

**KONSENTRASI *VOLATILE FATTY ACIDS* PARSIAL DAN GAS METAN
SECARA *IN VITRO* PADA PAKAN DENGAN SUMBER SERAT
YANG BERBEDA**

SKRIPSI

Oleh:

TIARA RAMADHANI



**PROGRAM STUDI S-1 PETERNAKAN
FAKULTAS PETERNAKAN DAN PERTANIAN
UNIVERSITAS DIPONEGORO
S E M A R A N G
2 0 2 6**

KONSENTRASI *VOLATILE FATTY ACIDS* PARSIAL DAN GAS METAN
SECARA *IN VITRO* PADA PAKAN DENGAN SUMBER SERAT
YANG BERBEDA

Oleh

TIARA RAMADHANI
NIM : 23010122130075

Salah satu syarat untuk memperoleh
gelar Sarjana Peternakan pada Program Studi S-1 Peternakan
Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro

PROGRAM STUDI S-1 PETERNAKAN
FAKULTAS PETERNAKAN DAN PERTANIAN
UNIVERSITAS DIPONEGORO
S E M A R A N G
2 0 2 6

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

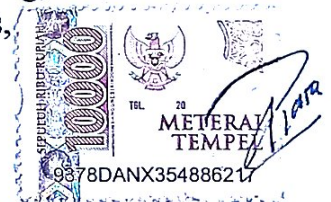
Nama : Tiara Ramadhani
N I M : 23010122130075
Program Studi : S-1 Peternakan

dengan ini menyatakan sebagai berikut :

1. Skripsi yang berjudul: **Konsentrasi *Volatile Fatty Acids* Parsial dan Gas Metan secara *In Vitro* pada Pakan dengan Sumber Serat yang Berbeda** dan penelitian yang terkait dengan skripsi ini merupakan karya penulis sendiri.
2. Setiap ide atau kutipan dari karya orang lain berupa publikasi atau bentuk lainnya dalam skripsi ini, telah diakui sesuai dengan standar prosedur disiplin ilmu.
3. Penulis juga mengakui bahwa skripsi ini dapat dihasilkan berkat bimbingan dan dukungan penuh dari Pembimbing yaitu : **Prof. Ir. Joelal Achmadi, M.Sc., Ph.D.** dan **Agung Subrata, S.Pt., M.P.**

Apabila di kemudian hari dalam skripsi ini ditemukan hal-hal yang menunjukkan telah dilakukannya kecurangan akademik maka penulis bersedia gelar sarjana yang telah penulis dapatkan ditarik sesuai dengan ketentuan dari Program Studi S-1 Peternakan Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro.

Semarang, 29 Juni 2026
Penulis,



Tiara Ramadhani

Mengetahui :

Pembimbing Utama

Prof. Ir. Joelal Achmadi, M.Sc., Ph.D.

Pembimbing Anggota

Agung Subrata, S.Pt., M.P.

Judul Skripsi : KONSENTRASI *VOLATILE FATTY ACIDS*
PARSIAL DAN GAS METAN SECARA *IN*
VITRO PADA PAKAN DENGAN SUMBER
SERAT YANG BERBEDA

Nama Mahasiswa : TIARA RAMADHANI

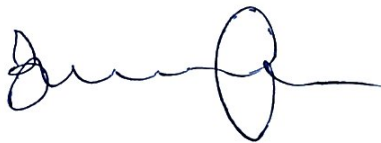
Nomor Induk Mahasiswa : 23010122130075

Program Studi/Departemen : S-1 PETERNAKAN / PETERNAKAN

Fakultas : PETERNAKAN DAN PERTANIAN

Telah disidangkan di hadapan Tim Penguji
dan dinyatakan lulus pada tanggal

Pembimbing Utama



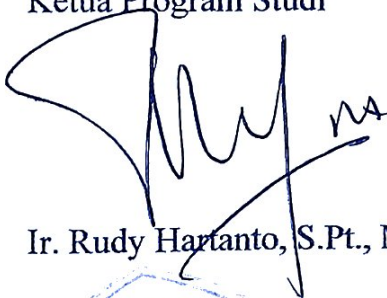
Prof. Ir. Joelal Achmadi, M.Sc., Ph.D.

Pembimbing Anggota



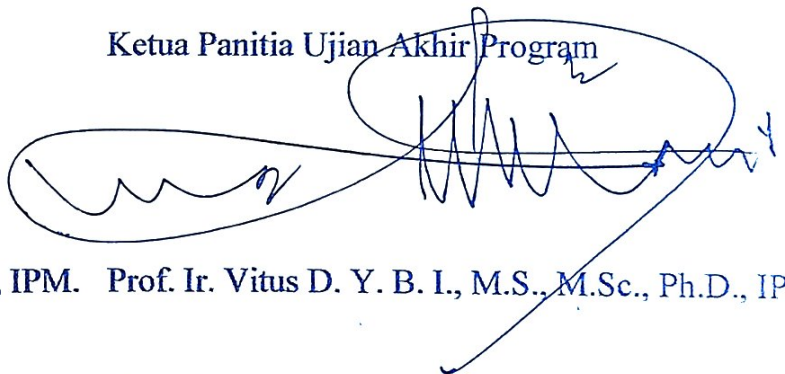
Agung Subrata, S.Pt., M.P.

Ketua Program Studi



Ir. Rudy Hartanto, S.Pt., M.P., Ph.D., IPM.

Ketua Panitia Ujian Akhir Program



Prof. Ir. Vitus D. Y. B. I., M.S., M.Sc., Ph.D., IPU

Dekan



Prof. Sugiharto, S.Pt., M.Sc., Ph. D.

Ketua Departemen



Dr. Ir. Sri Sumarsih, S.Pt., M.P., IPM.

RINGKASAN

TIARA RAMADHANI. 23010122130075. 2026. Konsentrasi *Volatile Fatty Acids* Parsial dan Gas Metan secara *In Vitro* pada Pakan dengan Sumber Serat yang Berbeda. (Pembimbing : **JOELAL ACHMADI** dan **AGUNG SUBRATA**).

Penelitian dilaksanakan pada bulan Mei 2025 hingga Juli 2025 di Laboratorium Ilmu Nutrisi dan Pakan, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro, Semarang. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan mengidentifikasi potensi daun jati sebagai sumber serat pakan terhadap produksi *Volatile Fatty Acids* (VFA) parsial dan gas metan secara *in vitro*.

Penelitian menggunakan pakan komplit dengan tiga sumber serat berbeda, yaitu sumber serat rumput odot (P1), sumber serat daun akasia (P2), dan sumber serat daun jati (P3). Pakan komplit disetarakan kandungan PK 14% dan TDN 70%, sehingga perbedaan perlakuan hanya berasal dari jenis sumber serat. Fermentasi *in vitro* dilakukan menggunakan cairan rumen sebagai inokulum pada tabung fermentor untuk analisis VFA. Parameter yang diamati meliputi konsentrasi VFA parsial (asam asetat, propionat, butirir, isobutirir, isovalerat, dan valerat) serta produksi gas metan. Data dianalisis menggunakan uji DMRT dengan taraf signifikansi 5%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbedaan perlakuan sumber serat memberikan pengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap profil VFA parsial asetat, butirir, total iso-VFA dan valerat serta persentase gas metan, tetapi tidak memberikan pengaruh nyata ($P > 0,05$) terhadap konsentrasi asam propionat. Berdasarkan uji lanjut Duncan, perlakuan P2 (57,24%) dan P3 (56,47%) menghasilkan proporsi asetat yang berbeda nyata ($P < 0,05$) dari P1 (55,89%). Konsentrasi propionat menunjukkan hasil tidak berbeda nyata ($P > 0,05$) pada ketiga perlakuan P1 (29,36%), P2 (29,76%), dan P3 (28,92%). Konsentrasi asam butirir pada P3 (10,31%) berbeda nyata terhadap P1 (9,76%) dan P2 (9,51%). Pada profil VFA dari hasil degradasi protein, konsentrasi total iso-VFA dan valerat berbeda nyata ($P < 0,05$) pada ketiga perlakuan secara berurutan pada P1 (4,99%), P3 (4,31%) dan P2 (3,49%). Persentase konsentrasi gas metan tertinggi berada pada P1 (25,74%) berbeda nyata ($P < 0,05$) terhadap P2 (19,56%) dan P3 (20,69%).

Simpulan dari penelitian ini adalah sumber serat daun jati (P3) menunjukkan kinerja yang baik dalam menekan produksi gas metan tanpa menurunkan produksi VFA, sehingga berpotensi sebagai sumber serat alternatif yang efektif untuk mendukung fermentasi rumen sekaligus mengurangi emisi metan.

KATA PENGANTAR

Karakteristik dan tingkat pencernaan dari serat kasar serta protein dalam pakan ditentukan pada produksi *Volatile Fatty Acids* (VFA) parsial. Pakan dengan berbagai sumber serat yang berbeda menghasilkan variasi produksi VFA parsial hasil fermentasi. Pola fermentabilitas pakan dan efisiensi pemanfaatan hidrogen dalam ekosistem rumen ini berhubungan erat dengan tingkat konsentrasi produksi gas metan yang dihasilkan selama proses fermentasi. Penggunaan berbagai sumber serat yang mengandung senyawa bioaktif berupa *condensed tannin* (CT) dapat mempengaruhi proses fermentasi dan penurunan emisi gas metan.

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah Swt. atas limpahan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya. Berkat pertolongan-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul “Konsentrasi *Volatile Fatty Acids* Parsial dan Gas Metan secara *In Vitro* pada Pakan dengan Sumber Serat yang Berbeda”. Penyusunan skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi S-1 Peternakan, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro.

Penulis menyadari bahwa penyelesaian skripsi ini tidak terlepas dari dukungan, bantuan, serta doa dari banyak pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Santoso dan Ibu Astiyah, selaku Orang Tua penulis, serta saudara-saudara penulis Mba Ika, Mas Agil, dan Mba Ayuk, yang selalu menjadi sumber kekuatan, doa, dan semangat yang mengantarkan penulis hingga sampai di tahap ini.
2. Prof. Ir. Joelal Achmadi, M.Sc., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Utama, dan Agung Subrata, S.Pt., M.P. selaku Dosen Pembimbing Anggota. Penulis sangat berterima kasih atas bimbingan, waktu, dan segala masukan berharga yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi ini.
3. Prof. Sugiharto, S.Pt., M.Sc., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro, Dr. Ir. Sri Sumarsih, S.Pt., M.P., IPM.

selaku Ketua Departemen Peternakan, Ir. Rudy Hartanto, S.Pt., M.P., Ph.D., IPM. selaku Ketua Program Studi S1 Peternakan serta Ir. Surono, M.P. selaku Koordinator Laboratorium Ilmu Nutrisi dan Pakan, atas arahan dan fasilitas yang telah diberikan selama proses studi dan penelitian.

4. Prof. Ir. Vitus Dwi Yudianto Budi Ismadi, M.S., M.Sc., Ph.D., IPU. selaku Dosen Wali penulis yang senantiasa memberikan bimbingan dan perhatian selama masa perkuliahan.
5. Seluruh dosen dan staf Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro, yang telah memberikan ilmu, bantuan, dan pengalaman berharga selama penulis menempuh studi.
6. Rekan tim penelitian *in vitro* (Mas Surahman, Alya, Putri, Aufa, dan Ivano) yang telah berjuang bersama sejak persiapan hingga akhir penelitian.
7. Dina dan Tanzilla yang selalu menemani dan memberikan semangat kepada penulis selama masa studi hingga penyelesaian skripsi ini.
8. Teman baik penulis Erma, Ika, Latifah, Nadifa, dan Yasmina, atas doa, dukungan, dan motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
9. Rekan "prejon" (Andin, Nofia, Novalia, Ludfi, Siska, dan Nalista) yang turut mendukung dan memberikan semangat kepada penulis.
10. Seluruh rekan kelas F atas kebersamaan, bantuan, dan dukungannya dari semester 1 hingga akhir masa studi.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi perbaikan di masa mendatang. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, terutama di bidang peternakan, dan dapat menjadi rujukan bagi penelitian selanjutnya.

Semarang, Juni 2026

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR ILUSTRASI	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I. PENDAHULUAN	1
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Pakan Ternak Ruminansia	5
2.2. Rumpun Odor	6
2.3. Daun Jati	6
2.4. Daun Akasia	7
2.5. Sistem Pencernaan Ruminansia	8
2.6. <i>Volatile Fatty Acids</i> (VFA) Parsial	10
2.7. Produksi Gas Metan	12
2.8. Metode Uji <i>In Vitro</i>	14
BAB III. MATERI DAN METODE	16
3.1. Materi	16
3.2. Metode	16
BAB IV. PEMBAHASAN	21
4.1. Profil <i>Volatile Fatty Acids</i> Parsial	21
4.2. Profil <i>Volatile Fatty Acids</i> Parsial dari Hasil Degradasi Protein	25
4.3. Produksi Gas Metan	28
BAB V. SIMPULAN DAN SARAN	31

5.1. Simpulan	31
5.2. Saran	31
DAFTAR PUSTAKA	32
LAMPIRAN.....	39
RIWAYAT HIDUP	57

DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1. Komposisi dan Kandungan Nutrien Pakan Komplit Penelitian..	118
2. Konsentrasi VFA Parsial Utama Pakan Komplit pada Tiap Perlakuan	21
3. Konsentrasi VFA Parsial dari Hasil Degradasi Pakan Komplit pada Tiap Perlakuan	26
4. Produksi Gas Metan secara <i>In Vitro</i> dari Pakan Komplit	28

DAFTAR ILUSTRASI

Nomor	Halaman
1. Sistem Pencernaan Ruminansia	9
2. Produksi VFA Parsial di dalam Rumen	11
3. Produksi Gas Metan di dalam Rumen	13

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Halaman
1. Data Hasil Uji VFA Parsial	40
2. Data Perhitungan Gas Metan	41
3. Hasil Analisis Ragam Asam Asetat	44
4. Hasil Analisis Ragam Asam Propionat	47
5. Hasil Analisis Ragam Asam Butirat	49
6. Hasil Analisis Ragam Total Iso-VFA dan Asam Valerat	51
7. Hasil Analisis Ragam Gas Metan	55
8. Data Pendukung Kandungan Nutrisi dan <i>Condensed Tannin</i> (CT) Sumber Serat Pakan Komplit Penelitian	58

BAB I

PENDAHULUAN

Ternak ruminansia memiliki sistem pencernaan yang unik dengan adanya rumen sebagai organ saluran pencernaan yang berperan penting dalam proses pencernaan bahan pakan berserat tinggi. Proses pencernaan terjadi secara fermentatif di dalam rumen oleh bantuan mikroba yang menguraikan komponen-komponen seperti selulosa, hemiselulosa, dan lignin menjadi asam volatil dan produk lainnya sebagai sumber energi bagi ternak. Fermentasi pakan di rumen merupakan proses yang kompleks yang melibatkan interaksi antara kondisi rumen seperti pH (6,2-6,8) dan aktivitas mikroba seperti bakteri, fungi dan protozoa (Afzalani *et al.*, 2023). Keberhasilan proses fermentasi pakan di dalam rumen sangat dipengaruhi oleh populasi mikroba. Mikroba rumen akan bekerja dengan baik apabila tersedia lingkungan yang sesuai dan menunjang pertumbuhan, antara lain dipenuhinya kebutuhan nutrien dalam pakan (Fitriyanto *et al.*, 2021).

Proses fermentasi dalam rumen menghasilkan berbagai produk, termasuk *Volatile Fatty Acids* (VFA) seperti asetat, propionat, dan butirat. VFA merupakan produk utama hasil fermentasi karbohidrat pakan di dalam rumen, kandungan karbohidrat bahan pakan yang tinggi cenderung menghasilkan konsentrasi VFA yang tinggi (Susilo *et al.*, 2019). Proses fermentasi di dalam rumen juga menghasilkan gas-gas seperti metan (CH_4) dan karbon dioksida (CO_2). Gas metan terbentuk akibat proses fermentasi asam asetat di dalam rumen oleh mikroba rumen, di mana melalui metanogenesis CO_2 direduksi dengan H_2 menjadi CH_4 oleh bakteri

metanogenik, dan metan tersebut dikeluarkan melalui erupsi (83%), respirasi (16%), serta *feces* (1%) (Edi dan Haryuni, 2023).

Produksi VFA dan gas metan dalam rumen memiliki hubungan yang erat, semakin banyak VFA yang dihasilkan, semakin banyak hidrogen yang tersedia untuk produksi metan. Produksi metan yang tinggi dapat menjadi masalah karena metan merupakan gas rumah kaca yang kuat dimana gas metan (CH_4) merupakan kontributor terbesar kedua gas rumah kaca setelah CO_2 (Getabalew *et al.*, 2020). Produksi metan yang tinggi dari ternak ruminansia dapat berkontribusi signifikan terhadap emisi gas rumah kaca dan perubahan iklim. Pemilihan pakan sumber serat yang tepat menjadi faktor penting untuk mengendalikan produksi metan sekaligus mendukung fermentasi rumen yang optimal.

Daun jati (*Tectona grandis*) merupakan limbah tanaman jati yang tidak termanfaatkan dan dapat digunakan sebagai bahan pakan sumber serat alternatif untuk menekan emisi gas metan. Daun jati memiliki tekstur kasar, kaku, dan tebal dengan permukaan berkutikula dan jaringan lignifikasi tinggi, sehingga dianggap kurang baik secara fisik untuk pakan meskipun ketersediaanya melimpah. Kandungan *Neutral Detergent Fiber* (NDF) daun jati yaitu 38,18% dan lignin yang cenderung tinggi dapat menurunkan pencernaan pakan. Lignin merupakan faktor penyebab ketidakmampuan enzim yang dihasilkan mikroba dalam mencerna bahan pakan, karena lignin dapat membentuk ikatan lignoselulosa dengan selulosa yang kuat dan sangat sulit didegradasi oleh mikroba rumen (Handayani *et al.*, 2018). Selain sebagai sumber serat, daun jati memiliki potensi fungsional karena mengandung senyawa bioaktif tanin terkondensasi atau *condensed tannin* (CT).

Daun jati diketahui memiliki kandungan CT sebesar 2,49% (Lampiran 8.) yang masih dalam rentang aman untuk dimanfaatkan sebagai bahan pakan dalam ransum ternak ruminansia. Besharati *et al.* (2022) menyatakan bahwa rentang aman tanin untuk ternak ruminansia adalah 3% hingga 4% dari total bahan kering (BK) ransum harian atau di bawah 5% (50 g/kg BK).

Daun akasia (*Acacia sp.*) yang umum digunakan sebagai pakan di daerah tropis sebagai sumber tanin. Kandungan NDF daun akasia yaitu 51,10% lebih tinggi dari daun jati namun kandungan lignin tidak terlalu tinggi sehingga karakteristik kecernaannya serupa dengan sebagian hijauan berkayu tropis. Kandungan CT daun akasia sebesar 4,72% (Lampiran 8.) lebih tinggi dari jati sehingga dapat digunakan sebagai pembanding sumber serat pakan kaya tanin. Rumput odot (*Pennisetum purpureum cv. Mott*) digunakan sebagai pembanding sumber serat yaitu rumput dengan kualitas unggul yang umum dimanfaatkan dalam formulasi pakan ternak. Kaca *et al.* (2019) menyatakan bahwa rumput odot merupakan jenis rumput unggul yang mempunyai produktivitas dan kandungan zat gizi yang cukup tinggi serta memiliki palatabilitas yang tinggi bagi ternak ruminansia. Kandungan NDF rumput odot sekitar 62,96% tetapi memiliki kandungan lignin yang rendah menjadikan rumput odot sumber serat ideal dengan kemampuan menghasilkan VFA parsial dan gas metan tinggi karena ketersediaan substrat yang mudah tergedrasi. Rumput odot diketahui memiliki kandungan CT yang rendah sekitar 2,13% (Lampiran 8.).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis potensi penggunaan daun jati sebagai sumber serat alternatif terhadap produksi VFA parsial dan emisi gas metan secara *in vitro*. Melalui evaluasi ini, diharapkan dapat ditemukan bahan pakan

alternatif yang mampu menekan emisi metan tanpa menurunkan efisiensi fermentabilitas di dalam rumen. Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan informasi ilmiah dan rekomendasi praktis mengenai pemanfaatan daun jati sebagai bahan pakan sumber serat alternatif yang ramah lingkungan. Hipotesis penelitian adalah bahwa daun jati diduga berpotensi sebagai sumber serat alternatif yang mampu menekan produksi gas metan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pakan Ternak Ruminansia

Pakan ternak merupakan segala bahan atau sesuatu yang diberikan kepada ternak sebagai sumber nutrisi untuk mendukung pertumbuhan, reproduksi, dan kesehatan ternak serta tidak bahaya bagi ternak (Wahditiya *et al.*, 2024). Pakan ternak ruminansia merupakan jenis pakan yang dikonsumsi ternak ruminansia seperti sapi, kambing, dan domba untuk pertumbuhan maupun untuk mempertahankan hidup, produksi (susu, anak, daging) serta penyedia tenaga untuk ternak dewasa (Ramaiyulis *et al.*, 2023). Pakan ruminansia secara umum tersusun atas komposisi hijauan dan konsentrat. Sumber utama pakan hijauan dapat berasal dari rumput, polong-polongan, dan jenis tanaman lainnya sebagai penyuplai energi bagi ternak (Karlsson *et al.*, 2021). Pakan hijauan berperan dalam menyediakan serat kasar dimana serat kasar yang terkandung dalam pakan penting dalam mendukung kesehatan organ rumen karena dapat merangsang saliva yang berperan dalam menjaga pH yang tepat sebagai buffer terhadap asam lemak lemak volatil saat fermentasi di rumen (Armayanti *et al.*, 2026). Pakan konsentrat dapat berasal dari tanaman biji-bijian termasuk jagung dan bungkil-bungkilan seperti bungkil kedelai. Pakan konsentrat berperan dalam menyediakan berbagai nutrisi penting bagi ternak termasuk energi, protein, mineral, dan vitamin (Twyman *et al.*, 2020).

2.2. Rumput Odot

Rumput odot (*Pennisetum purpureum* cv. *Mott*) merupakan salah satu jenis rumput unggul yang sering digunakan sebagai hijauan pakan ruminansia. Rumput odot termasuk salah satu jenis rumput yang unggul dan memiliki produktivitas serta kandungan nutrisi yang cukup tinggi (Sholikah *et al.*, 2021). Rumput odot diketahui memiliki produktivitas yang tinggi yaitu mencapai 49-57 ton/ha dan adaptif terhadap berbagai kondisi lingkungan (Sada *et al.*, 2018). Rumput odot dapat tumbuh dengan baik pada paparan sinar matahari penuh namun tetap bisa tumbuh meskipun kekurangan sinar matahari. Karakteristik rumput odot memiliki sistem perakaran yang kuat, batang pendek dan empuk, daunnya rumpun serta dapat tumbuh hingga 1 meter (Riyanto *et al.*, 2023). Rumput odot diketahui mengandung gizi yang cukup tinggi serta sangat disukai ternak ruminansia (Kaca *et al.*, 2019).

2.3. Daun Jati

Daun jati (*Tectona grandis*) termasuk limbah perkebunan pohon jati dengan ketersediaannya yang banyak dan belum termanfaatkan secara optimal. Di Indonesia, luas lahan hutan jati Perhutani di Jawa mencapai sekitar 1,5 juta hektare (Perhutani, 2014). Hutan jati terluas berada di Pulau Jawa dengan luas areal sebesar 1.000.534 Ha atau 67% dari hutan produksi yang ada di Jawa. Daun jati memiliki karakteristik daun yang kasar dan tebal, dengan kutikula tebal dan jaringan lignifikasi yang tinggi menyebabkan daun jati kurang diminati secara fisik sebagai pakan ruminansia. Berdasarkan fitokimia, daun jati memiliki senyawa-senyawa penting yang bermanfaat bagi ternak. Budianto *et al.* (2023) menyatakan bahwa

daun jati mengandung zat flavonoid total sebesar $3,93 \pm 0,008\%$ b/b dan fenolik total dalam rentang 4,30-15% b/b. Senyawa flavonoid dikenal sebagai antibakteri dengan menghambat pertumbuhan bakteri melalui kemampuannya mengganggu permeabilitas dinding sel bakteri, sehingga struktur sel menjadi rusak dan fungsi normal bakteri terganggu (Hakim, 2023). Flavonoid dapat menghambat populasi protozoa dan metanogen dalam rumen, yang berkontribusi pada pengurangan produksi metana (Zhao *et al.*, 2022). Di antara senyawa fenolik yang terdapat dalam daun jati adalah senyawa tanin yaitu senyawa antinutrisi (Edi *et al.*, 2018). Widiawati dan Puastuti (2016) menyatakan bahwa tanin merupakan jenis senyawa fenolik yang berperan dalam menekan produksi gas metan melalui penghambatan aktivitas mikroba metanogen dan pengurangan ketersediaan hidrogen di rumen. Kandungan senyawa flavonoid dan fenolik yang dimiliki daun jati dapat dimanfaatkan potensinya sebagai alternatif pakan hijauan bagi ternak ruminansia.

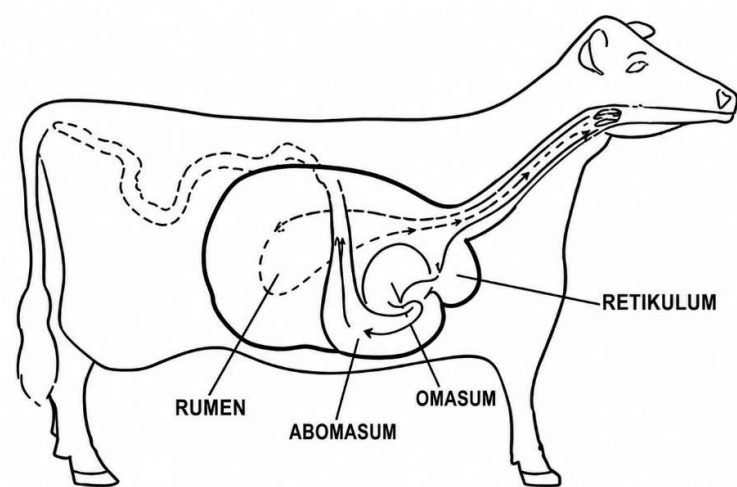
2.4. Daun Akasia

Daun akasia (*Acacia sp.*) merupakan sumber serat dan protein yang cukup potensial bagi ternak ruminansia. Kandungan protein kasar daun akasia cukup tinggi, yaitu sekitar 13–32% dari bahan kering (Kusuma *et al.*, 2022). Daun akasia diketahui mengandung berbagai senyawa metabolit sekunder diantaranya tanin, saponin, alkaloid, flavonoid, steroid dan fenolik (Sari dan Sumadewi, 2019). Senyawa tanin dalam daun akasia ini berfungsi sangat penting dalam proses fermentasi rumen. Tanin berfungsi sebagai antimikroba yang bereaksi dengan membran sel, menginaktivasi enzim dan mendestruksi materi genetik dari bakteri

(Carolia dan Noventi, 2016). Sifat antimikroba dalam tanin ini bermanfaat dalam menghambat pertumbuhan bakteri metanogen yang memproduksi gas metan selama fermentasi, yang bermanfaat untuk mengurangi emisi gas rumah kaca dari peternakan. Daun akasia juga memiliki efisiensi fermentasi yang cukup baik sehingga dapat digunakan sebagai pakan bernilai untuk ternak ruminansia karena kandungan serat rendah serta protein kasar yang baik.

2.5. Sistem Pencernaan Ruminansia

Hewan ruminansia merupakan kelompok mamalia herbivora yang dikenal sebagai hewan pemamah biak yaitu hewan yang memiliki kebiasaan mengonsumsi pakan dengan cepat kemudian mengunyah ulang pakan setelah proses fermentasi awal rumen yang dikenal dengan istilah ruminasi (Anjarwati *et al.*, 2022). Sistem pencernaan ruminansia berbeda dengan hewan lainnya dimana ruminansia memiliki lambung ganda sehingga proses pencernaannya lebih kompleks. Keunikan sistem pencernaan ruminansia juga terletak pada simbiosis dengan mikroba (bakteri, protozoa, dan fungi) yang mampu memecah selulosa dari dinding sel tumbuhan yang tidak dapat dilakukan oleh enzim pencernaan mamalia pada umumnya. Proses ini memungkinkan pakan menjadi lebih halus dan mudah difermentasi oleh mikroba rumen. Secara umum, sistem pencernaan ruminansia memungkinkan hewan memanfaatkan pakan berserat tinggi secara lebih efisien (Sangadji, 2024).



Ilustrasi 1. Sistem Pencernaan Ruminansia (Bath et al., 1985)

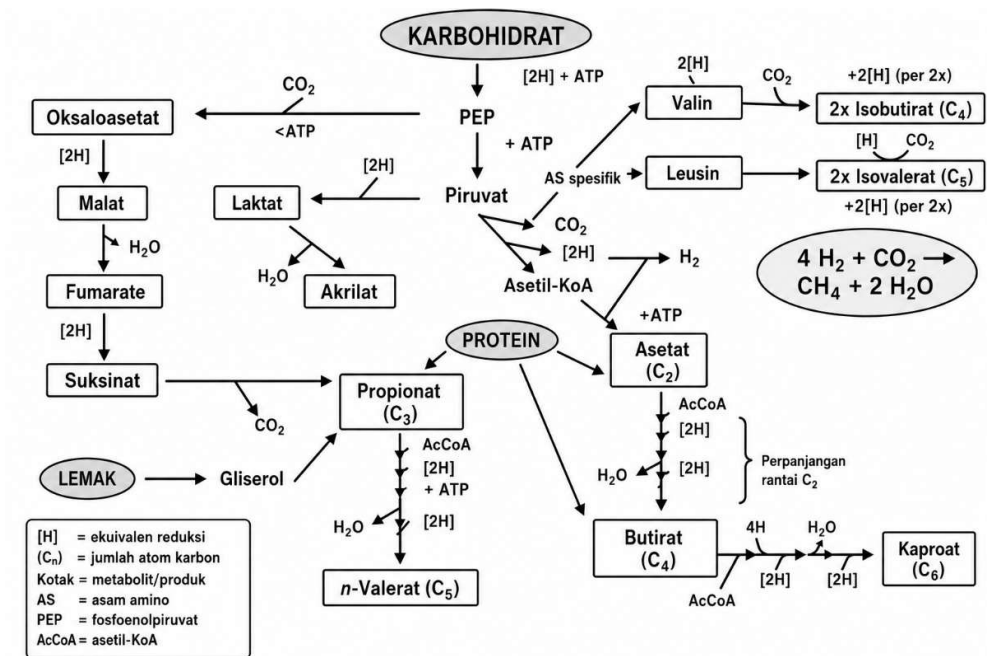
Sistem pencernaan ruminansia terdiri dari empat bagian utama yakni retikulum, rumen, omasum, dan abomasum (Rido dan Erni, 2023). Sari (2017) menyatakan bahwa rumen merupakan bagian terbesar lambung ruminansia dan terdapat kelompok mikrobia yang beragam seperti bakteri, jamur, dan protozoa dimana ketika proses fermentasi, mikroorganisme ini akan memecah serat kompleks menjadi asam lemak rantai pendek, gas, dan senyawa lainnya yang dapat dimanfaatkan oleh hewan ruminansia (Sangadji, 2024). Rumen pada ruminansia ini juga berfungsi untuk menyimpan pakan dari ternak. Retikulum berfungsi dalam proses pemadatan rumen yaitu bolus pakan yang telah masuk ke dalam rumen akan dikeluarkan lagi ke mulut untuk dihaluskan ulang (Panggabean *et al.*, 2016). Retikulum juga memiliki fungsi protektif bagi hewan ruminansia. Ternak ruminansia ketika menelan rumput dan ada benda-benda asing yang bukan pakan, struktur retikulum yang seperti sarang lebah dengan papila-papila yang memungkinkan benda asing akan terperangkap di retikulum (Datta, 2023).

Omasum merupakan bagian lambung yang letaknya diantara retikulum dan abomasum yang disebut sebagai perut buku-buku karena memiliki bentuk seperti buku yang berlipat-lipat. Struktur omasum ini berfungsi sebagai penyaring dan menyerap nutrisi tambahan dari pakan yang telah difermentasi serta air di dalam rumen sebelum pakan tersebut masuk ke abomasum (Mayulu, 2019). Bagian terakhir lambung ruminansia yaitu abomasum atau dikenal dengan lambung sejati merupakan bagian lambung yang bentuknya memanjang terletak di dasar rongga perut (Chuzaemi *et al.*, 2020). Fungsi abomasum yaitu sebagai tempat permulaan terjadinya proses pencernaan secara enzimatik oleh enzim yang dihasilkan tubuh ternak. Datta (2023) menyatakan bahwa abomasum menghasilkan asam klorida dan enzim pencernaan seperti pepsin serta menerima enzim pencernaan yang diproduksi pankreas seperti lipase pankreas dimana sekresi ini akan membantu menyiapkan protein untuk diabsorpsi di usus halus.

2.6. *Volatile Fatty Acids* (VFA) Parsial

Proses fermentasi pakan oleh ekosistem mikroba rumen menghasilkan produk utama berupa *Volatile Fatty Acids* (VFA). Komponen utama VFA dalam jumlah besar adalah asetat dan propionat kemudian diikuti butirrat dan komponen lain yang lebih kecil seperti asam format, isobutirat, valerat, isovalerat dan isokaproat (Czerkawski, 1986). Produksi masing-masing komponen VFA parsial ini ditentukan oleh jenis substrat pakan yang didegradasi serta jenis populasi mikroba yang mendominasi di dalam rumen. Bahan pakan yang memiliki kandungan karbohidrat tinggi akan menghasilkan konsentrasi produk VFA yang

tinggi (Susilo *et al.*, 2019). Pemecahan karbohidrat di dalam rumen mengalami 2 tahap, yaitu pemecahan karbohidrat menjadi asam piruvat dan pemecahan asam piruvat menjadi VFA (Tillman *et al.*, 1998). Tahapan yang terjadi yaitu proses degradasi karbohidrat, baik karbohidrat struktural (selulosa dan hemiselulosa) maupun karbohidrat non-struktural (pati dan gula) dipecah oleh enzim mikroba (Wiguna *et al.*, 2026). Piruvat kemudian dikonversi menjadi asetat (C_2) dan butirrat (C_4) melalui jalur asetogenesis, atau menjadi propionat (C_3) melalui jalur suksinat dan akrilat seperti diilustrasikan dalam Ilustrasi 2.



Ilustrasi 2. Produksi VFA Parsial di dalam Rumen (Weimer and Kohn, 2016)

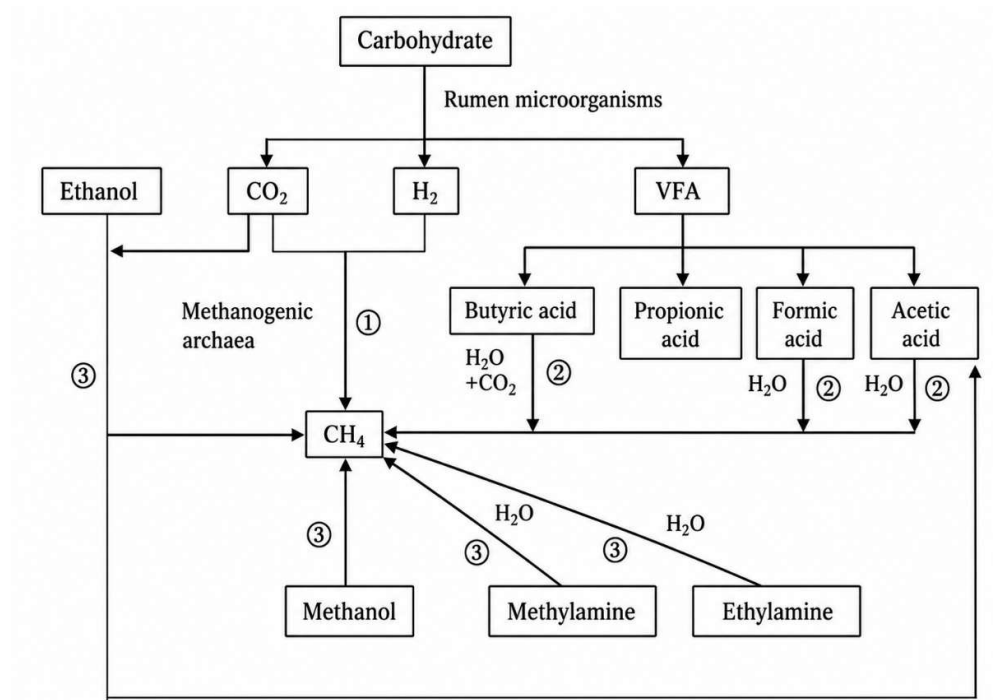
Setiap jenis VFA memiliki peran masing-masing dalam metabolisme ternak. Asetat berperan dalam sintesis lemak tubuh dan susu serta sumber energi, propionat merupakan prekursor utama pembentukan glukosa melalui

glukoneogenesis (McDonald *et al.*, 2002), sedangkan butirrat berperan dalam perkembangan dan kesehatan epitel rumen. VFA rantai cabang juga merupakan produk fermentasi yang dihasilkan dari proses deaminasi asam amino dalam rumen oleh mikroba dimana dari proses tersebut menghasilkan amonia, CO₂, metana, dan asam lemak terbang (VFA) dari sisa kerangka karbon (Sangadji, 2024). Proses ini dimulai ketika asam amino valin mengalami deaminasi dan dekarboksilasi oksidatif yang melepaskan gas CO₂ serta ekuivalen pereduksi (H) untuk menghasilkan isobutirat. Asam amino leusin melalui jalur degradasi yang sama menghasilkan isovalerat dengan melepaskan satu unit karbon dalam bentuk CO₂, seperti dalam Ilustrasi 2. Produk VFA yang dihasilkan dari konversi pakan akan menyediakan ATP yang merupakan sumber energi utama bagi pertumbuhan mikroba rumen (Soetanto dan Kusmartono, 2021).

2.7. Produksi Gas Metan

Pembentukan gas metana atau metanogenesis merupakan tahap akhir dalam proses pencernaan anaerobik dari jalur reduksi (CO₂) untuk disintesis menjadi gas metan (CH₄), dan konversi asetat menjadi metana oleh bakteri metanogen. Metanogenesis terjadi dalam kondisi anaerobik ketat menggunakan hidrogen, karbondioksida, dan format yang terus menerus disediakan selama fermentasi (Shinkai *et al.*, 2024). Emisi metana enterik (CH₄) sepenuhnya dihasilkan oleh *archaea* metanogenik sebagai produk samping alami saat fermentasi berlangsung di reticulorumen (Pitta *et al.*, 2022). Secara keseluruhan, CH₄ dapat diproduksi melalui tiga jalur utama yaitu metanogenesis asetotrofik (menggunakan asetat),

metanogenesis hidrogenotrofik (menggunakan H_2/CO_2), dan metanogenesis metilotropik (menggunakan metilaminan atau metanol) seperti diilustrasikan dalam Ilustrasi 3.



Ilustrasi 3. Produksi Gas Metan di dalam Rumen (Sun *et al.*, 2021)

Pembentukan gas metan memiliki korelasi linier dengan komponen VFA hasil fermentasi. Komposisi produk asetat dan butirat yang tinggi akan meningkatkan produksi metana dengan meningkatkan produksi hidrogen (Ungerfeld, 2020). Tingkat produksi gas metan yang tinggi akan menurunkan efisiensi pemanfaatan energi dari konversi glukosa menjadi VFA di dalam rumen (Bata *et al.*, 2021). Produksi metana di rumen dipengaruhi oleh faktor lingkungan, asupan bahan kering atau bahan organik yang mudah dicerna, jenis pakan, bakteri rumen, dan rasio hasil fermentasi (Greening *et al.*, 2019). Sektor peternakan dalam

skala global menyumbang 14,5% dari emisi Gas Rumah Kaca (GRK) dari seluruh emisi antropogenik (Rojas-Downing *et al.*, 2017). Kontributor terbesar emisi ternak adalah emisi CH₄ yang berasal dari fermentasi enterik ternak ruminansia sebesar 85,71% (Sutawi *et al.*, 2024).

2.8. Metode Uji *In Vitro*

Metode *in vitro* merupakan suatu metode untuk memperkirakan pencernaan secara di luar tubuh ternak yang dilakukan di laboratorium dengan meniru proses pencernaan ruminansia. Metode pencernaan *in vitro* dilakukan menggunakan metode *in vitro* dua tahap utama yaitu inkubasi awal dengan cairan rumen dan perlakuan dengan pepsin asam (Tilley and Terry, 1963). Tahap pertama melalui inkubasi sampel dengan cairan rumen dilakukan dalam kondisi anaerob dengan mengaliri tabung fermentor sampel dengan CO₂ untuk menggambarkan proses fermentasi mikroba. Tahap kedua menggunakan larutan asam pepsin untuk mensimulasikan pencernaan enzimatik dengan meniru organ abomasum. Uji *in vitro* menggunakan sampel yang digunakan dalam bentuk tepung atau serbuk halus dan hanya menggunakan sedikit sampel (0,5 gram). Metode uji *in vitro* ini menggunakan inokulum berupa cairan rumen dan dicampur dengan larutan penyangga (*buffer*) sebagai saliva buatan untuk mempertahankan pH inkubasi selama proses fermentasi (Suharti *et al.*, 2018). Kelebihan metode uji *in vitro* adalah degradasi dan fermentasi pakan yang menyerupai proses di dalam rumen bisa diukur dengan cepat dengan waktu singkat, biayanya jauh lebih murah dibanding metode *in vivo*, serta dapat menggunakan banyak sampel dan dalam kondisi yang terkendali

(Aswad dan Negara, 2025). Metode uji *in vitro* secara umum cocok digunakan untuk uji pendahuluan dalam skala yang kecil sebelum uji tingkat lanjut seperti *in vivo* (James dan Faciola, 2022).

BAB III

MATERI DAN METODE

3.1. Materi

Materi yang digunakan meliputi alat dan bahan. Alat yang digunakan meliputi timbangan analitik, *chopper*, saringan, loyang, toples, tabung fermentor dan tutup karet, rak fermentor, termometer, *waterbath*, termos, kain saring, sarung tangan lateks, *centrifuge*, erlenmeyer, *magnetic stirrer*, pipet ukur, gelas *beaker* 250 ml, dan gelas ukur 20 ml dan 500 ml.

Bahan yang digunakan terdiri dari bahan pakan untuk pakan komplit dan bahan uji *in vitro*. Bahan pakan komplit meliputi bahan pakan sumber serat yaitu rumput odot, daun jati, dan daun akasia. Bahan pakan lain sebagai konsentrat meliputi tepung kacang kedelai, jagung, bekatul, pollard, dan premix. Bahan yang digunakan untuk uji *in vitro* meliputi cairan rumen yang diperoleh dari tempat pematangan hewan, air hangat dengan suhu sekitar 39-40°C, sarung tangan plastik, larutan *McDougall*, tabung gas CO₂, aquades, kertas pH, kertas label, botol plastik 50 ml dan tutup.

3.2. Metode

Penelitian dilakukan dalam beberapa tahap yang meliputi rancangan penelitian, tahap persiapan, pelaksanaan penelitian *in vitro*, tahap pengukuran parameter, dan tahap analisis statistik.

3.2.1. Rancangan percobaan

Penelitian disusun menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 3 perlakuan dan 6 ulangan sehingga terdapat 18 unit percobaan. Perlakuan yang diterapkan yaitu sebagai berikut:

P1 = Pakan dengan sumber serat rumput odot

P2 = Pakan dengan sumber serat daun jati

P3 = Pakan dengan sumber serat daun akasia

3.2.2. Tahap persiapan penelitian

Tahap persiapan yang dilakukan meliputi penyusunan formulasi pakan klompit penelitian sesuai perlakuan. Perlakuan terdiri dari tiga jenis pakan komplit yaitu: (1) pakan dengan penambahan rumput odot, (2) pakan dengan sumber serat daun jati, dan (3) pakan dengan sumber serat daun akasia. Penyusunan pakan komplit dilakukan dengan menyetarakan kandungan protein kasar (PK) sebesar 14% dan *Total Digestible Nutrient* (TDN) sebesar 70% pada masing-masing perlakuan didasarkan pada SNI 3148-2:2022 (Tabel 1.) sehingga perbedaan hanya terletak pada jenis bahan pakan sumber serat yang digunakan. Bahan pakan sumber serat berupa rumput odot yang digunakan berupa bubuk yang siap digunakan. Sumber serat daun jati yang digunakan berupa daun tua kering dan daun akasia yang digunakan berupa daun segar hasil panen yang dikering udarkan kemudian dikeringkan lebih lanjut dengan oven pada suhu 55°C hingga mencapai kadar air rendah sekitar 14%, kemudian digiling dan disaring agar ukuran partikel menjadi seragam. Bahan pakan yang sudah diolah lalu ditimbang sesuai formulasi dan

dicampur hingga homogen. Pakan tersebut disiapkan sebagai substrat untuk uji *in vitro*. Persiapan inokulum dilakukan dengan mengambil cairan rumen segar dari sapi yang diperoleh di rumah potong hewan. Cairan rumen disaring menggunakan kain penyaring untuk memisahkan partikel kasar dan dimasukkan ke dalam termos yang memiliki suhu 39°C. Inokulum ini langsung digunakan pada proses fermentasi *in vitro* dengan tabung fermentor.

Tabel 1. Komposisi dan Kandungan Nutrien Pakan Komplit Penelitian

Bahan Pakan	Komposisi dalam 100%BK		
	P1	P2	P3
	------(%)-----		
Rumput Odot Kering	54,40	0,00	0,00
Daun Akasia	0,00	62,00	0,00
Daun Jati	0,00	0,00	70,87
Tepung Biji Kedelai	19,30	0,50	5,65
Bekatul	24,90	3,50	0,50
Jagung	0,80	16,90	0,50
Pollard	0,10	16,60	21,98
Premix	0,50	0,50	0,50
Total	100,00	100,00	100,00
Kandungan Nutrien			
PK (%)	14,09	14,95	14,89
TDN (%)	70,03	70,02	70,97

Keterangan : P1 : Pakan komplit dengan sumber serat rumput odot

P2 : Pakan komplit dengan sumber serat daun jati

P3 : Pakan komplit dengan sumber serat daun akasia

3.2.3. Tahap pengukuran parameter

Pengujian secara *in vitro* diawali dengan persiapan alat dan bahan uji *in vitro* berdasarkan metode Tilley dan Terry (1963). Sampel dari tiap perlakuan ditimbang sebanyak 0,55 g dan dimasukkan ke dalam tabung fermentor kemudian ditambahkan larutan *McDougall* 40 ml, serta cairan rumen 10 ml untuk dilakukan analisis pencernaan dan VFA parsial serta cairan rumen sapi potong sebanyak 10 ml.

Tabung fermentor dialiri gas CO₂ dengan tujuan menjaga kondisi tetap anaerob untuk proses fermentasi. Tabung fermentor ditutup rapat kemudian dimasukkan ke dalam *waterbath* dengan suhu 39°C. Sampel di dalam fermentor diinkubasi selama 3 jam untuk uji VFA Parsial. Metode analisis VFA Parsial menggunakan metode gas kromatografi (GC) (Abdurachman dan Surayah, 2000) dengan rumus:

$$\text{VFA Parsial (mM)} = \frac{\text{Luas Sampel}}{\text{Luas Standar (mM)}} \times \text{Konsentrasi}$$

Produksi gas metan dihitung dari proporsi VFA dengan menggunakan persamaan (Orskov and Ryle, 1990):

$$\text{Produksi Gas Metan (mM)} = (0.5 \times \text{Asetat}) + (0.5 \times \text{Butirat}) - (0.25 \times \text{Propionat})$$

3.2.4. Analisis Statistik

Data yang diperoleh akan dianalisis menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA). Apabila data yang dianalisis berbeda signifikan akan dilakukan uji lanjut Uji Duncan. Model linear untuk Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari t perlakuan dan r ulangan (Montgomery, 1976) yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Keterangan:

i = perlakuan (1, 2, 3)

j = ulangan (1, 2, 3, 4, 5, 6)

Y_{ij} = produksi VFA pada ulangan ke-j yang menerima perlakuan sumber serat ke-i

μ = nilai tengah umum atau grand mean dari seluruh populasi produksi VFA parsial *in vitro* pada ketiga perlakuan sumber serat

τ_i = menunjukkan efek aditif dari perlakuan sumber serat ke-i

ε_{ij} = perlakuan galat percobaan pada pada dalam perlakuan ke-i dan ulangan ke-j

Hipotesis statistik:

$H_0 = \tau_1 = \tau_2 = \tau_3$: Perlakuan sumber serat tidak berpengaruh nyata terhadap produksi VFA parsial *in vitro*.

$H_1 = \tau_i \neq 0$: Perlakuan sumber serat berpengaruh nyata terhadap produksi VFA parsial *in vitro*.

Kriteria pengambilan keputusan:

1. Jika $F_{hitung} < F_{tabel} (\alpha = 0,05)$: perlakuan tidak berpengaruh nyata maka H_0 diterima dan H_1 ditolak.
2. Jika $F_{hitung} \geq F_{tabel} (\alpha = 0,05)$: perlakuan berpengaruh nyata maka H_0 ditolak dan H_1 diterima.