sawit



Gambar 2. Skema pembuatan fermentasi limbah kelapa sawit.

2. Pembuatan ransum kontrol (R0)

Pembuatan ransum R0 diawali dengan menyiapkan bahan pakan terformulasi seperti jerami padi, bungkil kopra, dedak halus, onggok, molases, urea, dan premix. Kemudian menyiapkan timbangan dan menimbang pakan sesuai dengan formulasi ransum yang telah dibuat. Cara pencampuran bahan pakan dimulai dari pakan yang memiliki imbangan paling banyak hingga imbangan paling sedikit dan proses pencampuran dilakukan dengan cara mengaduk bahan pakan dari bawah ke atas hingga bahan pakan tercampur secara merata. Formulasi ransum kontrol dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 2. Komposisi ransum kontrol (R0)

Bahan Pakan	Imbangan (%)
Jerami Padi	15
Bungkil Kopra	22
Dedak Halus	25
Onggok	32
Molases	4
Urea	1
Premix	1
Total	100

3. Pembuatan ransum berbasis limbah kelapa sawit tidak terfermentasi (R1)

Pembuatan ransum R1 diawali dengan menyiapkan bahan pakan terformulasi seperti pelepah dan daun sawit tidak terfermentasi, bungkil kelapa sawit tidak terfermentasi, dedak halus, onggok, molases, urea, dan premix. Kemudian menyiapkan timbangan dan menimbang pakan sesuai dengan formulasi ransum yang telah dibuat. Cara pencampuran bahan pakan dimulai dari pakan yang memiliki imbangan paling banyak hingga imbangan paling sedikit dan proses pencampuran dilakukan dengan cara mengaduk bahan pakan dari bawah ke atas hingga bahan pakan tercampur secara merata. Formulasi ransum R1 dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 3. Komposisi ransum berbasis limbah sawit tidak terfermentasi (R1)

Bahan Pakan	Imbangan (%)
Pelepah dan Daun Sawit Tidak Terfermentasi	15
Bungkil Kelapa Sawit Tidak Terfermentasi	35
Dedak Halus	25
Onggok	18
Molases	4
Urea	2
Premix	1
Total	100

4. Pembuatan ransum berbasis limbah kelapa sawit terfermentasi (R2)

Pembuatan ransum R2 diawali dengan menyiapkan bahan pakan terformulasi seperti pelepah dan daun kelapa sawit terfermentasi, bungkil kelapa sawit terfermentasi, dedak halus, onggok, molases, urea, dan premix. Kemudian menyiapkan timbangan dan menimbang pakan sesuai dengan formulasi ransum yang telah dibuat. Cara pencampuran bahan pakan dimulai dari pakan yang memiliki imbangan paling banyak hingga imbangan paling sedikit dan proses pencampuran dilakukan dengan cara mengaduk bahan pakan dari bawah ke atas hingga bahan pakan tercampur secara merata. Formulasi ransum R2 dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4. Komposisi ransum berbasis limbah sawit terfermentasi (R2)

Bahan Pakan	Imbangan (%)
Pelepah dan Daun Sawit Fermentasi	15
Bungkil Kelapa Sawit Fermentasi	35
Dedak halus	25
Onggok	18
Molases	4
Urea	2
Premix	1
Total	100

Tabel 5. Kandungan nutrisi ransum perlakuan (R0, R1, dan R2)

Ransum Perlakuan	Kandungan Nutrisi Ransum Perlakuan R0, R1, dan R2 (%)					
	BK	PK	SK	LK	Abu	BETN
R0	90,72	14,17	12,16	6,15	12,90	54,62
R1	89,93	14,83	19,05	12,56	7,98	45,58
R2	91,03	12,56	15,25	8,60	9,72	53,86

Sumber : Analisis di Laboratorium Nutrisi dan Makanan Ternak (2015)

F. Pengambilan Cairan Rumen

Cairan rumen Sapi Peranakan Ongole dapat diperoleh dengan cara :

- a. menyiapkan peralatan yang akan digunakan pada saat pengambilan cairan rumen sapi Peranakan Ongole (PO);
- b. Sapi Peranakan Ongole yang akan diambil cairan rumennya dipuaskan dari pakan selama 2--4 jam dan diberi air minum secara *add libitum*;
- c. cairan rumen yang telah diambil sebelum dimasukkan ke dalam wadah disaring terlebih dahulu menggunakan kain kasa;
- d. cairan rumen hasil saringan dimasukkan ke dalam tabung film dan ditetesi larutan HgCl 2% sebanyak 2-3 tetes;
- e. tabung film yang telah berisi cairan rumen ditutup rapat menggunakan lakban, kemudian dimasukan ke dalam plastik lalu dimasukkan ke dalam termos yang berisi es batu.

G. Peubah yang Diamati

1. Kadar amonia (NH₃)

Konsentrasi amonia cairan rumen dapat diukur dengan metode mikrodifusi

Conway (Widyantoro, 1996) yaitu :

- a. mengambil sebanyak 1 ml larutan H₃BO₃ lalu dituangkan ke dalam cawan Conway bagian tengah. Kemudian ditetesi larutan indikator metil red dan metil blue sehingga berubah warna menjadi ungu;
- b. mengambil sebanyak 1 ml supernatant kemudian dituangkan ke dalam cawan Conway bagian luar sebelah kiri. Selanjutnya mengambil sebanyak

1 ml larutan Na_2CO_3 jenuh, lalu dituangkan ke dalam cawan Conway sebelah kanan;

- c. menutup rapat cawan Conway dengan bantuan vaselin. Selanjutnya diputar-putar sehingga kedua larutan tersebut tercampur rata. Ion Na^+ dari Na_2CO_3 akan menggeser ion NH_4^+ (ammonium) dari cairan rumen sehingga menguap menjadi NH_3 . Kemudian diinkubasi selama 90 menit pada suhu kamar;
- d. setelah diinkubasi selama 90 menit pada suhu kamar, larutan ammonium borat berubah menjadi warna hijau. Selanjutnya dititrasi dengan larutan H_2SO_4 0,0143 N sampai terjadi perubahan warna dari hijau menjadi warna ungu kembali;
- e. menghitung kadar amonia cairan rumen menggunakan rumus:
$$\text{N-amonía} = (\text{ml titrasi} \times \text{N H}_2\text{SO}_4 \times 1000) \text{ mM.}$$

2. Kadar *Volatile Fatty Acid* (VFA)

Produksi asam lemak terbang (VFA) cairan rumen dapat diukur dengan metode destilasi uap (Muhtarudin dkk, 2002) yaitu :

- a. cairan rumen di *centrifuge* pada kecepatan 8000 rpm selama 10 menit pada suhu 4°C , kemudian dipisahkan antara supernatan dan endapan;
- b. mengambil sebanyak 5 ml supernatan cairan rumen menggunakan spet lalu dimasukkan ke dalam labu erlenmeyer, kemudian menambahkan H_2SO_4 15% sebanyak 1 ml dan menutup labu erlenmeyer yang telah dirangkai dengan alat destilasi uap. Larutan H_2SO_4 akan mendesak VFA, sehingga VFA akan menguap dibawa oleh uap panas. Selanjutnya uap

panas dan VFA setelah melewati tabung pendingin akan terkondensasi dan ditampung dalam erlenmeyer yang berisi 5 ml NaOH 0,5 N;

- c. menghentikan proses destilasi setelah volume cairan di dalam labu erlenmeyer mencapai volume 150 ml. Selanjutnya diteteskan 2-3 tetes indikator fenolptalein ke dalam labu erlenmeyer dan dititrasi dengan larutan HCL 0,5 N sampai terjadi perubahan warna dari merah jambu menjadi tidak berwarna lagi;
- d. menghitung kadar VFA cairan rumen dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{VFA Total} = (b-s) \times N \text{ HCL} \times 1000/5 \text{ Mm}$$

Keterangan = b : volume titran blangko

s : volume titran sampel

N : normalitas larutan HCL

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

1. pemberian ransum berbasis limbah kelapa sawit berpengaruh nyata terhadap kadar Amonia (NH_3) dan berpengaruh sangat nyata terhadap kadar *Volatile Fatty Acid* (VFA) pada cairan rumen Sapi Peranakan Ongole;
2. ransum berbasis limbah kelapa sawit tidak terfermentasi (R1) menghasilkan rata-rata kadar Amonia (NH_3) yang tertinggi dan optimum yaitu 6,94 mM;
3. ransum berbasis limbah kelapa sawit tidak terfermentasi (R1) menghasilkan rata-rata kadar *Volatile Fatty Acid* (VFA) yang tertinggi yaitu 110 mM.

B. Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai level penggunaan limbah kelapa sawit dalam ransum untuk mengetahui pengaruh terbaik penggunaan limbah kelapa sawit terhadap kadar Amonia (NH_3) dan *Volatile Fatty Acid* (VFA) pada cairan rumen ternak Sapi Peranakan Ongole.

DAFTAR PUSTAKA

- Ando, S., T. Nishida., M. Ishid., K. Hosoda, and E. Bayaru. 2013. Effect of peppermint feeding on the digestibility, ruminal fermentation and protozoa. *Livest. Prod. Journal Sci.* 82 : 245–248
- Anggorodi, R. 1997. Ilmu Makanan Ternak Umum. Gramedia. Jakarta
- Aritonang, D. 1986. Perkebunan kelapa sawit sumber pakan ternak di Indonesia. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian.* 5(4) : 93-95
- Arora, S. P. 1995. Pencernaan Mikroba pada Ruminansia. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta
- Aruan, M. 2014. Pengoptimalan Teknologi Fermentasi (Pemanfaatan Mikroorganisme) dalam Peternakan Kambing. <http://biotalknology.blogspot.co.id/2014/09/pengoptimalan-teknologi-fermentasi.html>. (Diakses pada tanggal 24 Januari 2016)
- Asri, T. K. 2011. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Konsentrasi Mikroba Rumen. <http://rismanismail2.wordpress.com/2011/05/24/mikroba-rumen-part-6/>. (Diakses pada tanggal 08 Juli 2015)
- Atmadilaga, D. 1979. Politik Peternakan Indonesia. Biro Penelitian dan Aplikasi. Fakultas Peternakan. Universitas Padjajaran. Bandung
- Basya, S. 1981. Penggunaan dan Pemberian Urea sebagai Bahan Makanan Ternak. Lembaran LPP XI (2-4). Batan
- Bryant, M. P. 1974. Nutritional features and ecology of predominant anaerobic bacteria of the intestinal track. *Am. J. Clin. Nutr.* 27 : 1313-1319
- Castellejos, L., S. Calsameglia., J. Martin., H. Tereso, and T. Wijlen. 2007. in vitro evaluation of effects of ten essential oils at there doses on ruminal fermentation of high concentrate feedlot-type diets. *Anim. Feed. Sci. Technol. Anifee.* 18(12) : 1-12
- Cherney, D. J. R., J. H. Cherney, and L. E. Chase. 2003. Influence of dietary nonfiber carbohydrate concentration and supplementation of sucrose

- On lactation performance of cows fed fescue silage. *J. Dairy Sci.* 86 : 3983-3991
- Church, D. C. 1974. *Digestive Physiology and Nutrition of Ruminant. Volume 2.* O & B Books. United Kingdom
- Chuzaemi, S. 1994. Potensi jerami padi sebagai pakan ternak ditinjau dari kinetik degradasi dan retensi jerami di dalam rumen. Disertasi Doktor. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta
- Dabioa, L., X. Hou., Y. Liu, and Y. L. Yunling. 2008. Effect at diet composition on digestion and rumen fermentation parameters in sheep and cashmere goats. *Anim. Feed. Sci. Technol.* 146 : 337-344
- Devendra, C. 1990. *Malaysian Feeding Stuff.* Malaysian Agricultural Research and Development Institute. Selangor. Malaysia
- Fandino., S. Calsamiglia., A. Ferret, and M. Blanch. 2007. Anise and capsicum as alternatives to monensin to modify rumen fermentation in beef heifers fed a high concentrate diet. *Anim. Feed Sci. Technol. Anifee.* 118 : 1-8
- France, J. and R. C. Seddons. 1993. Volatile fatty acid production in forbes. J. M. and J. Fronce. Ed. *Quantitative Aspects of Ruminant Digestion and Metabolism.* C. A. B. International. Walingterd, pp. 107-121
- Hassan and Ishida, M. 1992. Effect of Urea Treatmeant Level on Nutritive Value of Oil Palm Fronds Silage in Kedah Kelantan Bulls. *Animal Science Congress, Bangkok.* Thailand
- Hidayat, E. 2012. Kualitas Fisik dan Kualitas Nutrisi Janggal Jagung Hasil Perlakuan dengan Inokulan yang Berbeda. <http://tehes89.blogspot.co.id/2012/12/kualitas-fisik-dan-kualitas-nutrisi.html>. (Diakses pada tanggal 12 Februari 2016)
- Hungate, R. E. 1966. *The Rumen and it Mikrobs.* 2nd Ed. Academic Press. New York
- Jafar, M. D. dan A. Hasan. 1990. Optimum Steaming Condition of OPF for Feed Utilization Processing and Utilization of Oil Palm by Products for Ruminant Mardi-Tarc Collaborative Study Malaysia. Malaysia
- Kasmawati. 2014. Bioteknologi. <http://kasmawatidehe.blogspot.co.id/>. (Diakses pada tanggal 12 Februari 2016)
- Ketaren, S. 1996. *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan.* Cetakan Pertama. UI-Press. Jakarta

- [Laboratorium Ilmu Makanan Ternak]. 2000. Hasil Analisa Nutrisi Limbah Kelapa Sawit. Program Studi Peternakan FP Usu. Medan
- [Laboratorium Nutrisi dan Makanan Ternak]. 2015. Hasil Analisa Kandungan Nutrisi Ransum. Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Bandar Lampung
- Mc Donald, P., R. A. Edwards., J. F. D. Greenhalgh, and C. A. Morgan. 1995. Animal Nutrition. 4th Ed. Longman Group Ltd. London
- Mc Donald, P., R. A. Edwards., J. F. D. Greenhalgh, and C. A. Morgan. 2002. Animal Nutrition. 5th Ed. Library of Congress Cataloging Publication. London
- Moante, P. J., W. Chalupa., T. G. Jenkins, and R. C. Boston. 2004. a model to describe ruminal metabolism and intestinal absorption of long chain fatty acids. Anim. Feed Sci. Technol. 112 : 79–105
- Muhtarudin., Erwanto, dan F. Fathul. 2002. Penuntun Praktikum Ilmu Nutrisi Ternak Ruminansia. Jurusan Peternakan. Fakultas Pertanian. Universitas Lampung. Bandar Lampung
- Nurlela. 2010. Pengaruh level pelepah sawit dalam ransum komplit pelet terhadap kinetik degradasi bahan organik (in vitro). Skripsi. Fakultas Peternakan, Universitas Jambi. Jambi
- Nursiam, I. 2010. Bahan Makanan Ternak Limbah Pertanian. <http://intannursiam.wordpress.com/2010/08/26/bahan-makanan-ternak-limbah-pertanian/>. (Diakses pada tanggal 07 September 2015)
- Perry, T. W., A. E. Cullison, and R. S. Lowrey. 2003. Feed and Feeding Prentice Hall. New Jersey
- Rachman, A. 1992. Teknologi Fermentasi. Arcan. Jakarta
- Satter, L. D. and L. D. Slyter. 1974. Effect of amonia concentration on rumen microbiology protein production in vitro. Br. J. Nurt. 32 : 199-208
- Satyawibawa, I, dan Y. E. Widyastuti. 2000. Kelapa Sawit. Usaha Budidaya Pemanfaatan Hasil dan Aspek Pemasaran. PT. Penebar Swadaya. Jakarta
- Sembiring, S. 2006. Pemanfaatan jasad renik dalam pengelolaan hasil samping produk pertanian. LIPI 18 (40:1-11)
- Soewardi, B. 1974. Gizi Ruminansia. Departemen Makanan Ternak Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor. Bogor

- Sosroamidjojo, M. S. dan Soeradji. 1990. *Peternakan Umum*. Cetakan ke-10. CV. Yasaguna. Jakarta
- Sutardi, T. 1979. *Ketahanan Protein Bahan Makanan terhadap Degradasi oleh Mikroba dan Populasi Protozoa Rumen dan Pemanfaatannya bagi Produktivitas Ternak*. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Sutardi, T. 1980. *Peluang dan Tantangan Pengembangan Ilmu-ilmu Nutrisi Ternak*. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Sutardi, T. 1981. *Sapi Perah dan Pemberian Makanannya*. Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Sutardi, T. 1997. *Peluang dan Tantangan Pengembangan Ilmu Nutrisi Ternak*. Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Tamminga, S. 1982. in protein and energy suply for hight production of milk and meat. Pergamon Oxford. Pp 15-31
- Taufik, D. 2014. *Teori Praktis Fermentasi Pakan dan Bokashi*. <http://organichcs.com/2014/03/10/teori-praktis-fermentasi-pakan-dan-bokashi/>. (Diakses pada tanggal 24 Januari 2016)
- Tillman, A. D., H. Hartadi., S. Reksohadiprodjo., S. Prawirokusumo, dan S. Lebdosorkojo. 1991. *Ilmu Makanan Ternak Dasar*. Edisi kelima. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta
- Van Soest, P. J. 1982. *Nutritional Ecology of the Ruminant. Ruminant Metabolism, Nutritional strategies the Cellulytic Fermentation and the Chemistry of Forages and Plant Fiber*. Origon. O and B books Inc
- Widyantoro. 1996. *Penetapan Amonia Cairan Rumen*. Fakultas Peternakan. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta
- Winarno, F. G., S. Fardiaz, dan D. Fardiaz. 1980. *Pengantar Teknologi Pangan*. Gramedia. Jakarta
- Yulianto, P. dan Saparinto, C. 2010. *Pembesaran Sapi Potong secara Intensif*. Penebar Swadaya. Jakarta