PENGARUH SUPLEMENTASI RUMPUT LAUT *Eucheuma cottonii* TERHADAP KADAR VFA DAN NH_3 CAIRAN RUMEN SAPI POTONG

(Skripsi)

Oleh

Zulvina Afrianti

2014241002

FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG

2024

ABSTRAK

PENGARUH SUPLEMENTASI RUMPUT LAUT *Eucheuma cottonii* TERHADAP KADAR VFA DAN NH_3 CAIRAN RUMEN SAPI POTONG

Oleh

Zulvina Afrianti

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui suplementasi rumput laut *Eucheuma cottonii* terhadap kadar *Volatile Fatty Acid* (VFA) dan amonia (NH_3) cairan rumen sapi potong. Penelitian ini dilaksanakan pada Oktober--Desember 2023 di Koperasi Produksi Ternak Maju Sejahtera, Desa Damai Jaya, Kecamatan Tanjung Sari, Kabupaten Lampung Selatan. Penelitian ini dilakukan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri dari 3 perlakuan dan 6 ulangan, dengan menggunakan 18 ekor sapi potong lokal. Perlakuan yang diberikan yaitu P1; rumput pakchong+konsentrat (perbandingan 70%:30% BK pakan), P2; rumput pakchong+konsentrat (perbandingan 70%:30% BK pakan)+rumput laut *eucheuma cottonii* (4% BK pakan) dan P3; rumput pakchong+konsentrat (perbandingan 70%:30% BK pakan)+rumput laut *Eucheuma cottonii* (4% BK pakan)+biochar (0,05% BK pakan). Variabel yang diamati meliputi kadar VFA dan NH_3 cairan rumen sapi potong. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis ragam (*Analysis of Variance*) pada taraf 5%. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa suplementasi rumput laut *Eucheuma cottonii* tidak berbeda nyata ($P>0,05$) terhadap kadar VFA dan kadar NH_3 dengan nilai P3 yang berpotensi dapat meningkatkan kadar VFA dan kadar NH_3 pada cairan rumen sapi potong.

Kata kunci: Amonia, Biochar, Rumput laut *Eucheuma cottonii*, Sapi lokal, *Volatile Fatty Acid*

ABSTRACT

EFFECT OF SEAWEED SUPPLEMENTATION *Eucheuma cottonii* ON VFA AND NH3 LEVELS OF BEEF CATTLE RUMEN FLUID

By

Zulvina Afrianti

This study aims to determine the supplementation of seaweed *Eucheuma cottonii* against levels of Volatile Fatty Acid (VFA) and ammonia (NH_3) of beef cattle rumen fluid. This research will be carried out in October--December 2023 at the Maju Sejahtera Livestock Production Cooperative, Damai Jaya Village, Tanjung Sari District, South Lampung. This study was conducted using Group Randomized Design consisting of 3 treatments and 6 repeats, using 18 local beef cattle. The treatment given is P1; pakchong grass+concentrate (ratio 70%:30% DM feed), P2; pakchong grass+concentrate (ratio 70%:30% DM)+seaweed eucheuma cottonii (4% DM) and P3; pakchong grass+concentrate (ratio 70%: 30% DM)+seaweed *Eucheuma cottonii* (4% DM)+biochar (0.05% DM). Variables observed include levels of VFA and NH_3 of beef cattle rumen fluid. The data obtained were analyzed using Analysis of Variance at the level of 5%. The results of this study showed that seaweed supplementation *Eucheuma cottonii* was not significantly different ($P>0.05$) from VFA levels and NH_3 levels with a P3 value that has the potential increase VFA and NH_3 levels in beef cattle rumen fluid.

Keywords: Ammonia, Biochar, Seaweed *Eucheuma cottonii*, Local cattle, *Volatile Fatty Acid*

PENGARUH SUPLEMENTASI RUMPUT LAUT *Eucheuma cottonii* TERHADAP KADAR VFA DAN NH_3 CAIRAN RUMEN SAPI POTONG

Oleh

Zulvina Afrianti

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA PETERNAKAN

pada

Jurusan Peternakan
Fakultas Pertanian Universitas Lampung

FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024

Judul Skripsi	**: Pengaruh Suplementasi Rumput Laut *Eucheuma cottonii* terhadap Kadar VFA dan NH_3 Cairan Rumen Sapi Potong**
Nama Mahasiawa	**: Zulvina Afrianti**
Nomor Pokok Mahasiswa	**: 2014241002**
Program Studi	**: Nutrisi dan Teknologi Pakan Ternak**
Fakultas	**: Pertanian**

MENYETUJUI,

1. Komisi Pembimbing

Prof. Dr. Ir. Muhtarudin, M.S.	**Liman, S.Pt., M.Si.**
NIP. 19610307 198503 1 006	**NIP. 19670422 199402 1 001**

2. Ketua Jurusan Peternakan

8/5/24

Dr. Ir. Arif Qisthon, M.Si.
NIP. 19670603 199303 1 002

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

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

Sekertaris : **Liman, S.Pt., M.Si.** .....

Penguji

Bukan pembimbing : **Dr. Ir. Erwanto, M.S.** .....

2. Dekan Fakultas Pertanian

Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.
NIP. 19641118 198902 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: **28 Maret 2024**

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	: **Zulvina Afrianti**
NPM	: **2014241002**
Jurusan	: **Peternakan**

Menyatakan dengan sebenar-benarnya dan sesungguh sungguhnya, bahwa skripsi saya yang berjudul:

"PENGARUH SUPLEMENTASI RUMPUT LAUT *Eucheuma cottonii* TERHADAP KADAR VFA DAN NH_3 CAIRAN RUMEN SAPI POTONG "

Adalah benar karya saya sendiri yang saya susun dengan mengikuti norma dan etika akademik yang berlaku. Selanjutnya, saya juga tidak keberatan apabila sebagian atau seluruh data pada skripsi ini digunakan oleh dosen dan/atau program studi untuk kepentingan publikasi. Jika dikemudian hari terbukti pernyataan saya tidak benar, saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar sarjana maupun tuntutan hukum.

Bandar Lampung, 28 Maret 2024

Yang membuat pernyataan,

Zulvina Afrianti
NPM 2014241002

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Seputih Surabaya, Lampung Tengah pada 02 Januari 2002, sebagai putri pertama dari dua bersaudara dari pasangan Bapak Agus Riwayat dan Ibu Marti Afriani. Penulis menyelesaikan Pendidikan Sekolah Dasar di SDN 01 Pendowo Asri, Tulang Bawang, Lampung; Sekolah Menengah Pertama di SMPN 1 Seputih Surabaya, Lampung; dan sekolah Menengah Atas di SMAN 1 Seputih Surabaya, Lampung Pada tahun 2020 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Program Studi Nutrisi dan Teknologi Pakan Ternak, Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri.

Selama masa studi penulis aktif dalam berbagai organisasi yaitu menjadi Anggota Bidang Penelitian dan Pengembangan di Himpunan Mahasiswa Peternakan (HIMAPET) periode 2021--2022 dan anggota bidang *Public Relation* Unit Kegiatan Mahasiswa *English Society* Universitas Lampung. Penulis juga pernah menjadi asisten dosen pada mata kuliah Mikrobiologi Ternak. Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Tanjung Sakti, Kecamatan Lemong, Kabupaten Pesisir Barat pada Januari--Februari 2023, melaksanakan Program Magang MBKM Mandiri di PT. Juang Jaya Abdi Alam, Kecamatan Sidomulyo, Kabupaten Lampung Selatan pada Maret--Juni 2023.

Pada oktober 2022 penulis berhasil menjadi juara 2 pada lomba Speech yang diadakan pada saat Dies Natalies Universitas Lampung 2022 dan penulis pernah menjadi perwakilan Universitas Lampung dalam kegiatan magang di Newcastle Water Station, Northern Territory, Australia melalui program Northern Territory Indonesia 360 Program pada Agustus--Oktober 2023.

MOTTO

"Sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan, maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang yang lain). Dan hanya kepada Tuhanmulah engkau berharap. "

(Q.S Al- Insyirah: 6-7)

"Cause there were pages turned with the bridges burned, everything you lose is a step you take. So, make the friendship bracelets, take a moment and taste it. You've got no reason to be afraid. You're on your own, Kid. You can face this."

(Taylor Swift)

"Life can be heavy, especially if you try to carry it all at once, part of growing up and moving into new chapters of your life is about catch or release. What I mean by that is, knowing whats things to keep and what things to release. You can't carry all things, all grudges, decide what yours to hold and let the rest go."

(Taylor Alison Swift)

"Breaks your limits and Work until you don't have to introduce yourself

(Zulvina Afrianti)

PERSEMBAHAN

Puji syukur atas kehadirat Allah SWT yang senanatiasa memberikan rahmat dan hidayahnya sehingga skripsi ini bisa diselesaikan.

Ku persembahkan sebuah karya dengan penuh perjuangan, ketulusan dan kerendahan hati kepada kedua orang tua saya tercinta ayah dan ibu, serta adikku yang telah membesarkan, memberi kasih sayang tulus, senantiasa mendoakan, dan membimbing dengan penuh kesabaran.

Keluarga besar, seseorang yang mencintai kekurangan dan kelebihanku serta sahabat-sahabatku untuk semua doa, dukungan, dan kasih sayangnya

Serta

Seluruh guru, dosen, dan institusi yang turut memberikan tempat menimba ilmu berharga dan pengalaman sehingga menjadi pribadi yang lebih baik dalam berpikir maupun bertindak. Ku ucapkan terimakasih sehingga terlesaikannya skripsi ini. Serta Almamater kampus hijau tercinta yang selalu kubanggakan

UNIVERSITAS LAMPUNG

SANWACANA

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat, hidayah, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **"Pengaruh Suplementasi Rumput Laut *Eucheuma cottonii* terhadap Kadar VFA dan NH_3 Cairan Rumen Sapi Potong"**.

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.--selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung--atas izin yang telah diberikan;
2. Bapak Dr. Ir. Arif Qisthon, M.Si.--selaku Ketua Jurusan Peternakan Fakultas Pertanian Universitas Lampung--atas persetujuan, saran, arahan, dan bimbingan yang diberikan kepada penulis;
3. Bapak Liman, S.Pt., M.Si.--selaku Ketua Program Studi Nutrisi dan Teknologi Pakan Ternak, Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, sekaligus sebagai pembimbing anggota--atas saran, arahan, dan bimbingan yang diberikan kepada penulis;
4. Bapak Prof. Dr. Ir. Muhtarudin, M.S.--selaku Pembimbing Utama--atas kesabaran, kebaikan, saran, bimbingan dan motivasi yang diberikan sehingga penulis dapat memperbaiki kesalahan dan kekurangan pada skripsi ini;
5. Bapak Dr. Ir. Erwanto, M.S.--selaku Pembahas--atas saran, kritikan, dan bimbingannya dalam pengoreksian skripsi ini;
6. Bapak drh. Dr. Kusuma Adhianto, S.Pt., M.P.--selaku dosen pembimbing akademik--atas bimbingan serta arahan dalam penyusunan skripsi;
7. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Peternakan yang dengan ikhlas memberikan ilmu pengetahuannya kepada penulis selama menjadi mahasiswa;

8. Bapak Suhadi--selaku kepala KPT. Maju Sejahtera, Lampung Selatan dan seluruh anggota--atas bantuan, bimbingan, dan arahan selama penelitian dilaksanakan.
9. Ibu Dr. Ir. RA Yeni Widiawati.--selaku Kepala proyek penelitian rumput laut dari BRIN dan seluruh tim--atas kepercayaannya dan fasilitasnya kepada penulis untuk menjalankan penelitian ini;
10. Bapak dan Ibu tercinta, Agus Riwayat dan Marti Afriani, dua orang yang sangat berjasa dalam hidup penulis. Terimakasih atas doa, cinta, kepercayaan dan segala bentuk dukungan yang telah diberikan, sehingga penulis merasa terdukung di segala pilihan yang diambil oleh penulis, serta tanpa lelah mendengar keluh kesah penulis hingga di titik ini. Semoga Allah SWT memberikan keberkahan di dunia dan di akhirat, karena telah menjadi sosok orang tua yang terbaik bagi penulis;
11. Adikku tercinta Arditho Qhoirul Fahri atas semua dukungan kasih sayang, dukungan dan doa yang tulus kepada penulis;
12. Teman–teman satu tim penelitian yaitu, Raddien Laduni, Farid Abhirama dan Rifki Anwar atas kerjasama, dukungan, perhatian dan kekompakannya;
13. Sahabatku yaitu Diyah Selawati, Anisa Nur Rahmah, Nurul Azizah, M. Fikri Novigar, Raddien Laduni dan Aniza Rizky Amelia atas motivasi dan dukungannya yang tidak terduga;
14. Tim sukses yaitu Shela Adinda, Dwi Agustina Afif, Dela Septia, Nadinda, Fitria dan Hassem atas motivasi dan dukungannya;
15. Teman-teman KKN Pekon Tanjung Sakti yaitu Septa Yuvela, Paulus Sihombing, Shinta Lestari, Aprilia, Retno Aulia dan Fadhil Amanullah atas motivasi dan dukungannya;
16. Teman-teman Peternakan angkatan 2020;
17. *Last but not least, I wanna thank me. I wanna thank me for believing in me. I wanna thank me for all doing this hard work. I wanna thank me for having no days off. I wanna thank me for never quitting. I wanna thank me for always being a giver and tryna give more than I receive. I wanna thank me for tryna do more right that wrong. I wanna thank me for just being me at all the times.*

Semoga segala kebaikan yang telah diberikan kepada penulis menjadi amal baik dan mendapat balasan yang berlipat dari Allah SWT. Akhir kata, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun sangat penulis harapkan demi penulisan skripsi.

Bandar lampung, 24 April 2024
Penulis,

Zulvina Afrianti

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	**vii**
DAFTAR GAMBAR	**viii**
I. PENDAHULUAN	**1**
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	4
1.3 Manfaat Penelitian	4
1.4 Kerangka Penelitian	5
1.5 Hipotesis	8
II. TINJAUAN PUSTAKA	**9**
2.1 Sapi Lokal	9
2.2 Sistem Pencernaan Ruminansia	11
2.3 Pakan	13
2.4 Rumput Laut *Eucheuma cottonii*	17
2.5 *Volatile Fatty Acid* (VFA)	19
2.6 Amonia (NH_3)	20
III. METODE PENELITIAN	**22**
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	22
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	22
3.2.1 Bahan penelitian	22
3.2.2 Alat penelitian	22
3.3 Rancangan Perlakuan	23
3.4 Rancangan Percobaan	24
3.5 Peubah yang Diamati	25
3.6 Pelaksanaan Penelitian	26
3.6.1 Persiapan kandang	26

3.6.2 Kegiatan penelitian 27
3.6.3 Pelaksanaan percobaan 27
3.6.3.1 Pengambilan cairan rumen 27
3.7 Analisis Data 27
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN 28
4.1 Kadar *Volatile Fatty Acid* (VFA) Cairan Rumen Sapi Potong 28
4.2 Kadar Amonia (NH_3) Cairan Rumen Sapi Potong 33
V. KESIMPULAN 38
5.1 Kesimpulan 38
5.2 Saran 38
DAFTAR PUSTAKA 39
LAMPIRAN 50

DAFTAR TABEL

Tabel **Halaman**

1. Kandungan nutrisi rumput laut *Eucheuma cottonii* 19
2. Kandungan nutrisi bahan penyusun ransum 23
3. Kandungan penyusun konsentrat KPT. Maju Sejahtera 23
4. Kadar *Volatile Fatty Acid* (VFA) pada cairan rumen 28
5. Kadar amonia (NH_3) cairan rumen 34
6. Data perhitungan ANOVA VFA rumen sapi potong..... 51
7. Data perhitungan ANOVA NH_3 rumen sapi potong..... 52
8. Data konsumsi ternak..... 54
9. Data konsentrasi total VFA (mM)..... 55
10. Data konsentrasi NH_3 (mM)..... 56

DAFTAR GAMBAR

Gambar **Halaman**

1. Proses fermentasi pada rumen 13
2. Biochar 17
3. Rumput laut *Eucheuma cottonii* 18
4. Tata letak percobaan 24
5. Grafik kadar *Volatile Fatty Acid* (VFA) cairan rumen sapi potong 33
6. Grafik kadar amonia (NH_3) cairan rumen sapi potong 36
7. Pengambilan cairan rumen secara in vitro 56
8. Penuangan cairan rumen pada tabung sampel 56
9. Perlakuan cairan sampel sebelum pengiriman 57
10. Analisis kadar VFA 57
11. Perhitungan VFA dan NH_3 57

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jumlah penduduk di Indonesia pada tahun 2023 diperkirakan sebanyak 270 juta jiwa. Berdasarkan Badan Pusat Statistik (2023), hal ini mengalami peningkatan persentase dari tahun 2020 sebesar 3,14%. Meningkatnya jumlah penduduk tersebut menyebabkan kebutuhan protein hewani semakin naik. Kebutuhan protein hewani dapat terpenuhi salah satunya dengan mengkonsumsi daging. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (2023) konsumsi daging ruminansia per kapita di Indonesia diperkirakan akan meningkat menjadi 0.011 kg per minggu dibandingkan dengan tahun sebelumnya sebesar 0,010 kg per minggu. Hal tersebut menunjukkan bahwa kebutuhan akan protein hewani masyarakat Indonesia cukup tinggi.

Peternakan merupakan salah satu usaha subsektor pertanian yang memiliki peranan penting dalam penyediaan pangan bermutu bagi masyarakat di Indonesia. Optimalisasi usaha peternakan menjadi salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk memenuhi kebutuhan protein hewani tersebut. Hewan ruminansia menjadi hewan ternak yang paling banyak dipelihara masyarakat Indonesia, hal ini dibuktikan dengan banyaknya usaha peternakan ruminansia dalam skala besar. Ruminansia dibedakan menjadi ruminansia besar dan ruminansia kecil. Ternak ruminansia besar yaitu sapi dan kerbau sedangkan ternak ruminansia kecil yaitu kambing dan domba (Blakely and Bade, 1998). Sapi potong menjadi salah satu ternak ruminansia besar yang mempunyai kontribusi terbesar sebagai penghasil daging, serta untuk pemenuhan kebutuhan pangan khususnya protein hewani. Pengembangan industri sapi potong mempunyai prospek yang sangat baik dengan memanfaatkan sumber daya lahan maupun sumber daya pakan yang tersedia

(Mayulu dan Sutrisno, 2016). Pakan merupakan salah satu komponen penting dalam peternakan. Pakan menjadi kebutuhan pokok ternak dengan biaya produksi mencapai 60--80% dari biaya produksi total. Kebutuhan pakan diperlukan untuk menunjang pertumbuhan ternak. Pakan yang diberikan kepada sapi potong harus memiliki syarat sebagai pakan yang baik. Pakan yang baik tersebut harus mengandung zat makanan yang memadai kualitas dan kuantitasnya, seperti energi, protein, lemak, mineral, dan vitamin dengan pemberian zat nutrisi tersebut dalam jumlah yang tepat dan seimbang sehingga hasil akhir yang dihasilkan berkualitas tinggi (Haryanti, 2009). Pakan yang diberikan kepada sapi potong pada umumnya terdiri dari hijauan dan konsentrat. Defisiensi salah satu zat nutrisi di dalam tubuh ternak akan direspon dengan cara menurunkan atau menghentikan metabolisme maupun produktivitas ternak, sehingga diperlukan suplementasi pakan untuk meningkatkan produktivitas ternak maupun kualitas ternak tersebut. Prasetiyono (2021) menyatakan bahwa suplemen pakan merupakan bahan yang ditambahkan ke dalam pakan untuk melengkapi kandungan zat gizi guna memenuhi kebutuhan ternak. Salah satu komoditas pakan yang dapat digunakan sebagai suplemen pakan yaitu rumput laut.

Rumput laut memiliki kontribusi nilai ekonomi tinggi baik untuk pertumbuhan ekonomi domestik maupun untuk komoditas ekspor (KKP, 2022). Indonesia merupakan produsen rumput laut terbesar kedua setelah Tiongkok, dengan volume ekspor tahun 2020 sebesar 195.574 ton dengan nilai mencapai USD279,58 juta. Sementara itu, nilai ekspor rumput laut pada tahun 2022 mencapai 231 ribu ton, meningkat dari tahun sebelumnya sebanyak 12,44% (BPS, 2022). Jenis rumput laut yang banyak dibudidayakan di Indonesia yaitu *Eucheuma cottonii, Gracilaria sp, Euchaeuma spinosum,* dan *Caulerpa sp.* Kondisi iklim, geografis seperti tekanan, arus, kualitas air, kadar garam, sinar matahari dan perairan Indonesia yang sesuai dengan kebutuhan biologis dan pertumbuhan rumput laut menjadikan rumput laut Indonesia memiliki kualitas yang baik. Kandungan yang terdapat dalam rumput laut yaitu protein, karbohidrat, lemak, vitamin, mineral, minyak, dan asam amino serta senyawa sekunder lainnya seperti phlorotannin, iodine, dan senyawa halogenasi (Gaillard *et al.,* 2018; Pirian *et al.,* 2017).

Penambahan biochar berpotensi menjadi suplemen pakan yang sangat baik untuk meningkatkan pertumbuhan hewan dan menurunkan produksi metana dengan meningkatkan fermentasi mikroba usus pada ruminansia (Leng *et al.,* 2012). Menurut McFarlane *et al*. (2017) bahwa menambahkan penggunaan biochar juga dapat meningkatkan produksi asam lemak terbang.

Proses pencernaan pada ternak ruminansia sangat ditentukan oleh proses fermentasi di dalam rumen. Pemberian pakan ruminansia harus memenuhi kebutuhan nutrisi ternak, guna menjaga kondisi optimum cairan rumen untuk proses fermentasi dan mensuplai nutrien bagi pertumbuhan mikroba rumen. Nutrien yang cukup bagi pertumbuhan mikroba rumen dapat mempengaruhi proses pencernaan di dalam rumen. Mikroba rumen dapat menfermentasi dan mengubah komponen karbohidrat yang tidak bisa dicerna oleh enzim yang dihasilkan ternak ruminansia seperti selulosa dan hemiselulosa menjadi *Volatile Fatty Acid* (VFA) yang menghasilkan energi bagi ternak dalam bentuk *Adenosine Tri Phosphate* (ATP). Produksi VFA di dalam cairan rumen dapat digunakan sebagai tolak ukur fermentabilitas pakan (Hartati, 1998). Produksi VFA tersebut sangat tergantung pada jenis ransum yang dikonsumsi (McDonald *et al.,* 1988).

Pemberian pakan yang mengandung karbohidrat mudah larut akan menghasilkan produksi *Volatile Fatty Acid* (VFA) yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan pakan yang mengandung serat tinggi (karbohidrat sulit larut). Jumlah VFA yang tinggi dalam cairan rumen juga akan meningkatkan jumlah amonia (NH_3) rumen. Hal tersebut dikarenakan VFA menurunkan pH rumen, sehingga memacu sekresi urea dari saliva ke dalam rumen. Urea tersebut kemudian diubah menjadi NH_3 oleh mikroba.

Amonia (NH_3) merupakan hasil degradasi protein pakan oleh mikroba rumen pada ternak ruminansia (Sutardi *et al.,* 2010). Konsentrasi NH_3 mencerminkan jumlah protein ransum yang dominan di dalam rumen dan nilainya sangat dipengaruhi oleh kemampuan mikroba rumen dalam mendegradasi protein ransum (Prihandono, 2001). Kandungan protein pakan akan mempengaruhi produksi NH_3 di dalam rumen.

Penelitian yang dilakukan oleh Hikmawan *et al.* (2019) menunjukkan hasil bahwa tingkat substitusi rumput laut *Eucheuma cottonii* dalam pakan rumput gajah berpengaruh sangat nyata (P<0,01) dengan perlakuan terhadap total *Volatile Fatty Acid* (VFA), proporsi asam asetat, propionat, butirat dan estimasi produksi gas metana. Terdapat dosis terbaik pemberian rumput laut *Eucheuma cottonii* yaitu pada P1 dengan rumput gajah 96%+*Eucheuma cottonii* 4% dalam menurunkan produksi gas metana walaupun diiringi dengan penurunan VFA total dan VFA parsial. Kemudian didapatkan saran untuk dilakukan penelitian selanjutnya dengan pemberian rumput laut *Eucheuma cottonii* dengan pakan berkualitas tinggi dan konsentrat.

Berdasarkan hal tersebut perlu dilakukan penelitian untuk mengatahui pengaruh suplementasi rumput laut *Eucheuma cottonii* terhadap kadar *Volatile Fatty Acid* (VFA) dan amonia (NH_3) cairan rumen sapi potong.

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. mengetahui pengaruh suplementasi rumput laut *Eucheuma cottonii* terhadap kadar *Volatile Fatty Acid* (VFA) dan amonia (NH_3) cairan rumen sapi potong;
2. mengetahui perlakuan terbaik suplementasi rumput laut *Eucheuma cottonii* terhadap kadar *Volatile Fatty Acid* (VFA) dan amonia (NH_3) cairan rumen sapi potong.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat dari dilakukannya penelitian ini adalah sebagai bahan informasi tentang pengaruh suplementasi rumput laut *Eucheuma cottonii* untuk menunjang produktivitas ternak dalam meningkatkan kadar *Volatile Fatty Acid* (VFA) dan amonia (NH_3) pada cairan rumen sapi potong.

1.4 Kerangka Penelitian

Pengembangan industri sapi potong mempunyai kemungkinan harapan dalam pemenuhan kebutuhan protein hewani yang sangat baik dengan memanfaatkan sumber daya lahan dan pakan seperti limbah pertanian dan perkebunan yang tersedia (Mayulu dan Sutrisno, 2016). Pakan menjadi komponen terbesar dalam usaha peternakan. Biaya untuk pemenuhan pakan ternak sapi dapat mencapai 60--80% dari keseluruhan biaya produksi (Sodikin *et al.*, 2016). Pakan merupakan faktor yang paling dominan pengaruhnya terhadap produktivitas ternak ruminansia, sebab untuk mendeposit nutrien dalam bentuk massa tubuh diperlukan bahan baku dari pakan. Pakan yang diberikan kepada sapi potong pada umumnya terdiri dari hijauan dan konsentrat. Defisiensi salah satu zat nutrisi di dalam tubuh ternak akan direspon dengan cara menurunkan dan atau menghentikan metabolisme maupun produktivitas ternak, sehingga diperlukan pemberian suplementasi imbuhan pakan untuk meningkatkan produktivitas ternak maupun kualitas ternak tersebut. Prasetiyono (2021) menyatakan bahwa suplemen pakan merupakan bahan yang ditambahkan ke dalam pakan untuk melengkapi kandungan zat gizi guna memenuhi kebutuhan ternak. Salah satu komoditas pakan yang dapat digunakan sebagai suplemen pakan yaitu rumput laut, serta penambahan biochar.

Rumput laut sebagai salah satu komiditas unggulan Indonesia menyimpan potensi besar sebagai pakan ternak. Rumput laut merupakan salah satu potensi sumber daya laut yang produksinya cukup melimpah tetapi masih banyak yang belum dimanfaatkan secara optimal di Indonesia (Horhoruw *et al.*, 2009). Rumput laut *Eucheuma cottonii* merupakan spesies rumput laut yang banyak dibudidayakan di perairan Indonesia. Hal tersebut dikarenakan manfaat fikokoloidnya yang besar yaitu karagenan, alginat dan agar serta teknik budidayanya yang relatif mudah dan murah. *Eucheuma cottonii* merupakan rumput laut merah (*Rhodophyta*) yang kaya akan pigmen fotosintesis dan pigmen aksesoris lainnya, yaitu klorofil a, α-karoten, β- karoten, fikobilin, neozantin dan zeanthin (Luning, 1990; Hidayat *et al.*, 2018). Rumput laut jenis *Eucheuma cottonii* merupakan jenis rumput laut yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan makanan (Aslan, 1998).

Safia *et al.* (2020) mengemukakan bahwa *Eucheuma cottonii* mengandung karbohidrat, protein, sedikit lemak, dan abu yang sebagian besar merupakan senyawa garam seperti natrium dan kalsium. *Eucheuma cottonii* juga merupakan sumber vitamin seperti vitamin A, B1, B2, B6, B12, dan vitamin C serta mengandung mineral seperti K, Ca, Na, Fe, dan iodium. Secara spesifik dijelaskan pada Liam (2013) bahwa kadar air 9,95%, kadar abu 17,69%, kadar lemak 0,53%, kadar protein 3,82%, serat kasar 4,15% dan karbohidrat 73,81%. Kemudian berdasarkan penelitian Kawaroe *et al.* (2017) komposisi kandungan nutrisi rumput laut *Eucheuma cottonii* tidak jauh berbeda dengan pendapat Liam (2013) yaitu kadar air 16,39%, kadar abu 14,39%, kadar lemak 1,03%, kadar protein 5,33%, serat kasar 2,77%, dan karbohidrat 63,17%.

Penambahan biochar berpotensi menjadi suplemen pakan yang sangat baik untuk meningkatkan pertumbuhan hewan, dan menurunkan produksi metana dengan meningkatkan fermentasi mikroba usus pada ruminansia (Leng *et al.,* 2012). McFarlane *et al.* (2017) menyatakan bahwa penggunakaan biochar dapat meningkatkan produksi asam lemak terbang.

Proses pencernaan zat makanan di dalam perut ternak ruminansia seperti retikulum, rumen, abomasum dan omasum dilakukan oleh mikroba rumen (bakteri, fungi, dan protozoa). Mikroba rumen memiliki peran yang sangat penting bagi ternak karena mereka dapat memanfaatkan nutrisi tanaman secara efisien sebagai sumber energi (Sari, 2017). Mikroba rumen merombak zat makanan secara fermentatif, sehingga menjadi senyawa lain yang berbeda dari molekul zat makanan asalnya. Oleh karena itu perlu dilakukan sebuah upaya untuk meningkatkan kinerja mikroba di dalam rumen. Mikroba rumen mempunyai peranan penting dalam dua hal, yaitu sebagai sumber protein dari tubuhnya dan penghasil sumber energi hasil fermentasinya di dalam rumen (Kuswandi, 1993). Mikroba rumen membutuhkan nutrisi untuk mendukung aktivitas yang dapat mendukung aktivitas fermentasi dan pencernaan bahan pakan. Nutrisi tersebut diantaranya karbohidrat, protein, mineral, vitamin, dan air (Partama, 2013).

Mikroba rumen memfermentasi dan mengubah sejumlah besar komponen karbohidrat menjadi *Volatile Fatty Acid* (VFA). Mikroba ini terlibat dalam menginisiasi konversi polimer pakan tumbuhan menjadi monomer dan berujung pada pembentukan VFA yang berfungsi untuk memenuhi kebutuhan karbon dan menjadi sumber energi bagi ruminansia (Krause *et al.*, 2003). VFA yang dihasilkan dalam rumen terdiri atas asam asetat sebanyak 63%, asam propionat 21%, asam butirat, asam valerat, dan lain-lainnya sebanyak 16% (Partama, 2013). Produksi VFA tersebut sangat tergantung pada jenis ransum yang dikonsumsi (McDonald *et al.,* 1988). Pada penelitian yang dilakukan oleh Partama *et al.*, (2013) menyatakan bahwa pemberian pakan yang mengandung karbohidrat mudah larut akan menghasilkan produksi VFA yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan pakan yang mengandung serat tinggi (karbohidrat sulit larut). Tillman *et al.* (1998) menyatakan bahwa kandungan VFA akan meningkat seiring dengan meningkatnya protein pakan dan sumber NPN.

Protein pakan merupakan sumber asam amino bagi ternak ruminansia, yang dapat digunakan untuk mensintesis protein tubuh atau dikatabolisme menjadi asam keto dan amonia. Kandungan protein pakan adalah salah satu faktor yang mempengaruhi produksi amonia (NH_3) di dalam rumen. Perombakan protein oleh enzim proteolitik dalam rumen menghasilkan peptida dan asam-asam amino. Produk ini sebagian besar akan mengalami katabolisme lebih lanjut (deaminasi) sehingga dihasilkan NH_3 (Partama, 2013). Konsentrasi NH_3 yang optimal di dalam rumen ialah antara 3,5--14 mM (Sutardi, 1992). Jika konsentrasi amonia terlalu rendah, maka pertumbuhan mikroba akan terhambat dan kecernaan serat kasar akan menurun. Protein rumput laut juga mudah terdegradasi oleh mikroba rumen, sehingga dapat meningkatkan produksi NH_3 di dalam rumen (Sari *et al.*, 2019).

Penelitian yang dilakukan Hikmawan *et al.* (2019) didapatkan hasil bahwa tingkat substitusi rumput laut *Eucheuma cottonii* dalam pakan rumput gajah berpengaruh sangat nyata ($P<0,01$) dengan perlakuan terhadap total *Volatile Fatty Acid* (VFA), proporsi asam asetat, propionat, butirat dan estimasi produksi gas metana. Terdapat dosis terbaik pemberian rumput laut *Eucheuma cottonii* yaitu pada P1

dengan rumput gajah 96%+*Eucheuma cottonii* 4% dalam menurunkan produksi gas metana walaupun diiringi dengan penurunan VFA total dan VFA parsial. Kemudian didapatkan saran untuk dilakukan penelitian selanjutnya dengan pemberian rumput laut *Eucheuma cottonii* dengan pakan berkualitas tinggi dan konsentrat.

Berdasarkan penjelasan diatas diharapkan pemberian suplementasi rumput laut *Eucheuma cottonii* dapat dimanfaatkan secara optimal untuk campuran bahan pakan ternak ruminansia, dan secara khusus dapat diketahui pengaruhnya terhadap kadar *Volatile Fatty Acid* (VFA) dan amonia (NH_3) cairan rumen sapi potong.

1.5 Hipotesis

Hipotesis pada penelitian ini yaitu:

1. suplementasi rumput laut *Eucheuma cottonii* berpengaruh terhadap kadar *Volatile Fatty Acid* (VFA) dan amonia (NH_3) cairan rumen sapi potong;
2. adanya perlakuan terbaik yang berpengaruh terhadap kadar *Volatile Fatty Acid* (VFA) dan amonia (NH_3) pada cairan rumen sapi potong

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sapi Lokal

Sapi lokal merupakan salah satu jenis sapi potong yang banyak dikembangkan oleh peternak Indonesia. Sapi lokal merupakan hasil persilangan genetik antara sapi asli dan sapi impor dengan karakteristik unik dan beragam, tergantung dari daerah asalnya. Secara umum susunan genetik sapi-sapi lokal Indonesia merupakan campuran genetik dari *Bos javanicus*, *Bos indicus* dan *Bos taurus*. Sapi lokal merupakan bangsa sapi yang sudah beradaptasi baik dalam kurun waktu yang lama di Indonesia seperti sapi Bali, sapi Peranakan Ongole (PO), sapi Madura, sapi Jawa, sapi Sumatera (sapi Pesisir) dan sapi Aceh. Sapi Bali, sapi Ongole, sapi Peranakan Ongole (PO) dan sapi Madura merupakan sapi yang memiliki populasi besar.

Sapi Bali merupakan salah satu jenis sapi potong yang berasal dari Pulau Bali dan merupakan keturunan dari Banteng *(Bos javanicus)* (Batan, 2002). Sapi Bali memiliki ciri khas seperti tanduk, gelambir, dan gumba yang berukuran besar. Sapi bali memiliki warna tubuh yang tidak seragam dan bercak putih di kulitnya (Fakhidatul *et al.,* 2012). Sapi Bali memiliki bobot badan yang relatif kecil, namun memiliki persentase karkas yang tinggi, yaitu sekitar 55--60% (Depison, 2010). Sapi Bali juga memiliki tingkat reproduksi yang tinggi, yaitu sekitar 80--90% (Astuti *et al.,* 1982). Sapi Bali dapat hidup di daerah kering dan memiliki daya adaptasi yang tinggi terhadap lingkungan yang kurang baik (Ngadiyono, 1997; Tanari, 2001). Sapi Bali memiliki keunikan perubahan warna bulu, yaitu dari warna hitam saat lahir menjadi warna merah saat dewasa. Sapi Bali juga memiliki kemungkinan kelahiran kembar yang lebih tinggi daripada sapi

lainnya, yaitu sekitar 1--2% serta memiliki kualitas daging yang baik, yaitu daging yang empuk, berwarna merah, dan rendah lemak (Batan, 2002).
Sapi lokal Ongole merupakan salah satu jenis sapi potong yang berasal dari Indonesia dan memiliki keturunan dari sapi Zebu (*Bos indicus*) (Hartati *et al.*, 2010). Sapi Ongole memiliki ciri khas seperti bobot badan yang besar, warna tubuh yang putih, tanduk yang panjang, dan gelambir yang besar. Sapi Ongole memiliki bobot badan rata-rata 400--500 kg untuk jantan dan 300--400 kg untuk betina dengan warna tubuh yang putih dengan bercak hitam di sekitar mata, hidung, telinga, dan ekor. Sapi Ongole memiliki tanduk yang panjang dan melengkung ke atas, dengan panjang rata-rata 50--60 cm untuk jantan dan 40--50 cm untuk betina serta memiliki gelambir yang besar dan menggantung, dengan panjang rata-rata 30--40 cm untuk jantan dan 20--30 cm untuk betina (Rastosari, 2017).

Sapi lokal Ongole memiliki beberapa keunggulan yang menjadikannya sapi potong yang unggul di Indonesia. Sapi Ongole memiliki daya adaptasi yang tinggi terhadap iklim tropis, karena memiliki kulit yang tebal, bulu yang tipis, dan kelenjar keringat yang banyak dan memiliki resistensi terhadap penyakit, karena memiliki sistem imun yang kuat dan antibodi yang tinggi (Hartati *et al.*, 2010). Sapi Ongole juga memiliki produktivitas daging yang tinggi, karena memiliki persentase karkas yang tinggi, yaitu sekitar 55--60%, memiliki kualitas daging yang baik, yaitu daging yang empuk, berwarna merah, dan rendah lemak (Depison, 2010).

Sapi Peranakan Ongole (PO) merupakan sapi persilangan antara sapi Ongole *(Bos indicus)* dengan sapi lokal. Sapi PO memiliki karakteristik eksterior berupa warna bulu dominan putih, profil muka berbntuk segitiga lurus, telinga agak menggantung, moncong sapi berwarna hitam, memiliki punuk, bergelambir, bertanduk, kipas ekor dan tracak berwarna hitam (Abdurahman, 2006; Rastosari, 2017). Sapi ini tahan terhadap iklim tropis dengan musim kemaraunya (Yulianto dan Saparinto, 2010). *Body Condition Score* (BCS) sapi PO skala 1--5 adalah 3,35, lingkar dada berkisar 159,43, tinggi badan berkisar 124,25±2,00 cm (Haryoko dan Suparman, 2009; Putra *et al.*, 2016). Keunggulan sapi PO yaitu,

daya adaptasi terhadap iklim tropis yang tinggi sangat baik, tahan terhadap panas, tahan terhadap gigitan nyamuk dan caplak, serta toleran terhadap pakan yang berserat kasar tinggi. Sapi lokal yaitu sapi Madura merupakan salah satu jenis sapi potong yang berasal dari pulau Madura dan merupakan hasil persilangan antara sapi Jawa dengan kerbau atau kambing (Setiadi dan Diwyanto, 1997). Sapi Madura memiliki ciri khas seperti ukuran tubuh yang kecil hingga sedang, warna tubuh yang merah muda atau coklat, tanduk yang pendek dan melengkung, dan gelambir yang kecil. Sapi Madura memiliki ukuran tubuh rata-rata 250--300 kg untuk jantan dan 200--250 kg untuk betina (Sutarno *et al.*, 2010). Sapi Madura memiliki warna tubuh yang bervariasi, mulai dari merah muda, coklat, coklat tua, hingga hitam (Fakhidatul *et al.*, 2012). Sapi Madura memiliki tanduk yang pendek dan melengkung ke dalam, dengan panjang rata-rata 20--30 cm untuk jantan dan 15--25 cm untuk betina, serta memiliki gelambir yang kecil dan rapat, dengan panjang rata-rata 10--15 cm untuk jantan dan 8--12 cm untuk betina (Sutarno *et al.*, 2010).

Sapi lokal yaitu sapi Madura memiliki beberapa keunggulan yang menjadikannya sapi potong yang unik di Indonesia. Sapi Madura memiliki daya adaptasi yang tinggi terhadap lingkungan kering, karena memiliki kulit yang tipis, bulu yang pendek, dan kelenjar keringat yang banyak, resistensi terhadap penyakit, karena memiliki sistem imun yang kuat dan antibodi yang tinggi (Setiadi dan Diwyanto, 1997). Sapi Madura juga memiliki produktivitas daging yang tinggi, karena memiliki persentase karkas yang tinggi, yaitu sekitar 55--60%, memiliki kualitas daging yang baik, yaitu daging yang empuk, berwarna merah, dan rendah lemak (Depison, 2010). Sapi Madura juga memiliki nilai budaya yang tinggi, karena digunakan sebagai sapi karapan, sonok, atau hias (Fakhidatul *et al.*, 2012)

2.2 Sistem Pencernaan Ruminansia

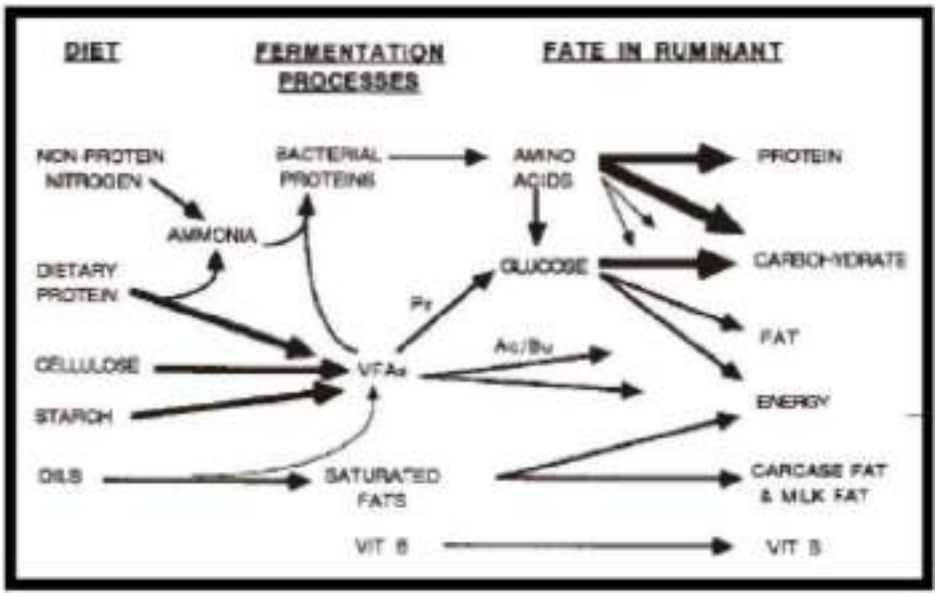
Sistem pencernaan adalah sebuah sistem yang terdiri dari saluran pencernaan yang dilengkapi dengan beberapa organ yang bertanggung jawab atas pengambilan, penerimaan, dan pencernaan bahan makanan dalam perjalanannya melalui tubuh (saluran pencernan) mulai dari rongga mulut sampai ke kloaka (Parakkasi, 1983).

Menurut Partama (2013) proses pencernaan pada ruminansia dapat dibedakan menjadi tiga, yaitu terjadi secara mekanis di mulut, seperti mastikasi atau kontraksi otot dari saluran pencernaan, pencernaan fermentatif oleh mikroba rumen, dan secara hidrolisis oleh enzim-enzim pencernaan. Pencernaan adalah perubahan fisik dan kimia yang dialami bahan pakan dalam alat atau organ pencernaan. Perubahan tersebut dapat berupa penghalusan bahan pakan menjadi butir-butir atau partikel kecil, atau penguraian molekul besar menjadi molekul yang lebih kecil, dalam proses ini bahan akan mengalami perombakan, sehingga sifat-sifat kimia bahan pakan mengalami perubahan (Partama, 2013). Sapi merupakan hewan ruminansia (poligastrik) yang mempunyai lambung depan terdiri dari rumen (perut handuk), retikulum (perut jala), omasum (perut kitab), dan lambung sejati, yaitu abomasum.

Secara umum, lambung ruminansia berfungsi untuk mencerna bahan pakan yang memiliki serat tinggi seperti hijauan. Secara histologi, struktur lambung depan ruminansia (rumen, retikulum dan omasum) memiliki ciri khusus berupa epitel pelindung yaitu epitel pipih banyak lapis yang mengalami keratinisasi yang berperan penting dalam membantu mencerna pakan yang kasar dan keras serta melindungi membran mukosa lambung dari kerusakan mekanik (Wang *et al.*, 2014). Rumen merupakan salah satu bagian pada lambung ruminansia, tempat pencernaan makanan dengan proses fermentasi yang dilakukan oleh berbagai macam mikroorganisme seperti bakteri, protozoa, dan fungi. Rumen berperan penting sebagai ruang pra-pencernaan yang berguna untuk simbiosis mikroorganisme hidup sekaligus berperan dalam pemecahan dan melunakkan makanan hewan ternak dengan cepat (Humairah *et al.*, 2022).

Proses fermentasi yang intensif dan dalam kapasitas besar terjadi di retikulum mencapai 60--80% dari kebutuhan akan energi pada ternak ruminansia. Proses fermentasi yang melibatkan aktivitas mikroba rumen (protozoa, bakteri, dan fungi) mengubah komponen pakan untuk menghasikan produk akhir yang berguna, yaitu *Volatile Fatty Acid* (VFA) dan protein mikroba, sedangkan CH_4 dan CO_2 merupakan produk yang tidak berguna. VFA, CO_2 dan CH_4 (gas metan) merupakan hasil degradasi dari karbohidrat pakan, sedangkan amonia (NH_3)

merupakan hasil perombakan protein pakan (Owens and Zinn, 1988). Bagan ringkasan seluruh proses fermentasi rumen dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Proses fermentasi pada rumen

Sumber: Cakra (2016)

2.3 Pakan

Pakan merupakan faktor penting dalam usaha pemeliharaan hewan ternak untuk mengekspresikan potensi genetiknya (Zubaili *et al.,* 2017). Pakan adalah semua yang bisa dimakan oleh ternak, baik berupa bahan organik maupun anorganik, yang sebagian atau seluruhnya dapat dicerna dan tidak mengganggu kesehatan ternak (Djarijah, 2008). Pakan yang diberikan kepada sapi potong harus memiliki syarat sebagai pakan yang baik. Pakan yang baik yaitu pakan yang mengandung zat makanan yang memadai kualitas dan kuantitasnya, seperti energi, protein, lemak, mineral, dan vitamin, yang semuanya dibutuhkan dalam jumlah yang tepat dan seimbang sehingga bisa menghasilkan produk daging yang berkualitas dan berkuantitas tinggi (Haryanti, 2009).

Pakan yang diberikan kepada sapi potong pada umumnya terdiri dari hijauan dan konsentrat (Sandi *et al.,* 2018). Pakan ternak ruminansia sebagian besar dari hijauan terdiri atas rumput, leguminosa dan dedaunan serta hasil samping produk pertanian. Menurut Saking dan Qomariyah (2017), pakan hijauan pada

ruminansia mencapai 70% dari total pakan, sisanya adalah konsentrat. Hijauan merupakan pakan yang berasal dari tumbuhan yang diberikan pada sapi potong dalam bentuk segar. Salah satu hijauan yang dapat digunakan adalah rumput pakcong. Rumput pakchong merupakan rumput hibrida hasil persilangan rumput gajah (*Pennisetum purpuruem*) dengan *Pennisetum purpuruem americanum* yang pertama kali dikembangkan di Thailand Rumput pakchong merupakan rumput hibrida hasil persilangan rumput gajah (*Pennisetum purpuruem*) dengan *Pennisetum purpuruem americanum* yang pertama kali dikembangkan di Thailand oleh Dr. Krailas Kiyotthong, dari Departemen Peternakan Kementerian Pertanian Thailand (Liman *et al.*, 2021; Somsiri dan Vivanpatarakij, 2015; Kiyothong, 2014), sehingga rumput ini masih termasuk ke dalam Famili *Poaceae*, Genus *Pennisetum*, dan Spesies *Pennisetum purpureum cv Thailand* (Suherman dan Herdiawan, 2021).

Rumput pakchong memiliki ciri daun yang hampir sama besar dan panjangnya dengan rumput King Grass (*Pennisetum purpurhoides*), batang tanaman lebih empuk atau tidak keras, dan secara morfologi baik batang maupun daun tidak ditumbuhi bulu-bulu halus yang dapat menurunkan nilai palatabilitas (Suherman dan Herdiawan, 2021). Rumput ini memiliki produksi yang sangat baik, bahkan lebih baik dari rumput gajah. Menurut Kiyothong, (2014), rumput pakchong dapat tumbuh mencapai lebih dari 3m pada umur kurang dari 60 hari dengan kandungan protein kasar 16--18%, bahkan rumput ini dapat dipanen setelah berumur 45 hari.

Konsentrat merupakan pakan penguat yang disusun dari biji-bijian dan limbah hasil proses industri bahan pangan yang berfungsi meningkatkan nilai nutrisi yang rendah agar memenuhi kebutuhan normal ternak untuk tumbuh dan berkembang secara sehat (Akoso, 2009). Konsentrat merupakan pakan penguat tersusun dari biji-bijian limbah hasil proses industri yang berfungsi untuk menambah nutrisi yang rendah sehingga memenuhi kebutuhan normal ternak untuk tumbuh dan berkembang (Sandi *et al.*, 2018). Konsentrat dalam ransum ternak merupakan suatu usaha untuk mencukupi kebutuhan zat-zat makanan, sehingga akan diperoleh produksi yang tinggi. Selain itu, dengan penggunaan konsentrat dapat

meningkatkan daya cerna bahan kering ransum, pertambahan bobot badan, serta efisien dalam penggunaan ransum (Akoso, 2009). Konsentrat pakan ternak dapat dibuat dari bahan-bahan seperti dedak padi, bungkil kelapa, tepung ikan, tongkol jagung, dan kulit kopi. Waktu pencampuran pakan konsentrat juga berpengaruh terhadap kualitas nutrisi, sehingga perlu diperhatikan agar optimal (Latief *et al.*, 2023). Pemberian pakan berkualitas untuk ternak ruminansia sangat dipengaruhi oleh kandungan energi yang terkandung dalam ransum. Kecernaan karbohidrat merupakan faktor utama mengendalikan energi yang tersedia untuk pertumbuhan mikroba rumen. Mikroba di dalam rumen memiliki peran penting terhadap konsumsi dan kecernaan ternak ruminansia karena di dalam rumen mengandung 1.010--1.011 mikroba/ml yang terdiri dari bakteri, fungi dan protozoa yang memiliki interaksi dalam mencerna jenis substrat yang masuk di dalam rumen (Orskov and Ryle, 1990).

Biochar adalah bahan karbon yang dihasilkan dari pirolisis biomassa dengan kondisi oksigen terbatas. Biochar memiliki banyak manfaat, antara lain sebagai bahan pembuat tanah, peningkat produktivitas tanaman, penurun emisi gas rumah kaca, dan penyerap polutan lingkungan. Biochar dapat dibuat dari berbagai jenis biomassa, seperti kayu, jerami, sekam padi, kulit kopi, tongkol jagung, dan limbah pertanian lainnya. Proses pirolisis melibatkan pemanasan biomassa pada suhu tinggi 300--700°C tanpa atau dengan sedikit udara. Pirolisis menghasilkan tiga produk utama, yaitu bio-oil, gas, dan biochar. Rasio produk tergantung pada jenis biomassa, suhu, laju pemanasan, waktu tinggal, dan atmosfer reaktor (Lehmann and Joseph, 2015). Biochar memiliki sifat fisik dan kimia yang beragam, tergantung pada bahan baku dan kondisi pirolisis. Secara umum, biochar memiliki kandungan karbon tinggi 50--90%, luas permukaan spesifik tinggi 10--600 m2/g, porositas tinggi 50--90%, dan pH basa 6--10. Sifat-sifat ini membuat biochar dapat meningkatkan sifat tanah, seperti kapasitas tukar kation, retensi air dan hara, stabilitas agregat, aktivitas mikroba, dan siklus karbon (Liu *et al.*, 2019).

Biochar juga dapat dimanfaatkan sebagai pakan tambahan atau *feed additive* bagi ternak ruminansia. Ciri dan manfaat biochar sebagai pakan tambahan antara lain,

Struktur berpori, luas permukaan yang besar, dan daya serap yang kuat. Biochar memiliki struktur berpori yang sangat berkembang. Pori-pori ini menyediakan sejumlah besar situs adsorpsi, meningkatkan luas permukaan dan meningkatkan peluang kontak dengan adsorbat. Akibatnya, biochar mampu menangkap dan melumpuhkan berbagai senyawa kimia melalui kekuatan fisik adsorpsi molekuler. Hal ini dapat membantu mengurangi zat berbahaya dalam pakan ternak, seperti mikotoksin, racun tanaman, residu pestisida, patogen, logam berat, dan polutan organik (Fauzi *et al.,* 2020). Setelah reaksi pirolisis, selulosa, protein dan lemak dalam biomassa membentuk banyak gugus fungsi seperti gugus karboksil dan karbonil di permukaan dan di dalam biochar. Gugus fungsi ini, sebagian besar bersifat basa, berkontribusi pada pH basa, kapasitas penyangga, dan memfasilitasi pertukaran ion dalam biochar. Hal ini dapat membantu mentralkan keasaman rumen ternak rumianansia dan meningkatkan aktivitas mikorba rumen yang menguntungkan.

Struktur serat biochar terutama ditentukan oleh karakteristik bahan baku biomassanya. Biomassa biasanya meliputi kayu, jerami, dan sisa tanaman yang secara inheren mengandung komponen serat yang kaya seperti selulosa dan lignin. Dalam reaksi pirolisis, air dan komponen volatil dari biomassa dihilangkan, sementara struktur serat karbon dipertahankan dalam biochar. Hal ini dapat membantu meningkatkan nilai gizi pakan ternak dengan menyediakan serat kasar yang dibutuhkan oleh ternak ruminansia untuk menjaga kesehatan saluran pencernaan (Rater *et al.,* 2019).

Biochar juga mengandung mineral seperti kalsium (Ca) atau magnesium (Mg) dan karbon anorganik yang berasal dari pembakaran biomassa, enzim tersebut dapat berperan sebagai kofaktor enzim dan mempengaruhi aktivitas mikroba rumen. (Sari dan Sutrisno, 2020). Mineral-mineral ini dapat berperan sebagai buffer pH dan sumber nutrisi bagi mikroba rumen (Latief *et al.,* 2023). Mineral-mineral ini dapat mempengaruhi aktivitas enzim selulase dan amilase yang dihasilkan oleh mikroba rumen, sehingga meningkatkan degradasi serat dan pati yang terdapat dalam rumput laut (Van *et al.,* 2012; Jayanegara *et al.,* 2011). Biochar dapat dilihat pada Gambar 2.

Gambar 2. Biochar

Sumber: https://agrozine.id/mengenal-biochar-dan-cara-pengaplikasiannya/

2.4 Rumput Laut *Eucheuma cottonii*

Rumput laut atau alga yang juga dikenal dengan nama ilmiah *seaweed* merupakan bagian terbesar dari tanaman laut yang tergolong dalam divisi *Rhodophyta.* Salah satu jenis rumput laut yang temasuk dalam divisi *Rhodophyta* yang memiliki kandungan serat tinggi adalah *Eucheuma cottonii*. Rumput Laut *Eucheuma cottonii* merupakan makro alga yang hidup di laut, pada umumnya di dasar perairan dan menempel pada substrat atau benda lain dan juga hidupnya terapung di permukaan laut. Rumput laut *Eucheuma cottonii* terdiri dari jenis mikroskopik (berbentuk kecil) dan maskroskopik (berbentuk besar). Jenis makroskopik inilah yang sehari-hari dikenal sebagai rumput laut (Poncomulyo *et al.*, 2006). Lebih lanjut dikatakan bahwa istilah rumput laut sebenarnya tidak tepat, karena secara botani rumput laut tidak termasuk golongan rumput-rumput (*Graminae*). Istilah lain dari rumput laut yaitu agar-agar, merupakan sebutan untuk jenis rumput laut berdasarkan kandungan kimianya. Seluruh bagian tanaman yang menyerupai akar, batang, daun, atau buah, disebut thallus (Surni, 2014).

Eucheuma cottonii adalah rumput laut merah (*Rhodopyta*) yang memiliki banyak pigmen fotosistesis dan pigmen lainnya yaitu klorofil a, α-karoten, β- karoten, fikobilin, neozantin, dan zeanthin. *Eucheuma cottonii* memerlukan sinar matahari untuk proses fotosintesis. Oleh karena itu ia hanya mungkin hidup pada lapisan fotik, yaitu kedalaman sejauh sinar matahari masih mampu mencapainya. *Eucheuma cottonii* tumbuh di rataan terumbu karang, cangkang kerang, dan benda keras lainnya. Ciri-cirinya yaitu thallus silindris, permukaan licin, *cartilageneus*

(menyerupai tulang rawan/tulang muda), berwarna hijau terang, hijau olive, dan coklat kemerahan, yang ditunjukkan pada Gambar 3. Menurut Aslan (1998) Keadaan warna tidak selalu tetap, kadang-kadang berwarna hijau, hijau kuning, abu-abu atau merah. Perubahan warna sering terjadi hanya karena faktor lingkungan. Kejadian ini merupakan suatu proses adaptasi kromatik yaitu penyesuaian antara proporsi pigmen dengan berbagai kualitas pencahayaan. Percabangan thallus berujung runcing atau tumpul, ditumbuhi nodulus (tonjolan-tonjolan), dan duri lunak/tumpul. Percabangannya bersifat *alternatus* (berseling), tidak teratur, serta mempunyai sifat *dichotomous* (percabangan dua-dua) atau *trichotomus* (sistem percabangan tiga-tiga) (Muflih'isa, 2016). Klasifikasi *Eucheuma cottonii* berdasarkan Worms (World Register of Marine Species) yaitu:

Kingdom : *Plantae*
Divisio : *Rhodophyta*
Class : *Floridophyceae*
Ordo : *Gigartinales*
Family : *Solieriaceae*
Genus : *Eucheuma*
Species : *Eucheuma cottonii*

Gambar 3. Rumput laut *Eucheuma cottonii*

Sumber : https://indonesian.alibaba.com/product-detail/high-quality-eucheuma-cottonii-seaweed-helen-62024400940.html

Rumput laut *Eucheuma cottonii* dapat dijadikan sumber gizi karena umumnya mengandung karbohidrat, protein, sedikit lemak dan abu yang sebagian besar merupakan senyawa garam seperti natrium dan kalsium (Budiyanti, 2021). Rumput laut mengandung banyak zat aktif biologis seperti polisakarida, protein, lipid dan mineral (Chandini, 2008). Selain itu juga merupakan sumber vitamin seperti vitamin A, B1, B2, B6, B12 dan vitamin C serta mengandung mineral seperti K, Ca, Na, Fe, dan iodium (Somala, 2002). Kandungan nutrisi rumput laut merah ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan nutrisi rumput laut *Euceuma cottonii*

Komponen	Kandungan Nutrisi (%)	
	Liem (2013)	Kawaroe *et al.* (2017)
Kadar air	9,95	16,39
Kadar abu	17,69	14,39
Kadar lemak	0,53	1,03
Kadar protein	3,82	5,33
Serat kasar	4.15	2,77
Karbohidrat	73,81	63,17

Sumber: Liem (2013), dan Kawaroe *et al.* (2017)

2.5 *Volatile Fatty Acid* (VFA)

Volatile Fatty Acid (VFA) merupakan sumber energi utama dan karbon untuk pertumbuhan ternak dan mempertahankan mikroorganisme rumen. Sebanyak 70-80% kebutuhan energi ternak ruminansia dipenuhi oleh produksi VFA rumen. Energi yang didapat akan digunakan oleh ternak untuk hidup pokok dan produksi. Sutardi *et al.*, (1983) menjelaskan kisaran konsentrasi VFA yang mencukupi pertumbuhan mikroba rumen adalah 80--160 mM. Produksi VFA di dalam cairan rumen dapat digunakan sebagai tolak ukur fermentabilitas pakan (Hartati, 1998). VFA merupakan produk akhir fermentasi karbohidrat dan merupakan sumber energi utama bagi ternak ruminansia (Arora, 1995).

Hasil dari aktivitas fisik dan mikrobiologi yang mengubah komponen pada pakan menjadi produk yang berguna seperti *Volatile Fatty Acid* (VFA), protein mikrobial, serta vitamin B, dan yang tidak berguna seperti CH, dan CO2 (Church, 1979). VFA adalah asam lemak yang mudah menguap dan berubah menjadi

sumber energi dan CO_2+CH. VFA merupakan hasil akhir dari pencernaan karbohidrat dalam rumen (Parakkasi, 1999). Karbohidrat yang masuk ke dalam rumen ternak akan mengalami proses degradasi oleh mikroba rumen menjadi sakarida yang sederhana dan kemudian sakarida tersebut diubah menjadi piruvat melalui lintasan glikolitik Embden-meyerhof (Russen and Hesfel, 1981). Piruvat selanjutnya akan diubah oleh mikroorganisme intraseluler menjadi VFA yang terdiri dari asam asetat, propionat, butirat, isobutirat, isovalerat, dan 2-metil butirat (Sutardi *et al.,* 1983). Konsentrasi VFA dalam cairan rumen sangat dipengaruhi oleh kecernaan, jenis, dan kualitas ransum yang difermentasi oleh mikroba rumen (Tillman *et al.,* 1991). Pamungkas *et al.,* (2006) melaporkan bahwa tingkat fermentasi berkorelasi dengan konsentrasi VFA, sehingga perubahan konsentrasi VFA merupakan cerminan peningkatan populasi mikroba rumen. Hal tersebut dikarenakan amonia (NH_3), digunakan oleh mikroba sebagai zat untuk pertumbuhan. Hal ini sesuai dengan yang disampaikan Arora, (1995) bahwa NH_3 dapat digunakan untuk membangun sel mikroba.

Volatile Fatty Acid **(**VFA) yang diproduksi akan diserap di dinding lambung, tingkat penyerapan meningkat ketika pH rumen menurun sehingga sebagian besar campuran ada sebagai asam yang tidak terpisahkan. Kemudian peningkatan juga bisa dikarenakan panjangnya rantai meningkat, sehingga absorpsi dari asam butirat >asam propionate >asam asetat. Terkait dengan sebagian VFA yang diserap oleh difusi pasif adalah dalam kondisi tidak terpisahkan, dan sisanya diserap sebagai anion oleh difusi yang mempermudah pertukaran ion-ion bikarbonat (hidrogen karbonat).

2.6 Amonia (NH_3)

Protein pakan dalam rumen akan dirombak oleh mikroba rumen menjadi amonia, karbondioksida, dan VFA. Jumlah protein makanan merupakan faktor yang mempengaruhi produksi NH_3 (McDonald *et al.,* 2002; Sugoro *et al.,* 2015). Menurut Sutardi *et al.,* (1983), protein ransum akan dihidrolisis oleh enzim proteolitik yang dihasilkan oleh mikroba rumen menjadi oligopeptida dan kemudian menjadi asam keto alfa dan NH_3. Jika pakan defisien akan protein atau

proteinnya tahan degradasi maka konsentrasi amonia dalam rumen akan rendah dan pertumbuhan mikroba rumen akan lambat yang menyebabkan turunnya kecernaan pakan (McDonald *et al.,* 1995).

Produksi amonia (NH_3), berasal dari protein yang didegradasi oleh enzim proteolitik. Tingkat hidrolisis protein tergantung dari daya larutnya yang berkaitan dengan kenaikan kadar NH_3 (Arora, 1995). Menurut Sutardi *et al.* (1983), protein bahan makanan yang masuk ke dalam rumen mula-mula akan mengalami proteolisis oleh enzim-enzim protease menjadi oligopeptida yang akan dimanfaatkan oleh mikroba rumen untuk menyusun protein selnya, sedangkan sebagian lagi akan dihidrolisa lebih lanjut menjadi asam amino yang kemudian secara cepat dideaminasi menjadi asam keto alfa dan amonia.

Konsentrasi amonia (NH_3), mencerminkan jumlah protein ransum yang dominan di dalam rumen dan nilainya sangat dipengaruhi oleh kemampuan mikroba rumen dalam mendegradasi protein ransum (Prihandono, 2001). NH_3 merupakan sumber nitrogen utama dan penting untuk sintesis protein mikroba. Sebanyak 82% mikroba memanfaatkan NH_3 sebagai sumber nitrogen untuk membentuk protein mikrobial (Arora, 1995).

Mayoritas bakteri rumen dapat menggunakan amonia sebagai sumber nitrogennya dan bakteri rumen adalah pengguna amonia yang paling efisien. Amonia (NH_3) hasil fermentasi tidak semuanya disintesis menjadi protein mikroba, sebagian akan diserap ke dalam darah. NH_3 yang tidak terpakai dalam rumen akan dibawa ke hati diubah menjadi urea, sebagian dikeluarkan melalui urine dan yang lainnya dibawa ke kelenjar saliva. Konsentrasi NH_3, yang mampu dan baik untuk pertumbuhan mikroba rumen adalah 4--12 mM (Hidayat *et al.,* 2011).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada Oktober--Desember 2023 di Koperasi Produksi Ternak Maju Sejahtera, Desa Damai Jaya, Kecamatan Tanjung Sari, Kabupaten Lampung Selatan. Analisis VFA dilaksanakan di Laboratorium Kawasan Yogyakarta Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) dan analisis NH_3 dilaksanakan di Laboratorium Genomik Cibinong Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN).

3.2 Bahan dan Alat Penelitian

3.2.1 Bahan penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitan ini adalah 18 ekor sapi lokal, yang sedang masa pertumbuhan, hijauan segar berupa rumput pakchong (*Pennisetum purpureum cv. Thailand*) yang dipotong pada umur 55--60 hari. Rumput ini dipanen setiap hari dan dicacah dengan ukuran 2 cm, konsentrat, rumput laut *Eucheuma cottonii*, dan biochar yang diberikan secara *adlibitum*. Bahan analisis yang digunakan yaitu cairan rumen, larutan *Trypan Blue Formal Saline* (TBFS), larutan formalin 40%, asam borat 2%, H_2SO 15%, NaOH 0,5 N, NaOH 40%, HCI 0,5 N, indicator campuran *Methyl Blue* (perbandingan 2:1) dan aquades.

3.2.3 Alat penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kandang kelompok dengan masing-masing ternak yang diikat berjarak satu sama lain sehingga ternak akan mendapatkan makan dan minum secara individu dan berjumlah kurang lebih 18 wadah, timbangan digital, timbangan gantung, timbangan duduk, tali, ember,

golok/arit, selang air, timbangan digital, *Stomach tube, cawan conway*, tabung tempat rumen, biuret untuk titrasi, *cooling box*, alat spray, alat destilasi, labu erlenmeyer, gelas ukur, pipet tetes, dan plastik/karung, pH meter, pompa vakum, dan timbangan.

3.3 Rancangan Perlakuan

Rancangan perlakuan dalam penelitian ini menggunakan hijauan berupa rumput pakchong, rumput laut, biochar dan konsentrat. Kandungan nutrisi bahan penyusun ransum tersebut disajikan pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Kandungan nutrisi bahan penyusun ransum

Bahan Pakan	Kandungan Nutrisi Bahan						
	BO	PK	SK	LK	ADF	NDF	GE
	----------(%)----------						
Konsentrat	93,96	11,43	18,40	3,03	34,26	27,22	3849,12
Rumput Pakchong	93,50	7,52	38,22	2,87	67,99	40,76	4370,68
Eucheuma Cottonii	58,03	4,23	5,14	0,00	8,46	6,47	1736,58

Sumber: Laboratorium Kawasan Yogyakarta Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN)

Tabel 3. Kandungan bahan penyusun konsentrat KPT. Maju Sejahtera

Bahan	Komposisi	Kandungan				
		BK	PK	SK	LK	Abu
	----------(%)----------					
Onggok	35,00	88,5	2,5	4,7	1,2	3,1
Gaplek	9,22	88,0	2,5	9,0	1,0	8,22
Kulit Kopi	17,52	90,6	13,2	58,8	10,9	3,7
Bungkil Sawit	23,11	90	15,1	17,2	6,1	8,9
Indigofera	5,00	19,27	19,61	35,54	1,2	8,22
Molasses	8,00	75,0	4,0	0	0	0
Kapur	1,20	100	0	0	0	100
Garam	0,20	100	0	0	0	97,0
Urea	0,75	281,0	0	0	0	0

Sumber: KPT. Maju Sejahtera (2023)

Perlakuan yang digunakan yaitu pemberian suplementasi rumput laut *Eucheuma cottonii* pada bahan pakan hijauan berupa rumput pakchong, konsentrat dan biochar. Ransum perlakuan yang diberikan sebagai berikut:

P1: Rumput Pakchong+Konsentrat (perbandingan 70%:30% BK pakan)

P2: Rumput Pakchong+Konsentrat (perbandingan 70%:30% BK pakan)+ Rumput Laut *Eucheuma cottonii* (4% BK pakan)

P3: Rumput Pakchong+Konsentrat (perbandingan 70%:30% BK pakan)+ Rumput Laut *Eucheuma cottonii* (4% BK Pakan)+Biochar (0,05% BK pakan).

3.4 Rancangan Percobaan

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan 18 ekor sapi lokal dengan metode Rancangan Acak Kelompok (RAK) berdasarkan bobot badan yang terdiri dari 6 kelompok. Dalam penelitian ini terdapat 3 perlakuan dan 6 kali ulangan, data yang diperoleh diuji dengan *analysis of variance* (ANOVA). Berikut pembagian kelompok berdasarkan bobot badan sapi dari yang terkecil hingga terbesar.

Kelompok 1: 150 kg--180 kg;

Kelompok 2: 180 kg--210 kg;

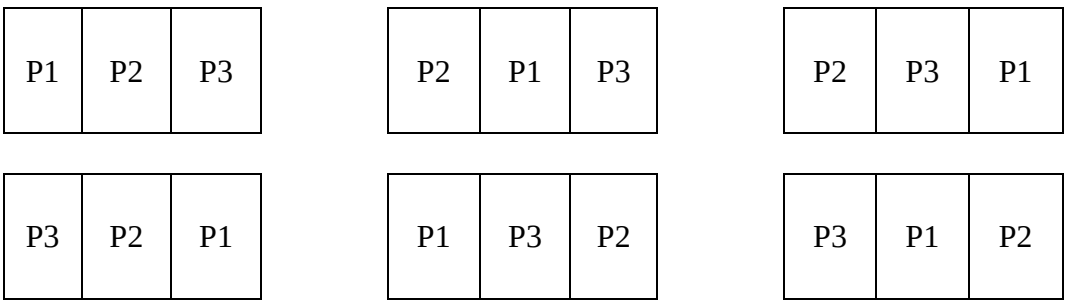
Kelompok 3: 210 kg--240 kg;

Kelompok 4: 240 kg--270 kg;

Kelompok 5: 270 kg--300 kg;

Kelompok 6: 300 kg--330 kg.

Berikut adalah plot tata letak untuk percobaan penelitian pemeliharaan sapi lokal dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Tata letak percobaan

3.5 Peubah yang Diamati

Peubah yang diamati pada penelitian ini adalah menghitung kadar *Volatile Fatty Acid* (VFA) dan amonia (NH_3) rumen. Sebelum dilakukannya perhitungan terlebih dahulu dilakukan analisis terhadap VFA dan NH_3 rumen. Menurut Muhtarudin *et al.* (2003) analisis VFA rumen dapat dilakukan dengan *Gas Chromatography and Mass Spectroscopy* (GC-MS) sebagai berikut:

1. mensentrifugasi cairan rumen pada kecepatan 800 rpm selama 10 menit;
2. mengambil 5 ml supernatan cairan rumen dan memasukan ke dalam destilasi uap lalu menambahkan 1 ml H_2SO_4 15% dan tutup;
3. memasukan NaOH 0,5 N ke dalam tabung erlenmeyer dan meletakan pada ujung kondensor agar menangkap uap panas dan VFA yang terbuang;
4. menghidupkan pemanas dan menghentikan setelah volume mencapai 200 ml lalu meneteskan indikator PP dalam tabung erlenmeyer yang berisi cairan;
5. mentitrasi larutan dengan HCl 0,5 N sehingga warna menjadi bening dan mencatat volume HCl 0,5 N yang terpakai lalu menghitung kadar VFA dengan rumus.

Metode analisis NH_3 rumen sapi di Laboratorium Genomik Cibinong Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) dengan menggunakan metode cawan Conway (Conway and O'Malley, 1942) sebagai berikut:

1. menyiapkan cawan Conway, yang memiliki dua ruang bersekat, satu buah cawan kecil yang terletak di tengah-tengah cawan dan sebuah ruang di luar cawan kecil yang terbagi dua sekat (bersekat);
2. mengoleskan vaselin pada bibir dan tutup dari cawan Conway;
3. memasukkan pipet 1 ml supernatan cairan rumen ke dalam salah satu ruang sisi kiri cawan Conway;
4. bagian tepi cawan ditetesi NaOH 40% dan sampel cairan secara terpisah, lalu memasukan asam borat dibagian tengah cawan dan kemudian meneteskan indikator pada asam borat tersebut;
5. diamkan selama 24 jam dalam suhu kamar;

6. setelah 24 jam lalu mentitrasi dengan HCL 0.01 N sampai berubah warna menjadi hijau kemerahan lalu dihitung lah konsentrasi N-NH_3 menggunakan rumus.

Selanjutnya dilakukan perhitungan kadar VFA dan NH_3. Menurut Muhtarudin *et al.* (2003); Conway and O'Malley (1942), perhitungan kadar VFA dan NH_3 adalah sebagai berikut:

$$Kadar\ VFA\ Total\ (mM) = \frac{(a-b)\ x\ N\ HCl\ x\ \frac{1000}{5}}{Sampel\ (gr) x\ BK\ Sampel}$$

$$Kadar\ NH3\ (Mm)\ = \frac{ml\ titrasi\ x\ N\ HCl\ x\ berat\ mol\ borat}{ml\ Sampel}$$

Cara menghitung Normalitas HCl:

$$N - HCl\ = \frac{mg\ contoh}{V - HCl\ x\ 0.1}$$

Keterangan:
a: Volume titran blanko (ml)
b: Volume titran contoh (ml)
N: Normalitas larutan HCl

3.6 Pelaksanaan Penelitian

3.6.1 Persiapan kandang

Melakukan persiapan kandang dengan sanitasi kandang terlebih dahulu, menyiapkan wadah pakan dan minum yang akan digunakan untuk masing-masing ternak sesuai dengan tata letak rancangan percobaan yang telah ditentukan, dan menyiapkan ransum yang akan diberikan kepada ternak. Sebelum itu dilakukan masa prelium kepada ternak untuk mengadaptasi pemberian suplementasi rumput laut *Eucheuma cottonii* dan mengadaptasi ternak dengan lingkungan.

3.6.2 Kegiatan penelitian

Kegiatan penelitian ini dimulai, dari masa prelium yang berlangsung selama 15 hari. Kemudian ternak akan diberikan pakan dengan 3 perlakuan yaitu Rumput Pakchong+Konsentrat, Rumput Pakchong+Konsentrat+Rumput Laut *Eucheuma cottonii* (4% BK pakan) dan Rumput Pakchong+Konsentrat+Rumput Laut *Eucheuma cottonii* (4% BK pakan)+Biochar (0,05% BK Pakan). Pemberian ransum diberikan sebanyak 3 kali, yaitu pada pagi hari pukul 07.00 WIB, siang hari pukul 12.00 WIB, dan sore hari pukul 17.00 WIB.

3.6.3 Pelaksanaan percobaan

3.6.3.1 Pengambilan cairan rumen

Pengambilan peubah dilaksanakan selama 1 hari. Sampel cairan rumen dianalisis kadar VFA dan NH_3 rumen yang dilaksanakan di Laboratorium Kawasan Yogyakarta Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) dan Laboratorium Genomik Cibinong Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN).

Adapun langkah-langkah pengambilan cairan rumen sebagai berikut:

1. memposisikan sapi dengan cara berdiri dan agar mempermudah pengambilan;
2. menyiapakan alat dan bahan penyedot;
3. terdapat 3 orang yang memegang agar sapi tidak bergerak;
4. memposisikan kepala sapi menengadah sehingga mulut dan tenggorokan dalam keadaan lurus, lalu selang dimasukkan ke dalam mulut sapi hingga mencapai rumen dan cairan dihisap;
5. menampung cairan rumen yang sudah diambil sebanyak 10 ml dan meneteskan 5 tetes HgCl2 untuk menghentikan proses fermentasi pada rumen;
6. selanjutnya simpan sampel untuk dilakukannya analisis VFA dan NH_3.

3.7 Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis dengan *Analysis of Varian*ce (ANOVA). Apabila dari hasil analisis varian diperoleh hasil berpengaruh nyata, maka analisis akan dilanjutkan dengan uji beda nyata terkecil (BNT) pada taraf nyata 5%.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan:

1. Pemberian suplementasi rumput laut *Eucheuma cottonii* tidak berpengaruh nyata (P>0,05) terhadap kadar *Volatile Fatty Acid* (VFA) total dan amonia (NH_3).
2. Perlakuan P3 berpotensi dapat meningkatkan kadar *Volatile Fatty Acid* (VFA) dan kadar amonia (NH_3) pada cairan rumen sapi potong.

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan di atas, maka dapat disarankan bahwa perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui pengaruh pemberian suplementasi rumput laut *Eucheuma cottonii* pada jenis sapi perah untuk mengetahui hasil terbaik untuk kadar *Volatille Fatty Acid* (VFA) dan kadar amonia (NH_3) pada cairan rumen ruminansia.

DAFTAR PUSTAKA

Abbott, D. W., I. M. Aasen, K. A. Beauchemin, F. Grondahl, R. Gruninger, M. Hayes, S. Huws, D. A. Kenny, S. J. Krizsan, S. F. Kirwan, V. Lind, U. Meyer, M. Ramin, K. Theodoridou, D. V. Soosten, P. J. Walsh, S. Waters, and X. Xing. 2020. Seaweed and seaweed bioactives for mitigation of enteric methane: challenges and opportunities. *Animals*, 10(12): 2432.

Abdurrahman, M. A. 2006. Karakteristik Eksterior Sapi Lokal di Kabupaten Pacitan Jawa Timur. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.

Achmadi, J. 2012. Aspek Komparatif Nutrisi Ternak Monogastrik dan Ruminansia. Badan Penerbit Universitas Diponegoro. Jawa Tengah.

Akoso, B. T. 2009. Epidemologi dan Pengendalian Antraks. Kanisius. Jakarta.

Arora, S. P. 1995. Pencobaan Mikroba Pada Ruminansia. Gajah Mada University Press. Jawa Tengah

Aslan, L. M. 1998. Budidaya Rumput Laut. Kanisius. Jakarta.

Astuti, M. 2004. Potensi dan Keragaman Sumberdaya Genetik Sapi Peranakan Ongole (PO). Lokakarya Nasional Sapi Potong. Fakultas Peternakan, Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.

Astuti, M., W. Hardjoesoebroto, dan S. Lebdosoekojo. 1982. Analisa Jarak Beranak sapi Onggole di Kecamatan Cangkringan Kabupaten Sleman Yogyakarta. P.135--138. Dalam Proseding Pertemuan Ilmiah Ruminansia Besar. Pusat Penelitian Pengembangan Peternakan. Badan Penelitian dan Pengembangruan Pertanian. Deptan. Bogor.

Baldwin, R. L. and S. C. Denham. 1979. Quantitative and dynamic aspects of nitrogen metabolism in the rumen: a modeling analysis. *Journal of Animal Science*, 49: 1631--1637.

Batan, I.W. 2002. Sapi Bali dan Penyakitnya. UPT Percetakan Universitas Udayana, Bali.

Bergman, E. N. 1990. Energy contributions of volatile fatty *acid* from the gastrointestinal tract in various species. *Physiological Reviews*, 70(2): 567--590.

Bergman, W. 1990. Mechanisms of volatile fatty acid absorption and metabolism and maintenance of a stable rumen environment. *International Journal of Social Research Methodology*, 11(5): 417--428.

Blakely, J. and D. H. Bade. 1998. Ilmu Peternakan. Gajah Mada University Press.Yogyakarta.

Badan Pusat Statistik. 2022. Ekspor Rumput Laut Dan Ganggang Lainnya Menurut Negara Tujuan Utama, 2012--2022. Diakses pada 24 September 2023.

Budiyanti, S. E. 2021. Kandungan nutrisi rumput laut (*Eucheuma cottonii*) dengan metode rakit gantung pada kedalaman berbeda. *Aquamarine,* 8(1): 27--33.

Cakra, I. G. L. O. 2016. Bahan Ajar Ruminologi. Universitas Udayana. Bali.

Charles, W., L. Walker, and R. Cord-Ruwisch. 2008. Effect of pre-aeration and inoculum on the start-up of batch thermophilic anaerobic digestion of municipal solid waste. *Bioresource Technology*, 100(8): 2329--2335.

Chuezaemi, S. 1997. Ilmu Gizi Ruminansia. Media Nusa Creative (MNC Publishing). Malang.

Church, D. C. 1979. Digestive Physiology and Nutrition of Ruminants (Vol. 1). O & B Books. New York.

Church, D. C. and W. G. Pond. 1988. The Ruminant Animal Digestive Physiology and Nutrition. Prentice Hall, Englewood Cliffs. New York.

Conway, E. J. and O'Malley. 1942. Micro-diffusion methods. Ammonia using bufferd absorbent (revised methods for ranges greater than 10µn) *Biochemical journal* 36: 655--661

Cushnie, T. P. and A. J. Lamb. 2005. Aktivitas antimikroba dari flavonoid. *Jurnal Internasional Agen Antimikroba*, 26(5): 343--356.

Depison. 2010. Performans anak hasil persilangan induk sapi bali dengan beberapa bangsa pejantan di Kabupaten Batanghari Provinsi Jambi. *Agripet,* 10(1): 37—41

Dijktra, B. 1994. Pengaruh Aras Undegraded Protein Dan Energi Terhadap Kinetik Fermentasi Rumen Dan Sintesis Protein Mikroba Pada Sapi. Fakultas Peternakan Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta

Djarijah, A.S. 1996. Usaha Ternak Sapi. Kanisius. Yogyakarta

Erwanto. 1995. Optimalisasi Sistem Fermentasi Rumen melalui Suplementasi Sulfur, Defaunasi, Reduksi Emisi Metan dan Stimulasi Pertumbuhan Mikroba pada Ternak Ruminansia. Disertasi. Program Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Fakhidatul, I., B. I. Wayan, dan S. I. Gede. 2012. Karakteristik simpul tali telusuk bali dan tali keluh sapi. *Indonesia Medicus Veterinus*, 1(3): 305--319.

Fauzi, A., B. Prasetyao, dan M. Syamsiro. 2020. Biochar from oil palm biomass: A review of its potential and challenges. *Renewable and Sustainable Energy Review*s, 119: 109--599

Filasari, O., M. Christiyanto, L. K. Nuswantara, dan E. Pangestu. 2013. Produksi *volatile fatty acid* dan amonia (NH_3) hijauan pakan kambing secara in vitro. *Jurnal Litbang Provinsi Jawa Tengah*, 53(9): 1689--1699.

Fitriyanto, R., F. M. Suhartati, dan S. Rahayu. 2021. Pengaruh penggunaan silase rumput gajah yang diberi singkong terhadap konsentrasi VFA dan N-NH_3 cairan rumen sapi secara in vitro. *Journal of Animal Science and Technology*, 3(3): 272--279.

Gaillard, C., H. S. Bhatti, M. Novoa-Garrido, V. Lind, M. Y. Roleda, and M. R. Weisbjerg. 2018. Amino acid profiles of nine seaweed species and their in situ degradability in dairy cows. *Animal Feed Science and Technology*, 241: 210--222.

Griswold, K. E., G. A. Apgar, J. Bouton, and J. L. Firkins. 2003. Effect of urea infusion and ruminal degradable protein concentration on microbial growth, digestibility, and fermentation in continuous culture. *Journal of Animal Science*, 81: 329--336.

Hambakodu, M., E. Pangestu, dan J. Achmadi. 2019. Substitusi rumput gajah dengan rumput laut coklat (*Sargassum polycystum*) terhadap produk metabolisme rumen dan kecernaan nutrien secara in vitro. *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan*, 29(1): 37--45.

Hapsari, N. S., D. W. Harjanti, dan A. Muktiani. 2018. Fermentabilitas pakan dengan imbuhan ekstrak daun babadotan (*Ageratum conyzoides*) dan jahe (*Zingiber officinale*) pada sapi perah secara in vitro. *Jurnal Agripet*, 18(1): 1--9.

Hartati, E. 1998. Suplementasi Minyak Lemuru dan Seng ke dalam Ransum yang Mengandung Silase Pod Coklat dan Urea Memacu Pertumbuhan Sapi Holstein Jantan. Institut Pertanian Bogor.

Hartati, I., Sumadi, dan T. Hartatik. 2010. Identifikasi karakteristik genetik sapi Peranakan Ongole di peternakan rakyat. *Buletin Peternakan*, 34(3): 118-124.

Haryanti, N. W. 2009. Ilmu Nutrisi Dan Makanan Ternak Ruminansia. Universitas Indonesia Press. Jakarta.

Haryanto, B. 2009. Inovasi Teknologi Pakan Ternak dalam Sistim Integrasi Tanaman-Ternak Bebas Limbah, Mendukung Upaya Peningkatan Produksi Daging. *Jurnal Pengembangan Inovasi Pertanian*, 2(3): 163--176.

Haryoko, I., P. dan Suparman. 2009. Evaluation of carcass production of po cattle based on heart girth measurement, body condition score and slaughter weight. *Animal Production*, 11(1): 28--33.

Hidayat, T. D., C. Budinuryanto, S. Darodjah, dan W. S. Putranto. 2011. Studi Pembuatan kompleks mineral-minyak dan efek penggunaannya dalam ransum terhadap fermentabilitas dan kecernaan (in vitro). *Jurnal Ilmu Ternak*, 10(1): 32--38.

Hidayat, T., M. Nurjanah, M. Nurilmala, dan E. Anwar. 2018. Karakterisasi rumput laut tropika dari kepulauan seribu sebagai sumber bahan baku kosmetik. *CR Journal*, 4(3): 49--62.

Hikmawan, D., Erwanto, Muhtarudin, dan F. Fathul. 2019. Pengaruh Substitusi rumput laut (*eucheuma cottonii*) dalam pakan rumput gajah (*pennisetum purpureum*) terhadap konsentrasi vfa parsial dan estimasi produksi gas metana secara in-vitro. *Jurnal Riset dan Inovasi Peternakan,* 3(1): 12--18.

Hindratiningrum, N., M. Bata, dan S. A. Santosa. 2011. Produk fermentasi rumen dan produksi protein mikroba pada sapi lokal yang diberi pakan jerami amoniasi dan beberapa bahan pakan sumber energi. *Jurnal Agripet*, 11(2): 29--34.

Horhoruw, W. M., W. Wihandoyo, dan T. Yuwanta. 2009. Pengaruh Pemanfaatan rumput laut *Gracilaria edulis* dalam pakan terhadap kinerja ayam fase pullet. *Buletin Peternakan*, 33(1): 8--16.

Humairah, T., S. Hartuti, dan Darwin. 2022. Fermentasi cairan rumen sapi menggunakan daun ubi kayu (*Manihot esculenta*) dan konsentrat. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian,* 7(2): 592--596.

Idris, J., Y. Shirai, and Y. Ando. 2014. Pengeluaran biochar dengan kandungan mineral yang tinggi dari biomas kelapa sawit. *Malaysian Journal of Analytical Sciences*, 18(3): 700--704.

Ismartoyo. 2013. Fermentasi Pakan Oleh Mikroba Rumen Dalam Sistim Consecutive Batch Culture (Cbc). *Buletin Nutrisi dan Makanan Ternak*, 9(1). 65--70.

Jayanegara, A., E. Wina, C. R. Soliva, S. Marquardt, M. Kreuzer, dan F. Leiber. 2011. Dependence of forage quality and methanogenic potential of tropical plants on their phenolic fractions as determined by principal component analysis. *Animal Feed Science and Technology*, 163(2-4): 231--243.

Kana, J. R., A. Teguia, B. M. Mungfu, dan J. Tchoumboue. 2011 Growth performance and carcass characteristics of broiler chickens fed diets supplemented with graded levels of charcoal from maize cob or seed of *Canarium schweinfurthii* Engl. *Tropical Animal Health and Production*, 43: 51--56.

Kawaroe, M., W. Salundik, Rhojim, dan F. L. Dea. 2017. Comparison of biogas production from macroalgae *Euchema Cottonii* in anaerobic degradation under different salinity conditions. *World Applied Sciences Journal*, 35(3): 344--351.

Kiyothong, K. 2014 Manual For Planting Napier Pakchong-1. *Department of Livestock Development*, Thailand.

KKP. 2022. Tingkatkan Pertumbuhan Ekonomi, KKP Komitmen Genjot Produksi Rumput Laut. Di akses pada 24 September 2023, dari KKP.

Krause, D., A. E. Denman, R. I. Mackie, M. Morrison, A. L. Rae, G. T. Attwood, dan C. S. McSweeney. 2003. Opportunities to improve fiber degradation in the rumen: Microbiology, Ecology, and Genomics. *FEMS Microbiology Reviews,* 27: 663--693.

Kuswandi. 1993. Kegiatan mikroba di rumen dan manipulasinya untuk menaikkan efisiensi produksi ternak. *Bulletin Peternakan*, 17: 63--76.

Latief, M. F., Hasrin, A. Ichlasul, S. Chadijah, dan F. N. Aini. 2023. Analisis kualitas nutrisi konsentrat pakan sapi potong dengan variasi waktu pencampuran pakan menggunakan mixer vertical. *Jurnal Nutrisi Ternak Tropis,* 6(2): 90--97.

Lehmann, J., dan S. Joseph. 2015. Biochar for Environmental Management: Science Technology and Implementation. Routledge.

Leng, R. A., S. Inthapanya, T. R. dan Preston. 2012. Biochar lowers net methane production from rumen fluid in vitro. *Gas*, 1050(1488): 1367.

Liem, Z. A. 2013. Kandungan Proksimat dan Aktivitas Antioksidan Rumput Laut Merah *(Eucheuma cottonii)* di Perairan Kupang Barat. Tesis. Program Magister Biologi UKSW. Salatiga.

Liman, M., A. K. Wijaya, dan K . Adhianto. 2021. introduksi budidaya dan fermentasi rumput packhong 1 sebagai pakan ternak di desa Rantau Fajar Kecamatan Raman Utara Kabupaten Lampung Timur. *Sinergi*, 2: 25--30.

Liu, Z., J. Zhang, X. He, J. Zhang, X. Zhang, dan L. Xu. 2019. Effects of biochar application in forest ecosystems on soil properties and greenhouse gas emissions: a review. *Journal of Soils and Sediments,* 19(4): 2006--2021.

Luning, K. 1990. Seaweed Their Environment, Biogeography and Ecophysiology. John Wiley and Sons, Inc. New York.

Maharany, F., N. Nurjanah, R. Suwandi, E. Anwar, dan T. Hidayat. 2017. Kandungan senyawa bioaktif rumput laut Padina australis dan Euchema cottonii sebagai bahan baku krim tabir surya. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia,* 20(3): 551--562.

Majewska, M., M. Skrzycki, M. Podsiad, and H. Czeczot. 2011. Evaluation of antioxidant potential of flavonoids: an in vitro study. *Acta Poloniae Pharmaceutica,* 68(4): 611--615.

Mayulu, H., dan I. Sutrisno. 2016. Kebijakan Pengembangan peternakan sapi potong di Indonesia. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian,* 29(1): 43--41.

McDonald, P., R. A. Edwards, and J. F. D. Greenhalgh. 2002. Nutrisi Hewan (4th ed.). John Willey and Sons, Inc. New York.

McDonald, P., R. A. Edwards, J. F. D. Greenhalgh and C. A. Morgan. 1988. Animal Nutrition. Harlow: Longman Scientific & Technical. London.

McDonald, P., R. A. Edwards, J. F. D. Greenhalgh, and C. A. Morgan. (1995). *Animal nutrition* (5th ed.). Longman Scientific & Technical. London.

McFarlane, Z. D., P. R. Myer, E. R. Cope, N. D. Evans, T. C. Bone, B. E. Biss and J. T. Mulliniks. 2017. Effect of biochar type and size on in vitro rumen fermentation of orchard grass hay. *Agricultural Sciences,* 08(04): 316--325.

Muflih ‘Isa, M. 2016. Analisis Kualitas Air Untuk Budidaya Rumput Laut *Eucheuma Cottoni* Dengan Citra Landsat 8 (Studi Kasus Laut Selatan Pulau Lombok, NTB). Skripsi. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Jawa Timur.

Muhtarudin, M., L. Liman, dan Y. Widodo. 2003. Penggunaan Seng Organik dan *Polyunsaturated Fatty Acid* dalam Upaya Meningkatkan Ketersediaan Seng, Pertumbuhan, serta Kualitas Daging Kambing. Laporan Penelitian. Fakultas Pertanian. Universitas Lampung. Bandar Lampung.

Ngadiyono, N. 1997. Sistem Pemeliharaan Sapi Bali di Nusa Tenggara Barat. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner* 2(4): 240--246.

Orskov, E. R., and M. Ryle. 1990. Energy Nutrition in Ruminants. Elsevier Applied Science. Springer Netherlands.

Oskoueian, E., N. Abdullah, and A. Oskoueian. 2013. Effects of Flavonoids on Rumen Fermentation Activity, Methane Production, and Microbial Population. *BioMed Research International*, 349129.

Owens, F. N., and R. A. Zinn. 1988. Protein Metabolism of Ruminant Animals. In D. C. Church (Ed.), The Ruminant Animal: Digestive Physiology and Nutrition (Pp. 227–249). Prentice Hall.

Pamungkas, D. C., C.C. Sevilla, dan U. M. Lustria. 2006. Perubahan ekosistem rumen dan degradabilitas pakan ternak kering kerbau yang mendapat kandungan rumen ternak melalui inokulasi silang. *Jurnal Ilmu Ternak Veteriner,* 11(1): 24--33.

Parakkasi, A. 1983. Ilmu Gizi dan Makanan Ternak Monogastrik. Angkasa. Bandung.

Parakkasi, A. 1999. Ilmu Nutrisi dan Makanan Ternak Ruminansia. Universitas Indonesia Press. Jakarta.

Partama, I. B. G. 2013. Nutrisi dan Pakan Ternak Ruminansia. Udayana University Press. Denpasar.

Partama, I. B. G., I. G. L. O. Cakra, dan I. W. Wirawan. 2013. Pengaruh karbohidrat mudah larut (dedak padi) sebagai pakan tambahan pada kambing pe terhadap kecernaan bahan kering dan nutrien dengan metode indikator internal. *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan,* 23(2): 1--6.

Pirian, K., Z. Z. Jeliani, J. Sohrabipour, M. Arman, M. M. Faghihi, and M. Yousefzadi. 2017. Nutritional and bioactivity evaluation of common seaweed species from the Persian Gulf. *Iranian Journal of Science and Technology, Transactions A: Science,* 42(4): 1795--1804.

Poncomulyo, T., H. Maryani, dan L. Kristiani. 2006. Budidaya dan Pengolahan Rumput Laut. Agro Media Pustaka. Depok.

Prasetiyono, B.W.H.E. 2021. Suplemen PakanUntuk Meningkatkan Produktivitas Ternak Ruminansia Sebagai Penyedia Daging: Pengukuhan Guru Besar. Universitas Diponegoro. Semarang.

Prayitno, R. S., F. Wahyono, dan E. Pangestu. 2018. Pengaruh suplementasi sumber protein hijauan leguminosa terhadap produksi amonia dan protein total ruminal secara in vitro. *Jurnal Peternakan Indonesia*, 20(2): 116--123.

Prihandono, R. 2001. Pengaruh Suplementasi Probiotik Bioplus, Lisinat Zn dan Minyak Lemuru (*Sardinella longiceps*) Terhadap Tingkat Penggunaan Pakan dan Produksi Fermentasi Rumen Domba. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Puastuti, W., D. Yulistiani, dan I . W. Mathius. 2012. Respon fermentasi rumen dan retensi nitrogen dari domba yang diberi protein tahan degradasi dalam rumen. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner*, 17(1: 67--72.

Putra, B. W., A. M. Fuah, H. Nuraini, dan R. Priyanto. 2016. Penerapan teknik citra digital sebagai metode pengukuran morfometrik ternak pada sapi bali dan peranakan ongole. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia,* 21(1): 63--68.

Rahmawati, A., dan I. K. Sutama. 2019. The effect of feed additive based on probiotics on production performance and health of broiler chickens. *Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture,* 44(4): 405--412.

Ramesh, P., R. Jagadeesan, S. Sekaran, A. Dhanasekaran, dan S. Vimalraj. 2021. Flavonoids: classification, function, and molecular mechanisms involved in bone remodelling. *Frontiers in Endocrinology,* 12: 779638.

Ranjhan, S. K. 1980. Animal Nutrition and Feeding Practice in India. Vikas Publishing House, New Delhi.

Rastosari, A. 2017. Karakteristik Kualitatif dan Kuantitatif Induk Sapi Peranakan Ongole (PO) dan Persilangannya di Pacitan, Jawa Timur. *Jurnal Wahana Peternakan,* 1(2): 283--290.

Rater, A., B. Prasetya, dan M. Syamsiro. 2019. The effect of biochar supplementation on rumen fermentation and nutrient digestibility in beef cattle. *Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture,* 44(3): 281--288.

Riswandi, R., L. Priyanto, A. Imsya, dan M. Nopiyanti. 2017. Kecernaan in vitro ransum berbasis rumput kumpai (*Hymenachne Acutigluma*) fermentasi disuplementasi legum berbeda (in vitro digestibility of fermented hymenacne acutigluma-based rations supplemented with different legumes). *Jurnal Veteriner*, 18(2): 303--311.

Robinson, P. H., G. Getachew, E. J. DePeters, dan S. J. Taylor. 1991. Influence of dietary protein on amonia release from ruminal fluid in vitro. *Journal of Dairy Science*, 74(11): 3927--3936.

Russen, R., dan H. Hesfel. 1981. Nutrisi Ternak Di Daerah Tropis. Vikas Publishing House.

Safia, W., B. Budiyanti, dan M. Musrif. 2020. Kandungan nutrisi dan bioaktif rumput laut (*Euchema cottonii*) dengan metode rakit gantung pada kedalaman berbeda. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia,* 23(2): 261--271.

Saking, N., dan N. Qomariyah. 2017. Identifikasi hijauan makanan ternak (HMT) lokal mendukung produktivitas sapi potong di Sulawesi Selatan. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner* 2017, 1–8.

Sandi, S., M. Desiarni, dan A. Asmak. 2018. Manajemen pakan ternak sapi potong di peternakan rakyat di Desa Sejaro Sakti kecamatan Indralaya Kabupaten Ogan Ilir. *Jurnal Peternakan Sriwijaya*, 7(1): 21--29.

Sari, N. F. 2017. Mengenal keragaman mikroba rumen pada perut sapi secara molekuler. *BioTrends, 8*(1): 1--6.

Sari, R. K., W. Widiyanto, dan L. H. Prasetyo. 2019. Produk fermentasi rumen dan produksi protein mikroba sapi lokal yang di beri pakan berbasis limbah pertanian dengan sumber energi berbeda secara in vitro. *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan,* 29(2): 1--8.

Sari, R. P., dan J. Sutrisno. 2020. Pemberian beberapa jenis biochar terhadap corganik dan N-total tanah serta pertumbuhan dan hasil tanaman Jagung (Zea mays L.). *Agrosains: Jurnal Penelitian Agronomi,* 22(1): 1--9.

Setiadi, B., dan K. Diwyanto. 1997. Sapi Madura. Penebar Swadaya. Jakarta.

Sodikin, A., E. Erwanto, dan K. Adhianto. 2016. Pengaruh penambahan multi nutrient sauce pada ransum terhadap pertambahan bobot badan harian sapi potong. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*, 4(3): 199--203.

Somala, W. 2002. Pengaruh Kelembaban Udara terhadap Mutu Rumput Laut (*Eucheuma cottonii*) bagian 2 Metode long-line. Badan Standarisasi Nasional Jakarta. Jakarta.

Somsiri, S., dan V. Vivanpatarakij. 2015. Potential of Transforming Napier Grass to Energy. *Journal of Energy Research,* 12: 47--58.

Sugoro, I., K. G. Wiryawan, D. A. Astuti, dan T. Wahyono. 2015. Karakteristik produksi gas dan fermentasi rumen pada ransum kerbau yang mengandung hasil samping dari beberapa varietas tanaman sorgum. *Jurnal Ilmu Ternak Veteriner*, 20(4): 242--249.

Suharlina, S., dan I. Sanusi. 2020. Kualitas nutrisi hijauan Indigofera zollingeriana yang diberi pupuk hayati fungi mikoriza Arbuskula. *Jurnal Pertanian Terpadu,* 8(1): 52--61.

Suharti, S., D. N. Aliyah, dan S. Suryahadi. 2018. Karakteristik fermentasi rumen in vitro dengan penambahan sabun kalsium minyak nabati pada buffer yang berbeda. *Jurnal Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan*, 16(3): 56--64.

Suherman, D., dan I. Herdiawan. 2021. Karakteristik, produktivitas dan pemanfaatan rumput gajah hibrida (Pennisetum purpureum cv Thailand) sebagai hijauan pakan ternak. *Maduranch,* 6(1): 37--45.

Suparwi, D., D. Santoso, dan M. Samsi. 2017. Kecernaan Bahan Kering Dan Bahan Organik, Amonia Dan VFA Total In Vitro Suplemen Pakan Domba. Prosiding Seminar Nasional dan Call for Papers Fakultas Peternakan Universitas Jenderal Soedirman. Purwokerto.

Surni, W. 2014. Pertumbuhan rumput laut (*Eucheuma cottonii*) pada kedalaman air laut yang berbeda di dusun kotania desa eti kecamatan seram barat kabupaten seram bagian barat. *Biopendix,* 1(1): 92--100.

Suryani, N. N., I. M. Budiasa, dan I. P. A. Astawa. 2014. Fermentasi rumen dan sintesis protein mikroba kambing peranakan ettawa yang diberi pakan dengan komposisi hijauan beragam dan level konsentrat berbeda. *Majalah Ilmiah Peternakan,* 17(2): 56--60.

Sutardi, T. 1992. Konsentrasi amonia dan asam-asam organik dalam rumen sapi peranakan ongole yang diberi pakan hijauan berprotein Rendah. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner,* 1(4): 217--222.

Sutardi, T., S. Suharti, dan D. A. Astuti. 1983. Pengaruh kadar asam lemak terbang (*volatile fatty acid*) dalam rumen terhadap sintesis protein Mikroba rumen pada domba. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner,* 1(1): 1--8.

Sutardi, T., E. Wina, dan B. Tangendjaja. 2010. Pengaruh kadar protein pakan terhadap produksi gas metana dan amonia di dalam rumen. *Wartazoa*, 20(4): 161--170.

Sutarno, A., A. Widiyanto, dan B. Guntoro. 2010. Karakteristik reproduksi sapi madura di Kabupaten Sumenep. *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan,* 20(3): 185--191.

Suwandyastuti, S. N. O. 2007. Produk metabolisme rumen pada domba jantan. *Jurnal Produksi Ternak*, 9(1): 9--13.

Suwandyastuti, S. N. O. 2011. Produk Metabolisme Rumen pada Sapi Jantan. Laporan Penelitian. Fakultas Peternakan Universitas Jendral Soedirman. Purwokerto.

Suwandyastuti, S. N. O., R. A. Rimbawanto, dan B. Rustomo. 1993. Penggunaan Ragi *Saccharomyces cereviseae* dalam Ransum Sapi Perah untuk Memperbaiki Kualitas Susu. Laporan Penelitian DP3M. Dikti.

Syahrir, S., K. G. Wiryawan, A. Parakkasi, M. Winugrohoc, dan O. N. P. Sari. 2008. Efektivitas Daun Murbei Sebagai Pengganti Konsentrat dalam Sistem Rumen in Vitro. *Media Peternakan*, 112-119.

Tanari, M. 2001. Sapi Bali. Penebar Swadaya. Jakarta.

Tenzin, T., R. A. Sanjorjo, M. Kwon, and S. W. Kim. 2022. Strategic to mitigate enteric methane emission from ruminant animals. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 32(3): 269--277.

Tillman, A. D., H. Hartadi, S. Reksohadiprodjo, S. Prawirokusumo, dan S. Lebdosoekojo. 1998. Ilmu Makanan Ternak Dasar. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.

Tillman, A.D., H. Hartadi, S. Reksohadiprodjo, dan S. Prawirokusumo. 1991. Ilmu makanan ternak dasar. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.

Tuwaidan, N.W.H., E. H. B. Sondakh, dan C. L. Kaunang. 2024. Strategi mitigasi gas metan pada ternak ruminansia. Review. *Zootec*, 44(1): 148—173

Ulu, H., M. Sari, dan D. Hikmawan. 2021. Rumput Laut (*Ulva lactuca*) sebagai pakan substitusi sapi bali sapihan di musim kemarau dengan level energi yang berbeda. *Jurnal Sain Peternakan Indonesia*, 16(1): 17--25.

Van, D. T. T., N. T. Mui, dan I. Ledin. 2006. Effect of method of processing foliage of *Acacia mangium* and inclusion of bamboo charcoal in the diet on performance of growing goats. *Animal Feed Science and Technology*, 130: 242--256.

Van, T. T. B., T. R. Preston, dan R. A. Leng. 2012. Effect of biochar and charcoal on rumen fermentation, microbial populations and in sacco digestibility of feeds in cattle. *Livestock Research for Rural Development,* 25(1): 14.

Wang, J., H. Li, L. Zhang, Y. Zhang, M. Yue, B. Shao, dan J. Wang. 2014. Histological structure of the forestomach of the bactrian camel (*Camelus bactrianus*). *Journal of Camel Practice and Research,* 21(1): 1--5.

Widyobroto, B. P. 1992. Pengaruh aras konsentrat dalam ransum terhadap kecernaan dan sintesis N mikrobia di dalam rumen pada sapi perah produksi tinggi. *Buletin Peternakan*, 241--249.

Widyobroto, B. P., S. P. S. Budhi, dan A. Agus. 1996. Effect of different rumen undegraded protein levels on feed consumption, nutrient digestion, body weight, and body condition score in early lactating dairy cattle. *OnLine Journal of Biological Sciences,* 1(1): 27--33.

Widyobroto, B. P., S. P. S. Budhi, dan A. Agus. 2007. Pengaruh aras undegraded protein dan energi terhadap kinetik fermentasi rumen dan sintesis protein mikroba pada sapi [effect of undegraded protein and energy level on rumen fermentation parameters and microbial protein synthesis in cattle]. *Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture,* 32(3): 194--200.

Wijayanti, E., F. Wahyono, dan Surono. 2012. Kecernaan nutrien dan fermentabilitas pakan komplit dengan level ampas tebu yang berbeda secara in vitro. *Animal Agricultural Journal*, 1(1): 167--179.

Wole, B., A. Manu, dan L. Enawati. 2018. Fermentasi jerami kacang hijau menggunakan cairan rumen kambing dengan waktu yang berbeda terhadap konsentrasi NH_3 dan VFA secara in-vitro. *Jurnal Nukleus Peternakan*, 5(1): 1--6.

Yanuarti, R., Nurjanah, E. Anwar, dan T. Hidayat. 2017. Profil fenolik dan aktivitas antioksidan dari ekstrak rumput laut *Turbinaria Conoides* dan *Eucheuma cottonii*. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 20(2): 230--237.

Yulianto, P., dan C. Saparianto. 2010. Pembesaran Sapi secara Insentif. Penebar Swadaya. Jakarta.

Zubaili, U., Y. Usman, dan S. Wajizah. 2017. Evaluasi kecernaan in vitro pakan komplit fermentasi berbahan dasar ampas sagu dengan lama pemeraman berbeda. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian Unsyiah,* 2(1): 350--358.