

**OPTIMASI KONSENTRAT HIJAU BERBASIS *TITHONIA*
DENGAN EKSTRAK DAUN GAMBIR DAN PFAD TERHADAP
KECERNAAN BK, BO DAN PK SECARA *IN-VITRO***

SKRIPSI



Dosen Pembimbing :

**Dr. Ir. Roni Pazla, S.Pt., MP., IPM., ASEAN Eng
Yolani Utami, S.Pt., M.Si**

**FAKULTAS PETERNAKAN
UNIVERSITAS ANDALAS
PAYAKUMBUH, 2026**

**OPTIMASI KONSENTRAT HIJAU BERBASIS *TITHONIA*
DENGAN EKSTRAK DAUN GAMBIR DAN PFAD TERHADAP
KECERNAAN BK, BO DAN PK SECARA *IN-VITRO***

SKRIPSI

OLEH :



DAMAIYANTI
2110621014

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Peternakan*

**FAKULTAS PETERNAKAN
UNIVERSITAS ANDALAS
PAYAKUMBUH, 2026**

FAKULTAS PETERNAKAN UNIVERSITAS
ANDALAS PAYAKUMBUH

DAMAIYANTI

OPTIMASI KONSENTRAT HIJAU BERBASIS *TITHONIA*
DENGAN EKSTRAK DAUN GAMBIR DAN PFAD TERHADAP
KECERNAAN BK, BO DAN PK SECARA *IN VITRO*

Diterima sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Peternakan

Menyetujui :

Pembimbing I

Dr. Ir. Roni Pazla, S.Pt., MP, IPM, ASEAN Eng
NIP.198505142019031006

Pembimbing II

Yolani Utami, S.Pt., M.Si
NIP. 198811172019032015

Tim Penguji	Nama	Tanda Tangan
Ketua	Dr. Ir. Roni Pazla, S.Pt., MP., IPM, ASEAN Eng	
Sekretaris	Dr. Ir. Reswati, S.Pt., MP, IPM	
Anggota	Yolani Utami, S. Pt., M.Si	
Anggota	Dr. Ir. Rusmana Wijaya Setia Ningrat., M. Rur. Sc	
Anggota	Prof. Dr. Ir. Elihasridas, M.Si	
Anggota	Ir. Erpomen, MP	

Mengetahui,

Dekan Fakultas Peternakan Universitas
Andalas

Prof. Dr. Ir. Mardiaty Zain, M.S
NIP. 196506191990032002

Ketua Program Studi
Peternakan Payakumbuh

Dr. Ir. Reswati, S.Pt., MP, IPM
NIP. 197002071995012001

Tanggal Lulus: 22 Juni 2026

OPTIMASI KONSENTRAT HIJAU BERBASIS *TITHONIA* DENGAN EKSTRAK DAUN GAMBIR DAN PFAD TERHADAP KECERNAAN BK, BO DAN PK SECARA *IN-VITRO*

Damaiyanti, dibawah bimbingan

Dr. Ir. Roni Pazla, S.Pt., MP., IPM., ASEAN Eng dan Yolani Utami, S.Pt., M.Si

Departemen Ilmu Nutrisi Dan Teknologi Pakan Fakultas Peternakan

Universitas Andalas Payakumbuh, 2026

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh pemanfaatan *Tithonia diversifolia* dalam konsentrat hijau yang dikombinasikan dengan ekstrak daun gambir dan PFAD (*Palm Fatty Acid Distillate*) terhadap pencernaan nutrisi secara *in vitro*. Pemanfaatan *Tithonia diversifolia* sebagai sumber hijauan berkualitas diharapkan dapat meningkatkan efisiensi pemanfaatan nutrisi sedangkan ekstrak daun gambir mengandung tanin dan PFAD sebagai sumber energi berpotensi memberikan efek sinergis terhadap proses fermentasi rumen. Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan pola faktorial 3×3 dan 3 ulangan. Faktor A adalah dosis ekstrak daun gambir (0,25%, 0,50%, 0,75%) sedangkan faktor B adalah dosis PFAD (1%, 2%, 3%). Peubah yang diamati meliputi pencernaan bahan kering, bahan organik dan protein kasar secara *in vitro*. Analisa data dilakukan menggunakan Analisis Varians (ANOVA) yang dilanjutkan dengan uji *Duncan's Multiple Range Test (DMRT)* apabila terdapat perbedaan nyata antar perlakuan. Hasil penelitian menunjukkan adanya interaksi nyata ($P < 0,05$) antara penambahan ekstrak daun gambir dan PFAD terhadap seluruh peubah pencernaan. Nilai pencernaan tertinggi diperoleh pada perlakuan A3B2 dengan pencernaan bahan kering sebesar 70,54%, bahan organik 73,47%, dan protein kasar 75,50%. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa kombinasi ekstrak daun gambir 0,75% dan PFAD 2% merupakan formulasi terbaik dalam meningkatkan pencernaan nutrisi secara *in vitro* sehingga berpotensi diaplikasikan sebagai strategi peningkatan kualitas pakan ruminansia.

Kata Kunci : *Tithonia*, Daun gambir, PFAD, Kecernaan.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kita panjatkan atas kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan taufik, hidayat, dan karunia-Nya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“OPTIMASI KONSENTRAT HIJAU BERBASIS *TITHONIA* DENGAN EKSTRAK DAUN GAMBIR DAN PFAD TERHADAP KECERNAAN BK, BO DAN PK SECARA *IN VITRO*”**. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Dr. Ir. Roni Pazla, S.Pt., MP., IPM., ASEAN Eng selaku Pembimbing I dan Ibu Yolani Utami, S.Pt., M.Si selaku Pembimbing II yang telah memberikan arahan, masukan, pengetahuan, serta bimbingan dalam penyusunan skripsi ini, serta kepada Bapak Dr. Ir. Rusmana Wijaya Setia Ningrat, M.Rur.Sc., Bapak Prof. Dr. Ir. Elihasridas, M.Si., dan Bapak Ir. Erpomen, MP selaku dosen penguji atas kritik, saran, dan masukan yang membangun sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.
2. Ibu Dr. Reswati, S.Pt., MP selaku Dosen Pembimbing Akademik, serta seluruh Bapak/Ibu Dosen Fakultas Peternakan atas ilmu, bimbingan, arahan, dan dukungan yang telah diberikan selama masa perkuliahan
3. Kepada dua manusia yang paling penulis hormati, paling penulis cintai, dan paling ingin penulis bahagiakan. Terima kasih atas setiap doa, kasih sayang, pengorbanan, dan dukungan yang tak pernah putus hingga mengantarkan putri kalian berada di titik ini. Dengan penuh rasa syukur, penulis persembahkan gelar Sarjana Peternakan (S.Pt) ini sebagai hadiah sederhana dan wujud bakti kepada Mak dan Aba. Penulis menyadari bahwa pencapaian

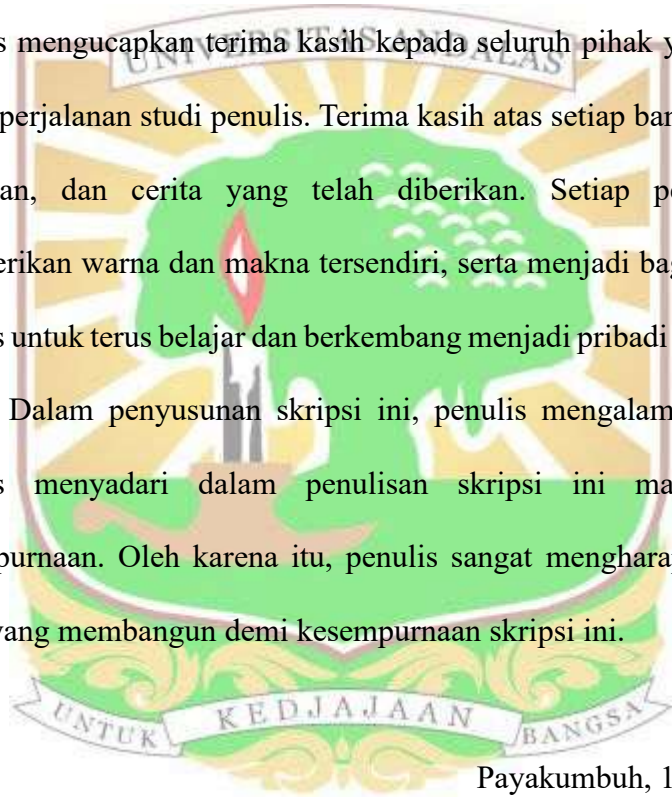
ini tidak akan pernah sebanding dengan setiap peluh, air mata, dan perjuangan yang telah kalian berikan demi masa depan penulis. Semoga Allah Swt senantiasa melimpahkan kesehatan, kebahagiaan, keberkahan, dan umur yang panjang kepada Mak dan Aba.

4. Penulis mengucapkan rasa syukur kepada Allah Swt. atas kesehatan, kekuatan, dan kesempatan yang diberikan sehingga penulis mampu melewati setiap proses hingga mewujudkan salah satu mimpi yang diperjuangkan. Terima kasih kepada diri sendiri, Damaiyanti, karena telah percaya pada mimpi, terus berjuang, belajar, dan bertahan meskipun menghadapi berbagai tantangan. Semoga diri ini senantiasa menjadi pribadi yang tangguh, rendah hati, dan selalu membawa kedamaian sesuai dengan makna nama yang diberikan. Teruslah melangkah dan percaya pada setiap proses yang telah dilalui.
5. Penulis mengucapkan terima kasih kepada saudara tercinta, Abang Akbar Sari Ajung, S.T., serta kedua adik tersayang, Demi Fuji Triyana dan Delia Indah Purnama, atas kasih sayang, doa, dukungan, dan semangat yang senantiasa diberikan. Terima kasih telah menjadi bagian dari setiap langkah perjuangan penulis, hadir dalam suka maupun duka, serta menjadi sumber kekuatan dalam perjalanan hingga mencapai titik ini.
6. Penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada sahabat sekaligus saudara tercinta, Azzahra Zatira, Selvi Sholehat, Husnul Hotimah Nst., dan Vani Aprelia, yang telah tumbuh, berproses, dan melewati berbagai perjalanan bersama penulis. Terima kasih atas kehadiran, dukungan, bantuan, semangat, serta kebersamaan yang telah memberikan warna dan makna

dalam perjalanan hidup penulis. Setiap cerita dan kenangan yang tercipta akan selalu menjadi bagian berharga yang penulis syukuri dan kenang.

7. Penulis mengucapkan terima kasih kepada Mapala Kadupa Ungu (MKU) yang telah menjadi bagian berharga dalam perjalanan hidup penulis. Terima kasih telah memberikan ruang untuk tumbuh, belajar, dan berproses, serta menghadirkan pengalaman, pelajaran, dan kebersamaan yang membentuk penulis menjadi pribadi yang lebih baik, kuat, dan bertanggung jawab.
8. Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah hadir dalam perjalanan studi penulis. Terima kasih atas setiap bantuan, kebaikan, pelajaran, dan cerita yang telah diberikan. Setiap pertemuan telah memberikan warna dan makna tersendiri, serta menjadi bagian dari proses penulis untuk terus belajar dan berkembang menjadi pribadi yang lebih baik.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis mengalami kesulitan dan penulis menyadari dalam penulisan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan skripsi ini.



Payakumbuh, 17 Agustus 2026

Damaiyanti

DAFTAR ISI

Teks	Halaman
KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR LAMPIRAN	viii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	6
1.5 Hipotesis Penelitian.....	6
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 <i>Tithonia</i> (<i>Tithonia diversifolia</i>)	6
2.2 Gambir.....	8
2.3 PFAD (<i>Palm Fatty Acid Distillate</i>)	10
2.4 Tanin	11
2.5 Kecernaan Bahan Kering (KcBK).....	12
2.6 Kecernaan Bahan Organik (KcBO).....	13
2.7 Kecernaan Protein Kasar (KcPK).....	14
2.8 Metode <i>In Vitro</i>	15
III. MATERI DAN METODE PENELITIAN	17
3.1 Materi Penelitian	17
3.1.1 Alat.....	17
3.1.2 Bahan	17
3.1.3 Ransum Yang Digunakan.....	17
3.2 Metode Penelitian.....	18
3.2.1 Rancangan Penelitian.....	18
3.2.2 Analisis Data	20

3.2.3 Peubah Yang Diamati.....	21
3.2.4 Pelaksanaan Penelitian.....	21
3.3 Prosedur Penelitian.....	21
3.3.1 Pembuatan Larutan McDougall	21
3.3.2 Pengambilan Cairan Rumen	22
3.3.3 Evaluasi Secara <i>In Vitro</i>	23
3.3.4 Analisis Parameter	24
3.4 Waktu dan Tempat Penelitian	27
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	28
4.1 Kecernaan Bahan Kering (BK)	28
4.2 Kecernaan Bahan Organik (BO)	30
4.3 Kecernaan Protein Kasar (PK)	34
V. KESIMPULAN.....	37
5.1 Kesimpulan.....	37
5.2 Saran	38
DAFTAR PUSTAKA.....	38
LAMPIRAN.....	45
RIWAYAT HIDUP.....	57



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 1. Komposisi kimia PFAD	10
Tabel 2. Komposisi kimia bahan pakan penyusunan pakan komplit	18
Tabel 3. Komposisi bahan pakan penyusun ransum komplit (%).....	19
Tabel 4. Formulasi ransum perlakuan.....	19
Tabel 5. Analisis ragam	20
Tabel 6. Larutan McDougall.....	22
Tabel 7. Rataan Kecernaan bahan kering (%).....	28
Tabel 8. Rataan Kecernaan bahan organik (%).....	30
Tabel 9. Rataan Kecernaan bahan protein kasar (%)	34



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 1. <i>Tithonia</i> (<i>Tithonia diversifolia</i>).....	7
Gambar 2. Gambir.....	9



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
Lampiran 1. Rataan Kecernaan Bahan Kering (BK)	45
Lampiran 2. Rataan Kecernaan Bahan Organik (BO)	49
Lampiran 3. Rataan Kecernaan Protein Kasar (PK)	52
Lampiran 4. Dokumentasi.....	55
Lampiran 5.Data Analisis Laboratorium	56



I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pakan merupakan komponen biaya terbesar dalam sistem produksi ternak ruminansia dan berperan sentral dalam menentukan efisiensi produksi, karena kualitas pakan mempengaruhi pola fermentasi rumen, ketersediaan energi, dan pasokan nitrogen untuk sintesis protein mikroba (Zain *et al.*, 2024). Dalam praktiknya, bahan konsentrat konvensional seperti jagung dan bungkil kedelai masih banyak digunakan sebagai sumber energi dan protein utama. Ketergantungan terhadap bahan-bahan tersebut menghadapi kendala berupa fluktuasi harga, ketergantungan bahan baku impor, dan permasalahan keberlanjutan sistem produksi (Wilkinson and Lee, 2018). Kondisi ini mendorong perlunya strategi kemandirian pakan berbasis sumber daya lokal yang melimpah, ekonomis, dan berpotensi menggantikan sebagian fungsi konsentrat konvensional.

Salah satu pendekatan yang berkembang adalah konsep konsentrat hijau, yaitu penggunaan hijauan yang berkualitas tinggi dengan kandungan protein dan daya cerna yang baik sehingga dapat menggantikan sebagian konsentrat pada ransum ruminansia (Niderkorn and Baumont, 2009). Dalam konteks ini, *Tithonia diversifolia* memiliki prospek yang besar karena bersifat adaptif di daerah tropis, produktivitas biomassa yang tinggi, serta kandungan nutrisi yang relatif baik (Calsavara *et al.*, 2016). *Tithonia* merupakan salah satu hijauan berkualitas tinggi yang mengandung protein kasar berkisar antara 18–25% bahan kering (Mahecha and Rosales, 2005; Gallego-Castro *et al.*, 2014). Kandungan protein tersebut dipengaruhi oleh umur panen serta komposisi bagian tanaman yang digunakan,

dengan daun umumnya memiliki kandungan protein lebih tinggi dibandingkan batang. Kandungan protein yang relatif tinggi menjadikan tanaman ini berpotensi sebagai sumber protein hijauan bagi ternak ruminansia.

Berdasarkan kandungan nutrisinya, *Tithonia* memiliki kandungan protein kasar yang lebih tinggi dibandingkan jagung yang mengandung sekitar 8–12% protein kasar sebagai sumber energi (Langyan *et al.*, 2022), namun lebih rendah dibandingkan bungkil kedelai yang mengandung sekitar 47–49% protein kasar sebagai sumber protein utama dalam ransum (Singer *et al.*, 2023). Perbedaan kandungan protein tersebut menunjukkan bahwa *Tithonia* berpotensi dimanfaatkan sebagai sumber protein hijauan sekaligus bahan pengganti sebagian konsentrat protein dalam ransum ternak ruminansia. Pemanfaatannya sebagai komponen konsentrat hijau dapat menjadi alternatif untuk mengurangi ketergantungan terhadap bahan konsentrat konvensional tanpa mengurangi kualitas nutrisi ransum.

Efisiensi ternak ruminansia tidak hanya ditentukan oleh kandungan nutrisinya, tetapi juga bagaimana nutrisi tersebut difermentasi di dalam rumen. Fermentasi rumen menghasilkan metana (CH_4) sebagai produk sampingan yang menyebabkan hilangnya energi pakan sekaligus berkontribusi terhadap emisi gas rumah kaca (Cuervo *et al.*, 2025). Secara global, sektor peternakan menyumbang sebagian besar emisi metana antropogenik, terutama melalui fermentasi enterik (Ningrat dan Hellyward, 2024). Metana yang dihasilkan dapat menyebabkan hilangnya energi sebesar 2–12% dari asupan energi kotor tergantung pada jenis rasio dan kondisi ternak (Patra, 2012). Oleh karena itu, strategi formulasi pakan perlu ditujukan tidak hanya untuk meningkatkan daya cerna, tetapi juga untuk meningkatkan efisiensi fermentasi dan mengurangi kehilangan energi.

Dalam kerangka tersebut, pemanfaatan *Tithonia* sebagai konsentrat hijau perlu dioptimalkan sehingga dapat meningkatkan daya cerna bahan kering, bahan organik, dan protein kasar tanpa mengganggu stabilitas fermentasi. Tantangan utama hijauan tropis adalah kandungan serat struktural dan senyawa sekunder yang dapat mempengaruhi populasi mikroba rumen dan laju degradasi nutrisi (Jayanegara et al., 2019). Oleh karena itu, diperlukan strategi formulasi yang mampu menyeimbangkan pasokan nitrogen, energi, dan senyawa bioaktif.

Salah satu hijauan tropis lainnya yang juga berpotensi mendukung ketersediaan pakan ruminansia adalah rumput pakchong (*Pennisetum purpureum* cv. Thailand). Rumput pakchong memiliki produktivitas biomassa tinggi, pertumbuhan cepat, serta kandungan nutrisi yang cukup baik dengan protein kasar sekitar 10–18% bahan kering, sehingga berpotensi menjadi sumber hijauan berkualitas bagi ternak ruminansia (Tessema et al., 2010). Namun, seperti halnya hijauan tropis lainnya, kandungan serat pada rumput pakchong dapat membatasi pemanfaatan nutrisi apabila diberikan tanpa kombinasi bahan pakan pendukung. Kombinasi rumput pakchong dengan *Tithonia* berpotensi menghasilkan formulasi ransum yang lebih seimbang melalui penyediaan serat efektif, nitrogen, dan energi fermentabel bagi mikroba rumen, sehingga dapat meningkatkan efisiensi pemanfaatan nutrisi oleh ternak. Meskipun demikian, keseimbangan nutrisi dalam ransum saja belum tentu mampu mengoptimalkan proses fermentasi di dalam rumen. Oleh karena itu, diperlukan strategi suplementasi yang dapat meningkatkan efisiensi fermentasi rumen dan pemanfaatan nutrisi secara lebih optimal.

Salah satu pendekatan yang dapat diterapkan adalah pemanfaatan bahan aditif alami dan sumber energi tambahan dalam ransum. Ekstrak daun gambir

(*Uncaria gambir*) diketahui mengandung tanin yang pada dosis sedang dapat menurunkan populasi protozoa (defaunasi parsial), meningkatkan efisiensi penggunaan nitrogen, dan meningkatkan sintesis protein mikroba (Ramaiyulis et al., 2019). Namun, agar nitrogen yang tersedia dapat dimanfaatkan secara optimal, sistem rumen memerlukan pasokan energi yang cukup. Dalam hal ini, PFAD (Palm Fatty Acid Distillate) sebagai produk samping industri kelapa sawit berpotensi menjadi sumber energi berkepadatan tinggi yang dapat meningkatkan rasio kepadatan energi ransum (Franzolin et al., 2010). Meskipun demikian, suplementasi lipid dalam kadar tinggi dapat menghambat aktivitas bakteri selulolitik dan menurunkan pencernaan serat, sehingga perlu ditentukan kadar suplementasi yang optimal agar manfaatnya dapat diperoleh tanpa menimbulkan efek negatif terhadap fermentasi rumen (Dai et al., 2019).

Di sisi lain, masih terdapat kesenjangan penelitian mengenai kombinasi *tithonia* sebagai konsentrat hijau dengan sumber tanin dan lipid dalam satu sistem formulasi terintegrasi. Sebagian besar penelitian meneliti efek tanin atau lipid secara terpisah, meskipun respons fermentasi rumen sangat dipengaruhi oleh interaksi antara nitrogen dan ketersediaan energi (Zhang et al., 2020). Oleh karena itu, diperlukan evaluasi kombinasi terkontrol untuk menentukan kadar optimum yang dapat meningkatkan pencernaan bahan kering, bahan organik, dan protein kasar tanpa menekan populasi bakteri selulolitik.

Berdasarkan uraian tersebut, maka penelitian ini penting dilakukan untuk mengevaluasi dan mengoptimalkan penggunaan *Tithonia* sebagai konsentrat hijau dengan penambahan ekstrak daun gambir dan PFAD, serta mempelajari pengaruh interaksinya terhadap pencernaan nutrisi secara *in vitro*. Hasil yang diperoleh

diharapkan dapat memberikan dasar untuk merumuskan rasio yang lebih efisien secara nutrisi, rasional secara biologis, dan relevan dalam konteks peningkatan produktivitas dan mitigasi emisi metana pada sistem peternakan tropis.

1.2 Rumusan Masalah

1. Apakah kombinasi ekstrak daun gambir dan PFAD dapat meningkatkan pencernaan bahan kering, bahan organik, dan protein kasar pada konsentrat hijau berbasis *Tithonia diversifolia* secara *in vitro*?
2. Bagaimana interaksi antara level ekstrak daun gambir dan PFAD dalam mempengaruhi efisiensi fermentasi dan pemanfaatan nutrisi?
3. Berapakah kombinasi dosis optimal ekstrak daun gambir dan PFAD yang mampu menghasilkan pencernaan tertinggi tanpa menurunkan aktivitas fermentasi rumen?



1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengevaluasi pengaruh penambahan ekstrak daun gambir dan PFAD terhadap pencernaan bahan kering, bahan organik, dan protein kasar pada konsentrat hijau berbasis *Tithonia diversifolia* secara *in vitro*.
2. Menganalisis interaksi ekstrak daun gambir dan PFAD terhadap fermentasi rumen serta efisiensi pemanfaatan nutrisi.
3. Menentukan kombinasi optimal ekstrak daun gambir dan PFAD untuk menghasilkan pencernaan nutrisi tertinggi sebagai dasar formulasi konsentrat hijau yang lebih efisien.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Memberikan informasi mengenai interaksi sumber protein hijauan (*Tithonia diversifolia*), tanin gambir, dan PFAD terhadap pencernaan nutrisi dan efisiensi fermentasi rumen.
2. Menyediakan dasar formulasi konsentrat hijau berbasis sumber daya lokal yang lebih ekonomis dan dapat mengurangi ketergantungan terhadap konsentrat impor.
3. Mendukung strategi peningkatan efisiensi pemanfaatan energi ransum dan potensi pengurangan kehilangan energi dalam bentuk metana melalui optimasi fermentasi rumen.
4. Membuka peluang pemanfaatan limbah industri (PFAD) dan komoditas lokal (gambir dan *Tithonia*) sebagai bahan baku pakan bernilai tambah.

1.5 Hipotesis Penelitian

Hipotesis penelitian ini adalah diduga terdapat interaksi antara faktor penambahan ekstrak daun gambir dan faktor penambahan PFAD terhadap pencernaan bahan kering, bahan organik, dan protein kasar pada konsentrat hijau berbasis *Tithonia diversifolia* secara *in vitro*, sehingga respons pencernaan dipengaruhi oleh kombinasi kedua faktor perlakuan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Tithonia* (*Tithonia diversifolia*)

Klasifikasi tanaman *Tithonia* (*Tithonia diversifolia*) adalah sebagai berikut :

Kingdom : *Plantae*

Divisi : *Tracheaophyta*
Kelas : *Magnoliopsida*
Ordo : *Asterales*
Family : *Asteraceae*
Genus : *Tithonia*
Spesies : *Tithonia diversifolia*



Gambar 1. *Tithonia* (*Tithonia diversifolia*)
Sumber : Dokumentasi penelitian, 2025.

Tithonia diversifolia merupakan jenis tumbuhan berbunga dengan warna kuning keemasan yang keluar pada akhir musim penghujan dengan penampilan mirip dengan bunga matahari. Tanaman perdu ini dapat tumbuh pada kondisi tanah yang kurang subur. Tanaman *Tithonia* belum banyak dibudidayakan dan tumbuh liar di beberapa wilayah tropis (Obiakara and Fourcade, 2018). Tanaman *Tithonia* sering dijumpai di daerah dekat perairan ataupun sungai yang memiliki kelembapan yang tinggi dan umumnya tumbuh pada ketinggian 550 sampai 1.950 mdpl pada suhu 15 sampai 31°C serta curah hujan 1.000 sampai 2.000 mm/tahun (Jama *et al.*,

2000). *Tithonia* dikenal sebagai “Bungo Paik” di daerah Sumatera Barat karena tanaman ini memiliki rasa yang pahit.

Tanaman *Tithonia* merupakan tumbuhan yang banyak ditemui dan mudah diperoleh, tanaman ini dapat tumbuh di tanah yang kurang subur dan dapat menjadi gulma pada tanaman pertanian. Tanaman *Tithonia* merupakan tanaman yang berpotensi besar untuk dijadikan pakan ternak, karena kandungan proteinnya yang tinggi. Kandungan protein kasar sebesar 22,98% jauh melebihi rumput gajah dan kandungan serat kasarnya 18,17% (Pérez-Márquez, 2023). Tanaman *Tithonia* secara umum memiliki kandungan nutrisi yang cukup baik, dengan bahan kering 18–25%, protein kasar 18–22%, lemak kasar 4–6%, dan serat kasar 18–20% (Uu-Espens *et al.*, 2023; Barreto-Cruz *et al.*, 2024).

Tithonia dapat dimanfaatkan sebagai sumber hijauan alternatif di daerah tropis sekaligus sebagai pereduksi gas metana (Terry *et al.*, 2016). Pemanfaatan tanaman ini dalam ransum perlu mempertimbangkan level pemberian yang optimal agar manfaat nutrisinya dapat diperoleh tanpa mengurangi pencernaan pakan. Menurut Pazla dkk . (2022) pemberian *Tithonia* yang meningkat di setiap perlakuan dapat meningkatkan konsumsi protein kasar pada kambing Peranakan Etawah (PE).

2.2 Gambir

Klasifikasi tanaman Gambir (*Uncaria gambir*) menurut Hidayat (2022) adalah sebagai berikut :

Kingdom : *Plantae*
Divisi : *Spermatophyta*

Kelas : *Dicotyledoneae*
Ordo : *Rubiales*
Family : *Rubiaceae*
Genus : *Uncaria*
Spesies : *Uncaria gambir* Roxb



Gambar 2. Gambir
Sumber : Dokumentasi penelitian, 2025.

Gambir (*Uncaria gambir*) adalah tanaman perdu yang tergolong dalam famili *Rubiaceae*. Tanaman ini merupakan salah satu komoditas perkebunan yang memiliki nilai ekonomi tinggi dan dapat dibudidayakan. Gambir memiliki berbagai manfaat, seperti digunakan dalam campuran sirih, bahan baku industri farmasi, pewarna alami, serta dalam industri tekstil (Saad *et al.*, 2020). Gambir merupakan tumbuhan asli dari Asia Tenggara di beberapa area perkebunan terutama di Pulau Sumatera yaitu Sumatera Barat, Sumatera Utara, Sumatera Selatan, Riau, Kepulauan Riau, dan Aceh (Denian dkk., 2008). Tanaman gambir tumbuh pada

kawasan terbuka di dalam hutan, kawasan hutan yang lembab, area terbuka bekas peladangan atau pada wilayah pinggiran hutan.

Gambir merupakan hasil ekstraksi dari daun tanaman *Uncaria gambir Roxb* yang mengandung senyawa polifenol. Senyawa polifenol utama dalam ekstrak gambir adalah katekin yang memiliki fungsi sebagai agen antimikroba dan antioksidan (Mahendra dan Azhar, 2021). Ekstrak gambir mengandung berbagai senyawa kimia dengan komposisi yang beragam, antara lain katekin (7–33%), asam katekutanat (20–55%), pirokatekol (20–30%), gambir fluoresen (1–3%), kateku merah (3–5%), kuersetin (2–4%), minyak tetap (1–2%), dan lilin (1–2%) (Saad *et al.*, 2020).

2.3 PFAD (*Palm Fatty Acid Distillate*)

PFAD (*Palm Fatty Acid Distillate*) merupakan hasil samping dari proses penyulingan minyak sawit mentah (*Crude Palm Oil*; CPO) dalam industri pemurnian minyak. Ketersediaan PFAD melimpah berpotensi sebagai bahan pakan ternak, disamping harga yang murah serta penggunaannya yang tidak bersaing dengan bahan pangan seperti minyak sawit. PFAD mengandung asam lemak bebas (*Free Fatty Acid*/FFA) yang tinggi, terutama asam palmitat, serta komponen minor seperti vitamin E (tokotrienol dan tokoferol) dan squalene (Sundram *et al.*, 2003).

Tabel 1. Komposisi kimia PFAD

Komposisi	% berat
Asam lemak bebas	81,7

Gliserol	14,4
Vitamin E	0,5
Squalen	0,8
Sterol	0,4
Lainnya	2,2

Sumber : diadaptasi dari Purnama *et al.*, 2021

Komposisi yang padat energi dan bernilai ekonomis rendah, PFAD mulai dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif dalam pakan ternak. Energi merupakan komponen utama dalam formulasi pakan, terutama untuk ruminansia dan unggas. Lemak berfungsi meningkatkan kerapatan energi, memperbaiki efisiensi pakan. PFAD dapat digunakan hingga level tertentu dalam ransum tanpa mengganggu konsumsi pakan atau kinerja produksi ternak.

PFAD yang kaya FFA jenuh dapat mempengaruhi aktivitas mikroba rumen. Penambahan PFAD dalam jumlah moderat dapat menekan produksi gas metana karena menghambat aktivitas metanogen (Patra *et al.*, 2017). Namun, penggunaan PFAD secara berlebih dapat menurunkan pencernaan serat akibat gangguan terhadap populasi bakteri selulolitik (Jayanegara *et al.*, 2018). Penelitian oleh Wanapat *et al.* (2012) menunjukkan bahwa penambahan PFAD dalam ransum ruminansia meningkatkan efisiensi penggunaan energi tanpa menurunkan pencernaan nutrisi secara signifikan pada level 4–6% dari bahan kering. Pengaruh positif ini terutama karena PFAD menyediakan energi tambahan yang langsung dimanfaatkan untuk produksi susu atau pertumbuhan bobot badan.

2.4 Tanin

Tanin adalah senyawa metabolit sekunder yang diproduksi oleh tanaman melalui proses biosintesis (Jayanegara dan Sofyan, 2008) dan tergolong dalam kelompok polifenol yang dapat ditemukan secara luas pada berbagai tanaman,

termasuk gambir serta mangrove. Tanin diklasifikasikan menjadi dua kelompok yaitu tanin terkondensasi *Condensed tannins* (CT) dan tanin terhidrolisis *Hydrolyzable tannins* (HT). Tanin merupakan senyawa metabolit sekunder pada tanaman yang memiliki sifat antinutrisi karena mampu berikatan dengan protein melalui ikatan hidrogen, hidrofobik, dan kovalen, sehingga pada konsentrasi tinggi dapat menurunkan ketersediaan nutrisi serta pencernaan bahan organik. Pada sistem ruminansia tanin juga memberikan manfaat karena dapat melindungi protein dari degradasi mikroba rumen sehingga meningkatkan protein *bypass* (Pazla *et al.*, 2025).

Tanin berperan dalam mengatur proses fermentasi rumen, meningkatkan efisiensi penggunaan nutrisi, serta pada kondisi tertentu dapat memperbaiki pencernaan bahan organik (Dahlya *et al.*, 2025). Tanin juga mampu menekan emisi metana serta berpotensi sebagai *feed additive* alami dalam mendukung sistem peternakan yang berkelanjutan (Brutti *et al.*, 2023).

2.5 Kecernaan Bahan Kering (KcBK)

Kandungan karbohidrat dalam bahan pakan penyusun ransum tercermin dari kadar bahan keringnya, mengingat sekitar 50–80% bahan kering pada tanaman terdiri atas karbohidrat. Dengan demikian, tingkat kecernaan bahan kering dapat dimanfaatkan sebagai indikator untuk menilai mutu ransum. Semakin tinggi tingkat kecernaannya, maka semakin tinggi pula kualitas bahan pakan, karena zat gizi yang terkandung di dalamnya lebih mudah diserap oleh sistem pencernaan ternak (Van Soest, 1994).

Tingkat kecernaan bahan kering menunjukkan mutu ransum yang diberikan kepada ternak. Nilai kecernaan yang lebih tinggi memungkinkan ternak

memanfaatkan nutrisi secara optimal untuk mendukung pertumbuhan (Hambakodu, 2021). Kecernaan bahan kering juga menggambarkan kemampuan ternak dalam memanfaatkan kandungan nutrisi yang terdapat dalam pakan (Faradilla *et al.*, 2019).

Tingkat kecernaan bahan kering diukur dengan tujuan mengetahui jumlah zat makanan yang diserap oleh tubuh, yang dilakukan melalui analisis kandungan bahan kering baik dalam ransum maupun dalam feses. Perbedaan antara jumlah bahan kering yang dikonsumsi dan yang dikeluarkan melalui feses merupakan jumlah bahan kering yang dapat dicerna (Faradilla *et al.*, 2019).

2.6 Kecernaan Bahan Organik (KcBO)

Menurut Blümmel *et al.* (1997), nilai kecernaan bahan organik (KcBO) didapatkan melalui selisih kandungan bahan organik (BO) awal sebelum inkubasi dan setelah inkubasi, proporsional terhadap kandungan BO sebelum inkubasi tersebut. Bahan organik dalam pakan umumnya berada dalam bentuk yang tidak larut, sehingga diperlukan proses pemecahan terlebih dahulu agar menjadi zat yang mudah larut dan dapat diserap.

Kecernaan bahan organik dalam saluran pencernaan ternak mencakup pemanfaatan zat-zat gizi utama seperti karbohidrat, protein, lemak, dan vitamin yang berasal dari komponen organik dalam pakan. Umumnya, komponen ini tersedia dalam bentuk yang lebih mudah diserap (Ryel Min *et al.*, 2020). Tingkat kecernaan bahan organik dipengaruhi oleh komposisi serat kasar dan mineral dalam pakan. Hal ini berkaitan erat dengan kecernaan bahan kering, karena mayoritas komponen bahan kering terdiri dari bahan organik.

2.7 Kecernaan Protein Kasar (KcPK)

Protein merupakan komponen nutrisi yang esensial dalam ransum ternak. Zat ini berfungsi sebagai substrat bagi mikroorganisme rumen dalam proses sintesis protein tubuh, dan memerlukan ATP sebagai sumber energi untuk menjalankan reaksi biokimia di dalam tubuh (Hackmann and Firkins, 2015). Kadar protein kasar kerap dijadikan indikator untuk menilai kualitas bahan pakan, di mana peningkatan kandungan protein mencerminkan mutu pakan yang lebih baik (Wahyuni dkk., 2014). Tingginya kandungan protein dalam pakan berpotensi meningkatkan jumlah protein yang terakumulasi dalam tubuh ternak, sehingga dapat dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan hidup pokok maupun aktivitas produksi.

Tingkat kecernaan protein kasar dipengaruhi oleh kadar protein dalam ransum. Ransum dengan kandungan protein yang rendah cenderung memiliki tingkat kecernaan yang rendah, demikian pula sebaliknya. Kecernaan protein kasar dipengaruhi oleh kualitas protein dalam pakan, jumlah protein yang masuk ke saluran pencernaan, dan jumlah pakan yang dikonsumsi. Selain itu, daya cerna protein kasar juga tergantung pada komposisi nutrisi dalam pakan. Selain itu, kecernaan protein juga berkaitan dengan tingkat konsumsi bahan kering (BK). Tingkat konsumsi bahan kering yang tinggi dapat menyebabkan penurunan kecernaan pakan karena mempercepat pergerakan digesta dan mengurangi lama tinggal pakan di dalam rumen. Akibatnya, kesempatan mikroba rumen untuk mendegradasi komponen nutrisi pakan menjadi lebih terbatas (Pino *et al.*, 2018).

Kecernaan protein dapat diukur menggunakan metode total koleksi, yaitu dengan menghitung selisih antara jumlah protein yang dikonsumsi dengan jumlah protein yang dikeluarkan melalui feses (Zain *et al.*, 2024). Tingkat kecernaan

merupakan indikator penting ketersediaan nutrisi bagi kebutuhan hidup pokok maupun produksi ternak (Wilkinson and Lee, 2018).

2.8 Metode *In Vitro*

Teknik *in vitro* merupakan metode pendugaan tidak langsung yang digunakan untuk memperkirakan tingkat pencernaan pakan, dengan meniru proses pencernaan dalam saluran pencernaan ruminansia di laboratorium (Hernaman *et al.*, 2017). Prinsip dari teknik *in vitro* dilakukan dalam dua tahap. Tahap pertama adalah pencernaan struktural fermentatif oleh mikroba, dengan cara menginkubasi bahan pakan selama 48 jam dalam cairan rumen yang telah diberi buffer dalam kondisi anaerob. Tahap kedua adalah pencernaan enzimatik menggunakan larutan asam dan pepsin selama 48 jam, menyerupai kondisi di abomasum. Ketepatan hasil pencernaan *in vitro* dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain tempat inkubasi, sumber cairan rumen, larutan penyangga, bentuk sampel, variasi komponen pakan, suhu fermentasi, derajat keasaman (pH), serta periode fermentasi (Rahmadi *et al.*, 2010).

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam melakukan penelitian *in vitro* adalah larutan penyangga, suhu fermentasi, derajat keasaman (pH) yang optimum, sumber inokulum, periode fermentasi, mengakhiri fermentasi dan prosedur analisis (Yáñez-Ruiz *et al.*, 2016). Kelebihan metode *in vitro* antara lain adalah waktu analisis yang lebih singkat, efisiensi yang tinggi, dampak minimal terhadap hewan percobaan, hasil yang memuaskan, serta kemampuan untuk menguji banyak sampel sekaligus, baik dalam jumlah besar maupun kecil (Vinyard *et al.*, 2022). Metode ini juga memiliki kekurangan, yaitu penggunaan waktu inkubasi yang bersifat standar, sementara waktu tinggal bahan pakan di dalam rumen dapat bervariasi tergantung

pada jenis dan bentuk pakan. Selain itu, proses penyerapan zat gizi tidak terjadi sebagaimana halnya pada hewan hidup.



III. MATERI DAN METODE PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian

3.1.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas kain saring, termos, timbangan analitik, gelas ukur, *incubator shaker*, *centrifuge*, corong, gelas piala, seperangkat pompa vakum, kertas saring, oven pada suhu 105 °C, tanur, hot plate, labu ukur berkapasitas 1 liter, labu erlenmeyer, batang pengaduk, pH meter. Selain itu, penelitian ini juga didukung oleh peralatan untuk analisis bahan kering, bahan organik, dan protein kasar.

3.1.2 Bahan

Bahan pakan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanaman *Tithonia*, rumput pakchong, mineral mix, ekstrak daun gambir, dan PFAD. Bahan lain yang digunakan dalam pengukuran pencernaan *in vitro* meliputi cairan rumen, larutan McDougall, dan gas CO₂. Selain itu, analisis bahan kering, bahan organik, dan protein kasar menggunakan beberapa bahan kimia, yaitu selenium, larutan H₂SO₄ pekat, larutan NaOH 35%, indikator PP merah (H₃BO₃), larutan H₂SO₄ 0,1N larutan pepsin dan aquadest.

3.1.3 Ransum Yang Digunakan

Ransum percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah ransum yang diformulasikan sendiri untuk kebutuhan nutrisi kambing perah fase laktasi ransum disusun dengan kandungan protein kasar 14% dan TDN 64%. Ransum percobaan disusun dan diaduk sendiri dari berbagai bahan pakan yakni : tanaman

Tithonia, rumput pakchong, mineral mix dengan tambahan dosis ekstrak daun gambir, dan PFAD

3.2 Metode Penelitian

3.2.1 Rancangan Penelitian

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) pola faktorial dengan (faktor A) adalah dosis ekstrak daun gambir (0,25%, 0,50%, 0,75%) dan (faktor B) adalah dosis PFAD (1%, 2%, 3%). Ransum basal yang digunakan terdiri dari 50% rumput pakchong + 49% *Tithonia* + 1% mineral. Rancangan yang digunakan adalah acak kelompok pola faktorial 3×3 dengan 3 kelompok cairan rumen sebagai ulangan sehingga terdapat 27 satuan percobaan. Perlakuan yang diberikan dalam penelitian ini adalah :

Tabel 2. Komposisi kimia bahan pakan penyusunan pakan komplit

Kandungan Zat Makanan	Bahan Pakan				
	Rumput Pakchong	Tithonia	Premix	Gambir	PFAD
Bahan Kering	93,39	87,88	100,00	85,55	0
Bahan Organik	76,47	74,00	0	78,82	0
Protein Kasar	11,69	19,56	0	2,40	0
Lemak Kasar	1,34	1,09	0	0,36	100,00
Serat Kasar	21,76	17,44	0	0,95	0
Abu	16,92	13,88	0	6,73	0
BETN	48,29	54,83	0	89,56	0
TDN	62,84	64,72	0	8,96	0
NDF	66,57	63,07	0	14,52	0
ADF	41,71	42,71	0	8,75	0
Selulosa	34,18	29,82	0	5,8	0
Hemiselulosa	24,86	20,36	0	5,77	0
Lignin	6,29	9,24	0	2,35	0
Silika	1,24	3,72	0	0,6	0
Tanin	0,56	5,44	0	69,99	0

Sumber : Laboratorium Nutrisi Ruminansia Fakultas Peternakan Universitas Andalas (2024)

Tabel 3. Komposisi bahan pakan penyusun ransum komplit (%)

Bahan Pakan	Perlakuan								
	A1B1 (0,25+1)	A1B2 (0,25+2)	A1B3 (0,25+3)	A2B1 (0,50+1)	A2B2 (0,50+2)	A2B3 (0,50+3)	A3B1 (0,75+1)	A3B2 (0,75+2)	A3B3 (0,75+3)
Rumput Pakchong	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Tithonia	49	49	49	49	49	49	49	49	49
Premix	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Gambir	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75	0,25	0,50	0,75
PFAD	1	2	3	1	2	3	1	2	3

Keterangan :

A1B1 : Ekstrak daun gambir 0,25% + PFAD 1%, A1B2 : Ekstrak daun gambir 0,25% + PFAD 2%, A1B3: Ekstrak daun gambir 0,25% + PFAD 3%, A2B1 : Ekstrak daun gambir 0,50% + PFAD 1%, A2B2 : Ekstrak daun gambir 0,50% + PFAD 2%, A2B3 : Ekstrak daun gambir 0,50% + PFAD 3%, A3B1 : Ekstrak daun gambir 0,75% + PFAD 1%, A3B2 : Ekstrak daun gambir 0,75% + PFAD 2%, A3B3 : Ekstrak daun gambir 0,75% + PFAD 3%.

Tabel 4. Formulasi ransum perlakuan

Zat Makanan	Perlakuan								
	A1B1	A2B1	A3B1	A1B2	A2B2	A3B2	A1B3	A2B3	A3B3
Bahan Kering	90,97	91,18	91,40	90,97	91,18	91,40	90,97	91,18	91,40
Bahan Organik	75,48	75,47	75,47	75,48	75,47	75,47	75,48	75,47	75,47
Protein Kasar	15,44	15,44	15,45	15,44	15,44	15,45	15,44	15,44	15,45
Lemak Kasar	2,21	2,21	2,21	3,21	3,21	3,21	4,21	4,21	4,21
Serat Kasar	19,43	19,43	19,43	19,43	19,43	19,43	19,43	19,43	19,43
Abu	15,49	15,71	15,93	15,49	15,71	15,93	15,49	15,71	15,93
BETN	51,03	51,05	51,06	51,03	51,05	51,06	51,03	51,05	51,06
TDN	63,16	63,18	63,20	63,16	63,18	63,20	63,16	63,18	63,20
NDF	64,23	64,26	64,30	64,23	64,26	64,30	64,23	64,26	64,30
ADF	41,80	41,83	41,85	41,80	41,83	41,85	41,80	41,83	41,85
Selulosa	31,72	31,73	31,75	31,72	31,73	31,75	31,72	31,73	31,75
Hemiselulosa	22,42	22,44	22,45	22,42	22,44	22,45	22,42	22,44	22,45
Lignin	7,68	7,68	7,69	7,68	7,68	7,69	7,68	7,68	7,69
Silika	2,44	2,45	2,45	2,44	2,45	2,45	2,44	2,45	2,45
Tanin	4,11	4,29	4,46	4,11	4,29	4,46	4,11	4,29	4,46

Keterangan : Dihitung berdasarkan tabel 2 dan 3

Model matematika dari rancangan yang digunakan sebagai berikut :

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Keterangan :

- Y_{ijk} = Nilai pengamatan umum
 μ = Nilai rata-rata umum
 α_i = Pengaruh factor A dari taraf ke -i
 β_j = Pengaruh factor B dari taraf ke -j
 $(\alpha\beta)_{ij}$ = Pengaruh interaksi antara taraf ke-i factor A dan taraf ke-j factor B
 ϵ_{ijk} = Pengaruh galat dari suatu taraf ke-i factor A dan taraf ke-j factor B pada ulangan ke-k
i = Faktor A (1,2,3)
j = Faktor B (1,2,3)
k = Ulangan (1,2,3)

3.2.2 Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil penelitian akan diolah secara statistik menggunakan analisis ragam sebagai berikut :

Tabel 5. Analisis ragam

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F. hitung	F. tab	
					0,05	0,01
Kelompok	R-1	JKK	KTK	KTK/KTS		
Faktor A	A-1	JKA	KTA	KTA/KTS		
Faktor B	B-1	JKB	KTB	KTB/KTS		
Interaksi	(a-1)(b-1)	JKAB	KTAB	KTAB/KTS		
Sisa	(ab-1)(r-1)	JKS	KTS			
Total	tr-1	JKT				

Keterangan :

- Db = Derajat bebas
 JK = Jumlah kuadrat
 KT = Kuadrat tengah
 JKK = Jumlah kuadrat kelompok
 JKA = Jumlah kuadrat faktor A
 JKB = Jumlah kuadrat faktor B
 JKAB = Jumlah kuadrat interaksi AB
 JKS = Jumlah kuadrat sisa
 JKT = Jumlah kuadrat total
 KTK = Kuadrat tengah kelompok
 KTA = Kuadrat tengah faktor A
 KTB = Kuadrat tengah faktor B
 KTAB = Kuadrat tengah interaksi AB
 KTS = Kuadrat tengah sisa

3.2.3. Peubah Yang Diamati

Peubah yang diamati dalam penelitian ini yaitu pencernaan bahan kering (BK), bahan organik (BO) dan protein kasar (PK).

3.2.4. Pelaksanaan Penelitian

Tahap pelaksanaan meliputi persiapan sampel bahan ransum, yaitu tithonia dan rumput pakchong yang telah dikeringkan. Sampel kemudian dicacah menggunakan chopper hingga halus. Selanjutnya, sampel ditimbang dan ditambahkan mineral mix, kemudian dicampur sesuai dengan perlakuan. Setelah itu, ditambahkan ekstrak daun gambir dengan dosis masing-masing perlakuan 0,25%, 0,50%, 0,75% serta PFAD dengan dosis 1%, 2%, 3%. Penambahan ekstrak daun gambir dan PFAD dilakukan sesuai dosis perlakuan, kemudian seluruh sampel ditimbang kembali.

Sampel dimasukkan ke dalam tabung erlenmeyer dan diberi kode sesuai perlakuan. Setelah persiapan selesai, dilakukan pengujian *in vitro* menggunakan cairan rumen kambing yang diambil dari rumah potong hewan. Parameter yang dianalisis meliputi pencernaan bahan kering (BK), bahan organik (BO) dan Protein kasar (PK). Data yang diperoleh kemudian dicatat dan dianalisis untuk menentukan perlakuan terbaik.

3.3. Prosedur Penelitian

3.3.1. Pembuatan Larutan McDougall

Larutan McDougall dibuat sebagai larutan buffer yang digunakan dalam proses *in vitro*. Volume larutan disesuaikan dengan jumlah sampel yang akan digunakan. Bahan-bahan larutan yang digunakan adalah :

Tabel 6. Larutan McDougall

Larutan McDougall	Jumlah (g/liter)
NaHCO ₃	9,80
NaHPO ₄ .7H ₂ O	4,62
KCl	0,57
MgSO ₄ .7H ₂ O	0,12
NaCl	0,47
CaCl ₂ 2H ₂ O	0,066

Sumber : Tilley and Terry (1963)

Semua bahan dilarutkan dengan aquadest menjadi 1 liter, larutan buffer ini disiapkan sehari sebelum fermentasi kemudian diletakkan dalam *incubator shaker* pada suhu 39 °C dan dialiri gas CO₂ selama 30-60 detik untuk mempertahankan kondisi anaerob, pH-nya diukur mendekati netral yaitu 7. Jika pH kecil dari 7 atau dalam kondisi asam tambahkan NaOH 20% dan sebaliknya apabila pH besar dari 7 atau dalam kondisi basa maka tambahkan HCl 1,25%.

3.3.2. Pengambilan Cairan Rumen

Cairan rumen diperoleh dari rumen kambing yang diambil di rumah potong hewan Kota Padang. Cairan rumen diambil pagi hari dan segera dibawa ke Laboratorium Nutrisi Ruminansia Fakultas Peternakan Universitas Andalas. Hal yang harus dipersiapkan terlebih dahulu sebelum pengambilan cairan rumen adalah menyiapkan termos yang di dalamnya telah berisi air hangat dengan suhu 39 °C. Sebelum cairan rumen dimasukkan ke dalam termos, maka air hangat yang terdapat di dalam termos harus dibuang. Kemudian dilakukan penyaringan dengan meletakkan kain kasa di atas termos agar partikel ukuran besar yang terdapat di dalam cairan rumen tidak masuk ke dalam termos. Setelahnya, termos ditutup sebelum suhu pada cairan rumen mengalami penurunan.

3.3.3. Evaluasi Secara *In Vitro*

3.3.3.1 *In Vitro* Rumen

Timbang sampel sebanyak 2,5 gram lalu masukkan ke dalam erlenmeyer. Tambahkan 200 ml larutan McDougall dan 50 ml cairan rumen pada masing-masing erlenmeyer sambil dialirkan dengan CO₂ agar kondisi pada erlenmeyer tetap dalam keadaan aerob, selanjutnya tabung ditutup dengan menggunakan penutup karet yang di beri ventilasi untuk pengeluaran gas. Tabung dimasukkan ke dalam *incubator shaker* dengan suhu 39 °C. Inkubasi selama 48 jam. Setelah selesai diinkubasi tabung erlenmeyer diangkat dan dimasukkan ke dalam baskom yang berisi bongkahan es untuk menghentikan aktivitas mikroba rumen dan dapat langsung di ukur pH rumennya.

Lanjut dilakukan *centrifuge* selama 16 menit dengan kecepatan 1200 rpm untuk memisahkan supernatant dengan residu menggunakan kertas saring. Residu yang menempel di kertas saring whatman.41 kemudian di oven pada suhu 60 °C selama 12 jam. Uji *two stage* tambahkan 70 ml HCL pepsin pada masing masing tabung erlenmeyer tutup dengan aluminium foil dan diinkubasi selama 48 jam. Setelah itu timbang kertas saring masing-masing sampel untuk memisahkan supernatant dengan residu. Residu yang menempel di kertas saring kemudian di oven pada suhu 60 °C selama 12 jam. Residu kemudian dihaluskan dengan menggunakan lumpang dan alu porselen, setelah halus residu di uji kandungan komposisi kimia bahan kering, bahan organik dan protein kasar.

3.3.4. Analisis Parameter

3.3.4.1. Kecernaan Bahan Kering (KcBK)

Langkah awal yang dilakukan dalam analisis kandungan bahan kering (BK) adalah analisis kadar air. Cawan porselen yang sudah steril kemudian dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 105 °C dalam waktu 1 jam lalu didinginkan di dalam desikator selama 15 menit kemudian timbang (a gr). Sampel sebanyak 0,5 gram ditimbang (b gr) dan dimasukkan ke dalam cawan poselen yang telah ditimbang. lalu dipanaskan di dalam oven 105 °C selama kurang lebih 8 jam.

Setelah itu didinginkan ke dalam desikator selama 15 menit dan ditimbang beratnya (c gr), berat pengurangannya adalah berat air dalam bahan.

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{a+b-c}{a} \times 100 \%$$

$$\text{Bahan Kering (\%)} = 100\% - \text{Kadar air (\%)}$$

Keterangan :

a : Berat sampel

b : Berat cawan

c : Berat cawan + sampel yang sudah di oven

Kecernaan Bahan Kering (KcBK) dihitung dengan rumus :

$$\frac{(\text{berat sampel} \times \% \text{bk sampel}) - (\text{berat residu} \times \% \text{bk residu}) - (\text{berat blanko} \times \% \text{bk blanko})}{(\text{berat sampel} \times \% \text{bk sampel})} \times 100\%$$

3.3.4.2. Kecernaan Bahan Organik (KcBO)

Penentuan kandungan bahan organik (BO) diawali dengan analisis kadar abu. Kadar abu ditentukan dengan melanjutkan sampel hasil analisis kadar air yang kemudian dimasukkan ke dalam tanur pada suhu 400 °C selama ±5 jam. Setelah proses pembakaran selesai, tanur dimatikan dan dibiarkan hingga dingin.

Selanjutnya, tanur dibuka dan sampel diambil lalu dimasukkan ke dalam desikator selama 30 menit. Setelah mencapai suhu ruang, cawan beserta abu ditimbang (d gram).

$$\text{Kadar abu (\%)} = \frac{(c-b)}{a} \times 100\%$$

$$\text{Kadar abu (dalam BK)} = \frac{100\%}{bk \text{ residu (\%)}} \times 100\%$$

$$\text{Bahan Organik (\%)} = 100\% - \text{kadar abu (dalam BK)}$$

Keterangan :

- a : Berat sampel
b : Berat cawan
c : Berat sampel + cawan yang telah di oven

Kecernaan Bahan Organik (KcBO) dihitung dengan rumus :

$$\frac{(\text{berat sampel (bk)} \times \%bo \text{ sampel}) - (\text{berat residu (bk)} \times \%bo \text{ residu}) - (\text{berat blangko (bk)} \times \%bo \text{ blangko})}{(\text{berat sampel (bk)} \times \%bo \text{ sampel})} \times 100\%$$

3.3.4.3. Kecernaan Protein Kasar (KcPK)

Penentuan kadar protein dilakukan menggunakan metode Kjeldahl melalui beberapa tahapan sebagai berikut :

1. Tahap destruksi (oksidasi)

Sampel Proses destruksi dilakukan di dalam lemari asam. Sebanyak 0,5 gram sampel ditimbang kemudian dimasukkan ke dalam labu Kjeldahl berukuran 100 ml. Selanjutnya ditambahkan 1 gram selenium dan 15 ml H₂SO₄ pekat ke dalam labu yang telah berisi sampel, dihomogenkan dengan cara digoyangkan perlahan hingga seluruh sampel terbasahi oleh H₂SO₄. Proses destruksi dilakukan hingga larutan menjadi jernih. Setelah itu, pemanasan dihentikan dan larutan didinginkan.

2. Tahap Pengenceran

Labu ukur 100 ml disiapkan dan diisi terlebih dahulu dengan aquadest hingga sepertiga volumenya. Corong kaca berbatang panjang dipasang untuk mencegah larutan mengenai dinding labu, kemudian larutan hasil destruksi dimasukkan ke dalam labu ukur. Labu kjeldahl dibilas menggunakan aquades dari botol semprot, dan hasil bilasan dimasukkan ke dalam labu ukur. Volume kemudian ditepatkan hingga tanda batas, labu ditutup dan dihomogenkan dengan cara dibolak-balik. Larutan selanjutnya dipindahkan ke dalam botol penyimpanan untuk proses destilasi.

3. Tahap destilasi dan titrasi

Peralatan destilasi disiapkan dan aliran air dijalankan. Sebanyak 10 ml larutan H_3BO_3 berindikator PP dipipet dan ditempatkan pada ujung destilasi sebagai penampung ke dalam labu destilasi dimasukkan secara berturut-turut 150 ml aquades, 20 ml NaOH 35%, dan 25 ml larutan hasil pengenceran. Labu segera ditutup dan dipanaskan menggunakan bunsen spiritus. Proses destilasi dilakukan hingga diperoleh ± 100 ml destilat. Pemanasan kemudian dihentikan, sambungan labu dibuka dan dibilas dengan aquadest. Destilat yang terkumpul selanjutnya dititrasi menggunakan larutan H_2SO_4 0,1 N secara perlahan sambil dihomogenkan dengan cara digoyangkan perlahan hingga terjadi perubahan warna. Volume titrasi yang digunakan kemudian dicatat.

Hitung volume titrasi.

$$\text{Protein Kasar (\%)} = \frac{(a-b) \times 0,014 \times 0,0965 \times 6,25 \times 10}{c} \times 100\%$$

Keterangan :

a : Volume titrasi

b : Volume blanko

c : Berat sampel

Kecernaan Protein Kasar (KcPK) dihitung berdasarkan rumus :

$$\frac{(\text{berat sampel} \times \% \text{ bk sampel} \times \% \text{ pk sampel}) - (\text{berat residu} \times \% \text{ bk residu} \times \% \text{ pk residu}) - \text{pk blanko}}{(\text{berat sampel} \times \% \text{ bk sampel} \times \% \text{ pk sampel})} \times 100\%$$

3.4 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian sudah dilaksanakan pada bulan April sampai Juli 2025 di Laboratorium Nutrisi Ruminansia Fakultas Peternakan Universitas Andalas untuk analisa pencernaan bahan kering (BK), bahan organik (BO) dan protein kasar (PK).



IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kecernaan Bahan Kering (BK)

Kecernaan bahan kering (BK) merupakan parameter utama dalam evaluasi kualitas ransum karena menggambarkan proporsi total nutrisi dalam pakan ternak yang mampu didegradasi oleh mikroba selama proses fermentasi (Firsoni dan Lisanti, 2017). Bahan kering terdiri atas fraksi protein, karbohidrat struktural, serta lipid sehingga nilai kecernaannya mencerminkan efisiensi secara keseluruhan dalam rumen (Van Soest, 1994). Rataan kecernaan bahan kering pada penelitian dapat dilihat pada tabel 7 :

Tabel 7. Rataan Kecernaan bahan kering (%)

Faktor A (Gambir)	Faktor B (PFAD)			Rataan
	B1 (1%)	B2 (2%)	B3 (3%)	
A1 (0,25%)	67,46±1,5 ^{aA}	69,85±1,73 ^{bA}	67,16±2,45 ^{aA}	68,15
A2 (0,50%)	66,76±5,3 ^{aA}	66,97±2,40 ^{aA}	68,31±4,42 ^{aA}	67,34
A3 (0,75%)	69,85±1,81 ^{aA}	70,54±1,8 ^{bA}	68,01±1,83 ^{bA}	69,46
Rataan	68,02	69,12	67,82	SE = 1,50

Ket. Huruf kecil pada baris dan huruf besar pada kolom yang sama menunjukkan adanya interaksi nyata ($P < 0,05$)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata kecernaan bahan kering pada berbagai kombinasi perlakuan berkisar antara 66,76 hingga 70,54%. Kisaran tersebut menunjukkan bahwa ransum berbasis *Tithonia diversifolia* memiliki tingkat kecernaan yang relatif baik meskipun hijauan *Tithonia* ini diketahui mengandung serat (Aye, 2016). Nilai kecernaan bahan kering tertinggi diperoleh pada kombinasi perlakuan A3B2 (0,75% ekstrak daun gambir dan 2% PFAD), sedangkan nilai terendah terjadi pada kombinasi dosis yang belum mampu menciptakan kondisi fermentasi yang optimal.

Hasil analisa ragam menunjukkan adanya interaksi nyata ($P < 0,05$) antara ekstrak daun gambir dan PFAD terhadap pencernaan bahan kering. Interaksi ini menunjukkan bahwa respons pencernaan tidak bersifat aditif sederhana, tetapi merupakan hasil sinergi antar komponen ransum di dalam sistem fermentasi rumen (Aloba *et al.*, 2022). Fenomena tersebut sejalan dengan laporan bahwa kombinasi senyawa bioaktif tanaman dan sumber energi dapat memodulasi aktivitas mikroba rumen secara kompleks. Di sisi lain, tithonia memiliki kandungan protein kasar yang relatif tinggi sehingga menyediakan nitrogen yang dibutuhkan untuk sintesis protein mikroba (Pratiwi, 2022). Ketersediaan nitrogen yang seimbang dengan suplai energi akan mengoptimalkan pertumbuhan mikroba dan aktivitas enzimatisnya dalam mendegradasi komponen bahan kering (Bach *et al.*, 2005). Pada taraf suplementasi 0,75%, tanin diduga masih berada pada ambang fisiologis yang tidak menghambat aktivitas enzim selulase (Besharati *et al.*, 2022).

PFAD berperan sebagai sumber energi berupa asam lemak bebas. Penambahan lipid dalam jumlah moderat sekitar 2% dapat meningkatkan densitas energi ransum tanpa menurunkan aktivitas bakteri selulolitik (Jenkins dan McGuire, 2006). Oleh karena itu, fermentasi meningkat dan pencernaan bahan kering menjadi lebih tinggi. Sebaliknya, peningkatan level PFAD hingga 3% menunjukkan kecenderungan penurunan pencernaan bahan kering. Secara fisik, akumulasi lipid dapat melapisi partikel pakan dan menghambat kolonisasi serta penetrasi enzim selulase terhadap dinding sel tanaman (Lock *et al.*, 2025).

Secara biologis, asam lemak bebas dalam konsentrasi tinggi dapat bersifat toksik terhadap bakteri gram positif di rumen, termasuk kelompok bakteri biohidrogenasi (Maia *et al.*, 2010). Kondisi ini menyebabkan degradasi serat

menurun meskipun kandungan energi ransum meningkat. Dilihat dari perspektif efisiensi energi, fermentasi yang lebih optimal juga berpotensi mengurangi kehilangan energi dalam bentuk metana karena hidrogen lebih banyak dimanfaatkan untuk sintesis biomassa mikroba dibandingkan untuk metanogenesis (Pereira *et al.*, 2022).

Kombinasi 0,75% ekstrak daun gambir dan 2% PFAD dapat dianggap sebagai titik keseimbangan optimal antara suplai senyawa bioaktif dan energi dalam ransum. Secara keseluruhan hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pencernaan bahan kering ransum berbasis *Tithonia* sangat dipengaruhi oleh keseimbangan antar senyawa bioaktif tanaman dan sumber energi lipid. Formulasi ransum yang tepat harus mempertimbangkan interaksi antar komponen nutrisi untuk mencapai efisiensi yang maksimal.

4.2 Pencernaan Bahan Organik (BO)

Pencernaan bahan organik (BO) merupakan parameter penting dalam mengevaluasi efisiensi fermentasi rumen karena fraksi bahan organik mencakup seluruh komponen nutrisi yang dapat dimanfaatkan oleh ternak, seperti protein, karbohidrat struktural dan non struktural, serta lemak (Van Soest, 1994). Berbeda dengan bahan kering yang masih mengandung fraksi abu (mineral), bahan organik lebih merepresentasikan komponen yang terbukti dapat difermentasi oleh mikroba rumen menjadi asam lemak *volatile fatty acids* (VFA), gas fermentasi, dan biomassa mikroba (Kobayashi *et al.*, 2016). Oleh sebab itu, peningkatan suplai energi metabolik bagi ternak ruminansia. Rataan pencernaan bahan kering pada penelitian dapat dilihat pada tabel 8 :

Tabel 8. Rataan Pencernaan bahan organik (%)

Faktor (Gambir)	Faktor B (PFAD)			Rataan
	B1 (1%)	B2 (2%)	B3 (3%)	
A1 (0,25%)	71,23±1,96 ^{aA}	71,26±2,02 ^{aA}	69,95±2,01 ^{aA}	70,81
A2 (0,50%)	70,13±2,46 ^{aA}	70,33±2,54 ^{aA}	70,97±3,36 ^{bA}	70,48
A3 (0,75%)	73,20±1,64 ^{aA}	73,47±5,13 ^{bA}	69,80±1,86 ^{cA}	72,16
Rataan	71,52	71,69	70,24	SE = 1,47

Ket. Huruf kecil pada baris dan huruf besar pada kolom yang sama menunjukkan adanya interaksi nyata ($P < 0,05$)

Nilai tertinggi diperoleh pada perlakuan A3B2 (0,75% ekstrak daun gambir + 2% PFAD) sebesar 73,47%, sedangkan nilai terendah terdapat pada perlakuan A3B3 (0,75% ekstrak daun gambir + 3% PFAD) sebesar 69,80%. Analisis ragam menunjukkan adanya interaksi nyata ($P < 0,05$) antara faktor ekstrak daun gambir dan PFAD terhadap pencernaan bahan organik, yang mengindikasikan bahwa respons pencernaan bahan organik dipengaruhi oleh keseimbangan antara senyawa bioaktif tanaman dan sumber energi lipid dalam sistem rumen (Jayanegara and Suhartanto, 2017).

Peningkatan pencernaan bahan kering pada perlakuan A3B2 diduga merupakan hasil interaksi sinergi antara tanin dalam gambir dan suplai energi dari PFAD yang menciptakan kondisi fermentasi lebih efisien. Tanin dalam konsentrasi moderat dilaporkan mampu menekan populasi protozoa rumen secara parsial tanpa menghambat populasi bakteri secara signifikan (Beauchemin *et al.*, 2008). Penurunan populasi protozoa menyebabkan berkurangnya predasi terhadap bakteri serta menekan degradasi protein berlebihan di dalam rumen, sehingga meningkatkan ketersediaan nitrogen untuk sintesis protein mikroba (Koenig *et al.*, 2000). Kondisi ini mendukung perkembangan bakteri fermentatif termasuk bakteri selulolitik dan amilolitik, yang berperan dalam degradasi bahan organik. Bahan organik ransum penelitian ini sebagian besar berasal dari fraksi serat (NDF dan

ADF) serta protein kasar hijauan seperti *Tithonia diversifolia* dari rumput pakchong (*Pennisetum purpureum* cv. Thailand). Fraksi serat struktural seperti selulosa dan hemiselulosa memerlukan aktivitas bakteri selulolitik untuk proses degradasinya (Terry *et al.*, 2019). Ketika populasi bakteri meningkat akibat berkurangnya kompetisi dengan protozoa, degradasi fraksi serat berlangsung lebih intensif sehingga produksi VFA, terutama asetat dan propionat, meningkat (Russell and Rychlik, 2001). Peningkatan degradasi komponen organik tersebut berkontribusi terhadap naiknya nilai pencernaan bahan organik (BO).

PFAD berperan sebagai sumber energi tambahan juga memperkuat mekanisme tersebut. Suplementasi lipid dalam jumlah moderat (sekitar 2% dari bahan kering) dilaporkan dapat meningkatkan densitas energi ransum tanpa menurunkan pencernaan serat secara signifikan. Menurut Hackmann and Firkins (2015) energi tambahan dalam bentuk asam lemak bebas membantu menyediakan ATP untuk sintesis biomassa mikroba dan produksi enzim fermentatif. Sinkronisasi antara ketersediaan energi dan nitrogen memungkinkan fermentasi bahan organik berlangsung lebih efisien, yang terlihat dari peningkatan nilai pencernaan bahan organik pada perlakuan A3B2. Sebaliknya, peningkatan PFAD pada level hingga 3% menyebabkan penurunan pencernaan bahan organik.

Pemberian lipid dalam jumlah tinggi dapat menurunkan pencernaan serat karena efek penghambatan terhadap bakteri selulolitik serta gangguan pada kolonisasi mikroba di permukaan partikel pakan (Beauchemin *et al.*, 2017). Di sisi lain, asam lemak bebas dalam konsentrasi tinggi dapat bersifat toksik terhadap bakteri Gram-positif, termasuk bakteri selulolitik utama di dalam rumen (Maia *et al.*, 2010). Penurunan aktivitas bakteri tersebut berdampak pada berkurangnya

degradasi fraksi organik, khususnya serat, sehingga nilai pencernaan bahan organik menurun pada perlakuan A3B3. Peningkatan level gambir hingga 0,75% tidak selalu menurunkan pencernaan bahan organik selama ketersediaan energi berada pada tingkat optimal. Tanin dalam dosis moderat mampu membentuk kompleks dengan protein pada saluran pencernaan berikutnya (Jayanegara *et al.*, 2019). Proses ini meningkatkan efisiensi penggunaan nitrogen dan mendukung pertumbuhan mikroba, yang pada akhirnya meningkatkan degradasi bahan organik secara keseluruhan.

Dapat dilihat dari sudut pandang efisiensi, peningkatan pencernaan bahan kering juga berkaitan dengan distribusi hidrogen dalam sistem rumen. Fermentasi bahan organik menghasilkan hidrogen yang dapat digunakan untuk sintesis metana atau dialihkan untuk pembentukan biomassa mikroba (Ungerfeld, 2015). Ketika fermentasi berlangsung lebih efisien dan populasi bakteri meningkat, sebagian hidrogen dimanfaatkan untuk pertumbuhan mikroba sehingga potensi kehilangan energi dalam bentuk metana dapat ditekan (Beauchemin *et al.*, 2017). Dengan demikian, peningkatan pencernaan bahan organik mencerminkan efisiensi konversi energi ransum yang lebih baik. Secara keseluruhan, pencernaan bahan organik ransum berbasis *Tithonia diversifolia* dipengaruhi oleh keseimbangan antara senyawa bioaktif dari ekstrak daun gambir dan suplai energi dari PFAD. Kombinasi 0,75% gambir dan 2% PFAD menghasilkan kondisi fermentasi rumen yang paling stabil dan efisien, sebaliknya pemberian PFAD pada level yang terlalu tinggi dapat menghambat aktivitas bakteri selulolitik dan menurunkan degradasi bahan organik. Oleh karena itu, optimasi dosis aditif dalam formulasi konsentrat hijauan tropis menjadi kunci untuk memaksimalkan efisiensi rumen secara berkelanjutan.

4.3 Kecernaan Protein Kasar (PK)

Kecernaan protein kasar (PK) merupakan indikator penting dalam menilai kualitas ransum ruminansia karena protein berfungsi ganda, yaitu sebagai sumber asam amino bagi ternak dan sebagai sumber nitrogen utama bagi mikroorganisme rumen untuk sintesis protein mikroba (Harahap dkk., 2025). Oleh karena itu, nilai kecernaan protein kasar mencerminkan efisiensi degradasi protein sekaligus efisiensi pemanfaatan nitrogen dalam sistem fermentasi rumen (Hristov *et al.*, 2015). Rataan kecernaan bahan protein kasar pada penelitian dapat dilihat pada tabel 9 :

Tabel 9. Rataan Kecernaan bahan protein kasar (%)

Faktor A (Gambir)	Faktor B (PFAD)			Rataan
	B1 (1%)	B2 (2%)	B3 (3%)	
A1 (0,25%)	72,54±0,55 ^{aB}	72,82±0,80 ^{aA}	70,17±1,5 ^{aA}	71,84
A2 (0,50%)	70,26±2,41 ^{aA}	70,43±0,12 ^{aB}	71,37±1,47 ^{aA}	70,69
A3 (0,75%)	73,52±0,77 ^{aA}	75,50±2,86 ^{bA}	71,00 ±4,28 ^{bA}	73,34
Rataan	72,10	72,92	70,85	SE = 1,08

Ket. Huruf kecil pada baris dan huruf besar pada kolom yang sama menunjukkan adanya interaksi sangat nyata ($P < 0,01$)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kecernaan protein kasar antara 70,17% hingga 75,50%. Nilai tertinggi diperoleh pada perlakuan A3B2 (0,75% ekstrak daun gambir + 2% PFAD) sebesar 75,50%, sedangkan nilai terendah terdapat pada perlakuan A1B3 (0,25% gambir + 3% PFAD) sebesar 70,17%. Analisis ragam menunjukkan adanya interaksi sangat nyata ($P < 0,01$) antara ekstrak daun gambir dan PFAD terhadap kecernaan protein kasar yang mengindikasikan bahwa respons kecernaan protein sangat dipengaruhi oleh kombinasi antara senyawa bioaktif tanaman dan ketersediaan energi dalam rumen (Jayanegara *et al.*, 2019). Tingginya nilai kecernaan protein kasar pada perlakuan

A3B2 (0,75% ekstrak daun gambir + 2% PFAD) mampu fermentasi yang optimal untuk degradasi dan pemanfaatan protein. Ekstrak daun gambir mengandung tanin terkondensasi yang mampu membentuk kompleks dengan protein sehingga melindungi protein dari degradasi berlebihan di dalam rumen (Alfaafa *et al.*, 2019; Ramaiyulis *et al.*, 2019).

Tanin membentuk kompleks dengan protein pada pH rumen sehingga sebagian protein terlindungi dari degradasi berlebihan oleh enzim proteolitik mikroba (Makkar, 2003). Mekanisme ini membantu mengurangi akumulasi amonia berlebih di rumen dan meningkatkan efisiensi penggunaan nitrogen. Di sisi lain, ikatan tanin protein bersifat reversibel. Pada kondisi pH dan lingkungan enzimatik tertentu, kompleks tersebut dapat terurai sehingga protein tetap tersedia untuk dicerna dan dimanfaatkan lebih lanjut (Franzolin *et al.*, 2010). Dalam kondisi *in vitro* penelitian ini pada perlakuan A3B2 (0,75% ekstrak daun gambir + 2% PFAD) menghasilkan keseimbangan antara proteksi dan ketersediaan protein, sehingga protein tidak terdegradasi secara berlebihan menjadi amonia, tetapi tetap cukup tersedia untuk mendukung sintesis protein mikroba.

PFAD dalam meningkatkan pencernaan protein kasar juga berkaitan dengan penyediaan energi fermentatif. Sintesis protein mikroba memerlukan energi dalam bentuk ATP yang dihasilkan dari fermentasi substrat organik (Hristov *et al.*, 2019). Suplementasi lipid dalam jumlah moderat dapat meningkatkan densitas energi ransum tanpa menurunkan aktivitas mikroba secara signifikan (Beauchemin *et al.*, 2017). Pada level 2%, PFAD diduga menyediakan energi yang cukup untuk mendukung pertumbuhan mikroba dan pemanfaatan amonia secara efisien menjadi protein mikroba, sehingga meningkatkan nilai pencernaan protein kasar. Sebaliknya,

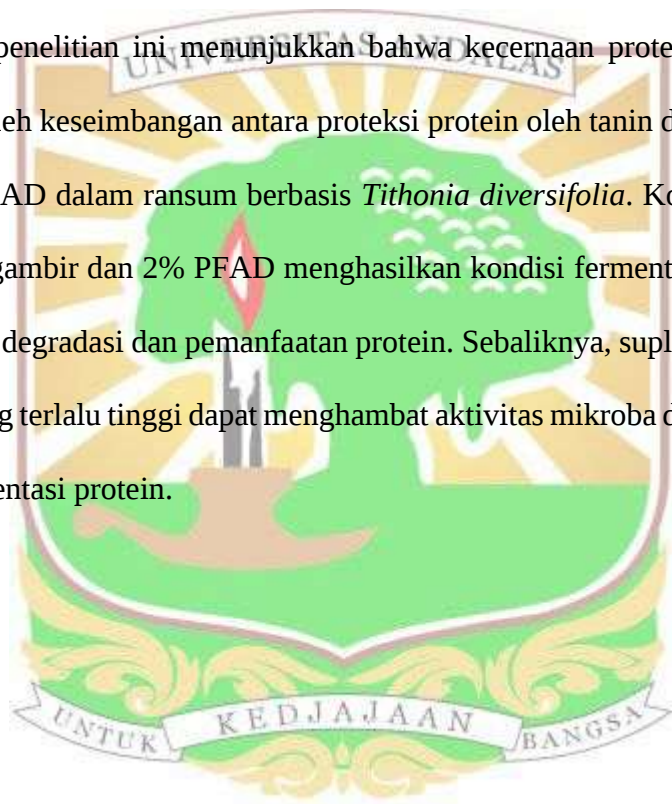
peningkatan PFAD hingga 3% menyebabkan penurunan pencernaan protein kasar. Konsentrasi lipid yang tinggi dilaporkan dapat menghambat pertumbuhan bakteri Gram-positif tertentu di rumen, termasuk bakteri yang terlibat dalam degradasi protein dan serat (Beauchemin *et al.*, 2017).

Lipid berlebih dapat melapisi partikel pakan dan menghambat interaksi antara enzim proteolitik dengan substrat protein, sehingga degradasi protein menjadi kurang optimal (Dewanckele *et al.*, 2020). Kondisi ini menjelaskan rendahnya pencernaan protein kasar pada perlakuan A3B3 (0,75% ekstrak daun gambir + 3% PFAD). Interaksi sangat nyata antara gambir dan PFAD menunjukkan bahwa efek proteksi protein oleh tanin sangat bergantung pada ketersediaan energi. Pada kondisi energi rendah (PFAD 1%), nitrogen hasil degradasi protein mungkin tidak sepenuhnya dimanfaatkan untuk sintesis protein mikroba karena keterbatasan energi (Hristov *et al.*, 2019). Sebaliknya, pada level energi optimal (PFAD 2%), terjadi sinkronisasi antara suplai nitrogen dan energi sehingga efisiensi sintesis protein mikroba meningkat dan pencernaan protein menjadi lebih tinggi (Bach *et al.*, 2005).

Dilihat dari perspektif metabolisme nitrogen, sinkronisasi energi dan nitrogen sangat penting karena amonia yang tidak segera dimanfaatkan akan diserap dan dikonversi menjadi urea, yang kemudian diekskresikan atau didaur ulang ke rumen (Hristov *et al.*, 2019). Kehilangan nitrogen dalam bentuk urea merupakan bentuk inefisiensi nutrisi. Oleh karena itu, nilai pencernaan protein kasar tertinggi pada perlakuan A3B2 (0,75% ekstrak daun gambir + 2% PFAD) menunjukkan bahwa nitrogen dimanfaatkan secara lebih efisien untuk pembentukan biomassa mikroba, selain meningkatkan efisiensi nitrogen,

peningkatan sintesis protein mikroba juga berkontribusi terhadap efisiensi energi fermentasi. Pemanfaatan hidrogen untuk pertumbuhan mikroba dapat mengurangi ketersediaannya untuk pembentukan metana, sehingga berpotensi menekan kehilangan energi dalam bentuk gas (Beauchemin *et al.*, 2017). Dengan demikian, peningkatan pencernaan protein kasar tidak hanya berdampak pada peningkatan suplai protein bagi ternak, tetapi juga pada efisiensi sistem fermentasi secara keseluruhan.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pencernaan protein kasar sangat dipengaruhi oleh keseimbangan antara proteksi protein oleh tanin dan ketersediaan energi dari PFAD dalam ransum berbasis *Tithonia diversifolia*. Kombinasi 0,75% ekstrak daun gambir dan 2% PFAD menghasilkan kondisi fermentatif yang paling optimal untuk degradasi dan pemanfaatan protein. Sebaliknya, suplementasi PFAD pada level yang terlalu tinggi dapat menghambat aktivitas mikroba dan menurunkan efisiensi fermentasi protein.



V. KESIMPULAN

5.1. Kesimpulan

Dapat disimpulkan bahwa konsentrat hijau berbasis *Tithonia diversifolia* dengan kombinasi ekstrak daun gambir dan PFAD meningkatkan pencernaan bahan

kering, bahan organik, dan protein kasar pada ternak ruminansia, dengan nilai pencernaan tertinggi untuk BK (70,54%), BO (73,47%), dan PK (75,50%). Perlakuan terbaik pada perlakuan A3B2 (penambahan ekstrak daun gambir 0,75% dan PFAD 2%). Kombinasi ini mampu meningkatkan keseimbangan optimal antara proteksi nitrogen oleh tanin dan suplai energi dari PFAD, sehingga meningkatkan efisiensi fermentasi rumen dan pemanfaatan nitrogen secara maksimal.

5.2. Saran

Dosis ekstrak daun gambir dan PFAD perlu diatur secara optimal, dan penelitian lanjutan disarankan untuk mengevaluasi pengaruhnya terhadap pertumbuhan dan produksi ternak secara menyeluruh.



DAFTAR PUSTAKA

Alfaafa, J., Sofyan, A., Sukria, H. A., and Istiqomah, L. 2019. Effect of tannin supplementation from *Uncaria gambir* extract on rumen fermentation, microbial protein and in vitro gas production. In IOP Conference Series. Earth and Environmental Science (Vol. 387, No. 1). IOP Publishing.

- Aloba, T. A., Dickhoefer, U., and Castro-Montoya, J. 2022. In Vitro Rumen Fermentation and Post-Ruminal Digestibility of Sorghum–Soybean Forage as Affected by Ensiling Length, Storage Temperature, and Its Interactions with Crude Protein Levels. *Animals*, 12(23), 3400.
- As-Shiddiq, M. I., Zulianti, E., and Fernandes, A. 2026. Use of Tithonia Compost (*Tithonia diversifolia*) as an Alternative Fertilizer in the Disaster-Prone Area of Bukik Batabuah. *Journal of Sustainable Agro Integrated Systems*, 1(1), 1-8.
- Aye, P. A. 2016. Comparative nutritive value of *Moringa oleifera*, *Tithonia diversifolia* and *Gmelina arborea* leaf meals. *American Journal of Food and Nutrition*, 6(1), 23-32.
- Bach, A., Calsamiglia, S., and Stern, M. D. 2005. Nitrogen metabolism in the rumen. *Journal of dairy science*, 88, E9-E21.
- Barreto-Cruz, O. T., Henao Zambrano, J. C., Ospina Barrero, M. A., and Castañeda-Serrano, R. D. 2024. Effects of *Tithonia diversifolia* extract as a feed additive on digestibility and performance of hair lambs. *Animals*, 14(24), 3648.
- Beauchemin, K. A., Kreuzer, M., O'mara, F., and McAllister, T. A. 2008. Nutritional management for enteric methane abatement: a review. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 48(2), 21-27.
- Besharati, M., Maggiolino, A., Palangi, V., Kaya, A., Jabbar, M., Eseceli, H., ... and Lorenzo, J. 2022. Tannin in ruminant nutrition. *Molecules*, 27(23).
- Blümmel, M., Steingaß, H., and Becker, K. 1997. The relationship between in vitro gas production, in vitro microbial biomass yield and 15N incorporation and its implications for the prediction of voluntary feed intake of roughages. *British Journal of Nutrition*, 77(6), 911-921.
- Brutti, D. D., Canozzi, M. E. A., Sartori, E. D., Colombatto, D., and Barcellos, J. O. J. 2023. Effects of the use of tannins on the ruminal fermentation of cattle: A meta-analysis and meta-regression. *Animal Feed Science and Technology*, 306, 115806.
- Calsavara, L. H. F., Ribeiro, R. S., Silveira, S. R., Delarota, G., Freitas, D. S., Sacramento, J. P., ... and Maurício, R. M. 2016. Potencial forrageiro da *Tithonia diversifolia* para alimentação de ruminantes. *Livestock research for rural development*, 28(2), 17.

- Cuervo, W., Gomez-Lopez, C., and DiLorenzo, N. 2025. Methane synthesis as a source of energy loss impacting microbial protein synthesis in beef cattle—A review. *Methane*, 4(2), 10.
- Dahlya, D., Zain, M., Agustin, F., Pazla, R., Yanti, G., and Ikhlas, Z. 2025. Rumen fermentation profiles of sorghum-legume mixtures: A strategy for sustainable and efficient ruminant feeding. *International Journal of Veterinary Science*, 14(5), 1047-1055.
- Dai, X., and Faciola, A. P. 2019. Evaluating strategies to reduce ruminal protozoa and their impacts on nutrient utilization and animal performance in ruminants—a meta-analysis. *Frontiers in Microbiology*, 10, 2648.
- Denian, A., Hadad, M., dan Wahyuni, S. 2008. Karakteristik Pohon Induk Gambir (*Uncaria gambir* (Hunter) Roxb.) di Sentra Produksi Sumatera Barat dan Riau. *Bul. Penelit. Tanam. Rempah Obat*, 19, 18-38.
- Dewanckele, L., Toral, P. G., Vlaeminck, B., and Fievez, V. 2020. Invited review: Role of rumen biohydrogenation intermediates and rumen microbes in diet-induced milk fat depression: An update. *Journal of dairy science*, 103(9), 7655-7681.
- Faradilla, F., Nuswantara, L. K., Christiyanto, M., dan Pangestu, E. 2019. Kecernaan bahan kering, bahan organik, lemak kasar dan total digestible nutrients berbagai hijauan secara in vitro. *Jurnal Litbang Provinsi Jawa Tengah*, 17(2), 185-193.
- Firsoni, F., dan Lisanti, E. 2017. Potensi pakan ruminansia dengan penampilan produksi gas secara in vitro. *Jurnal Peternakan Indonesia (Indonesian Journal of Animal Science)*, 19(3), 140-148.
- Franzolin, R., Garcia, V. P., Soares, W. V., and Costa, F. A. 2010. Influence of palm fatty acid distillate on rumen degradability and protozoa population in buffaloes. *Italian Journal of Animal Science*, 9(4), e75.
- Gallego-Castro, L. A., Mahecha-Ledesma, L., and Angulo-Arizala, J. 2014. Potencial forrajero de *Tithonia diversifolia* Hemsl: A Gray en la producción de vacas lecheras. *Agronomía Mesoamericana*, 25(2), 393-403.
- Hackmann, T. J., and Firkins, J. L. 2015. Maximizing efficiency of rumen microbial protein production. *Frontiers in microbiology*, 6, 465.
- Hambakodu, M. 2021. Evaluasi nilai nutrisi dan pencernaan in vitro beberapa rumput alam dari lahan perkebunan dan padang penggembalaan. *Jurnal Peternakan Indonesia (Indonesian Journal of Animal Science)*, 23(2), 130-135.

- Harahap, A. E., Ali, A., dan Solfan, B. 2025. Kecernaan dan Karakteristik Fermentasi Rumen Silase Sorgum dan Indigofera sebagai Pakan Sumber Energi dan Protein secara In Vitro. *Jurnal Triton*, 16(2), 357-365.
- Hernaman, I., Tarmidi, A. R., and Dhalika, T. 2017. In vitro digestibility of rice straw-based rations of dairy cows containing fermented concentrate by *Saccharomyces cerevisiae* and Effective Microorganisms-4 (EM-4). *Bul. Peternak*, 41(4), 407-412.
- Hidayat, F. (2022). Pengolahan lahan gambir untuk pengelolaan DAS berkelanjutan. UMSB Press.
- Hristov, A. N., Etter, R. P., Ropp, J. K., and Grandeen, K. L. 2004. Effect of dietary crude protein level and degradability on ruminal fermentation and nitrogen utilization in lactating dairy cows. *Journal of Animal Science*, 82(11), 3219-3229.
- Jama, B., Palm, C. A., Buresh, R. J., Niang, A. L., Gachengo, C., Nziguheba, G., and Amadalo, B. 2000. *Tithonia diversifolia* as a green manure for soil fertility improvement in western Kenya: A review. *Agroforestry systems*, 49(2), 201-221.
- Jayanegara, A., dan Sofyan, A. 2008. Penentuan aktivitas biologis tanin beberapa hijauan secara in vitro menggunakan 'Hohenheim gas test' dengan polietilen glikol sebagai determinan. *Tropical Animal Science Journal*, 31(1).
- Jenkins, T. C., and McGuire, M. A. 2006. Major advances in nutrition: impact on milk composition. *Journal of dairy science*, 89(4), 1302-1310.
- Kobayashi, Y., Oh, S., Myint, H., and Koike, S. 2016. Use of Asian selected agricultural byproducts to modulate rumen microbes and fermentation. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 7(1), 70.
- Koenig, K. M., Newbold, C. J., McIntosh, F. M., and Rode, L. M. 2000. Effects of protozoa on bacterial nitrogen recycling in the rumen. *Journal of animal science*, 78(9), 2431-2445.
- Langyan, S., Bhardwaj, R., Kumari, J., Jacob, S. R., Bisht, I. S., Pandravada, S. R., ... and Rana, J. C. 2022. Nutritional diversity in native germplasm of maize collected from three different fragile ecosystems of India. *Frontiers in Nutrition*, 9, 812599.
- Lock, A. L., dos Santos Neto, J. M., and de Souza, J. 2025. Invited review: Moving from dietary fat to fatty acids—New insights into how fatty acids affect

- digestibility, metabolism, and performance in dairy cows. *Journal of dairy science*, 108(11), 11733-11756.
- Mahecha, L., and Rosales, M. 2005. Valor nutricional del follaje de botón de oro *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray, en la producción animal en el trópico. *Livestock research for rural development*, 17(9), 1.
- Mahendra, I., dan Azhar, M. 2022. Ekstraksi dan Karakterisasi Katekin Dari Gambir (*Uncaria Gambir* Roxb). *Chemistry Journal of Universitas Negeri Padang*, 11(1), 5-7.
- Maia, M. R., Chaudhary, L. C., Bestwick, C. S., Richardson, A. J., McKain, N., Larson, T. R., ... and Wallace, R. J. 2010. Toxicity of unsaturated fatty acids to the biohydrogenating ruminal bacterium, *Butyrivibrio fibrisolvens*. *BMC microbiology*, 10(1), 52.
- Makkar, H. P. 2003. Effects and fate of tannins in ruminant animals, adaptation to tannins, and strategies to overcome detrimental effects of feeding tannin-rich feeds. *Small ruminant research*, 49(3), 241-256.
- Niderkorn, V., and Baumont, R. 2009. Associative effects between forages on feed intake and digestion in ruminants. *Animal*, 3(7), 951-960.
- Ningrat, R. W. S., dan Hellyward, J. 2024. Strategi Mitigasi Emisi Metana Pada Ruminansia: Sebuah Tinjauan: Strategi Mitigasi Emisi Metana Pada Ruminansia: Sebuah Tinjauan. *Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Peternakan*, 27(1), 38-50.
- Obiakara, M. C., and Fourcade, Y. 2018. Climatic niche and potential distribution of *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray in Africa. *PLoS One*, 13(9), e0202421.
- Patra, A. K. 2012. Enteric methane mitigation technologies for ruminant livestock: a synthesis of current research and future directions. *Environmental monitoring and assessment*, 184(4), 1929-1952.
- Patra, A., Park, T., Kim, M., and Yu, Z. 2017. Rumen methanogens and mitigation of methane emission by anti-methanogenic compounds and substances. *Journal of animal science and biotechnology*, 8(1), 13.
- Pazla, R., Jamarun, N., Zain, M., Arief, Yanti, G., Putri, E. M., and Candra, R. H. 2022. Impact of *Tithonia diversifolia* and *Pennisetum purpureum*-based ration on nutrient intake, nutrient digestibility and milk yield of Etawa crossbreed dairy goat. *International Journal of Veterinary Science*, 11(3), 327-335.

- Pereira, A. M., de Lurdes Nunes Enes Dapkevicius, M., and Borba, A. E. 2022. Alternative pathways for hydrogen sink originated from the ruminal fermentation of carbohydrates: Which microorganisms are involved in lowering methane emission?. *Animal Microbiome*, 4(1), 5.
- Pérez-Márquez, S., Ovani, V. S., Lima, P. D. M. T., Lana, Â. M. Q., Louvandini, H., Abdalla, A. L., and Mauricio, R. M. 2023. *Tithonia diversifolia* improves in vitro rumen microbial synthesis of sheep diets without changes in total gas and methane production. *Agronomy*, 13(11), 2768.
- Pino, F., Mitchell, L. K., Jones, C. M., and Heinrichs, A. J. 2018. Comparison of diet digestibility, rumen fermentation, rumen rate of passage, and feed efficiency in dairy heifers fed ad-libitum versus precision diets with low and high quality forages. *Journal of Applied Animal Research*, 46(1), 1296-1306.
- Pratiwi, S. 2022. Pengaruh Lama Fermentasi dan Dosis Inokulum *Bacillus amyloliquefaciens* terhadap Kandungan Nutrisi Daun Paitan (*Tithonia diversifolia*). *Pastura: Journal of Tropical Forage Science*, 11(2), 91-95.
- Purnama, K. O., Setyaningsing, D., Hambali, E. R. L. I. Z. A., and Taniwiryono, D. A. R. M. O. N. O. 2021. Peluang Palm Fatty Acid Distillate Dari Industri Minyak Sawit Dalam Pembuatan Mono-Digliserida. *Perspektif Review Pertanian Tanaman Industri*, 20(1), 11.
- Rahmadi, D., Muktiani, A., Pangestu, E., Achmadi, J., Christiyanto, M., and Sunarso, S. Surahmanto. 2010. *Ruminologi Dasar*. Jurusan Nutrisi dan Makanan Ternak Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro. Sekawan, Semarang.
- Ramaiyulis, R., Zain, M., Ningrat, R. W. S., & Warly, L. 2019b. Protection of protein in cattle feed supplement from rumen microbial degradation with addition of gambier leaf residue. *IJZR*, 15(1), 6-12.
- Ramaiyulis, R., Zain, M., Ningrat, R. W. S., and Warly, L. 2019a. Optimization of rumen microbial protein synthesis by addition of Gambier leaf residue to cattle feed supplement. *Pakistan Journal of Nutrition*, 18(1), 12-19.
- Russell, J. B., and Rychlik, J. L. 2001. Factors that alter rumen microbial ecology. *Science*, 292(5519), 1119-1122.
- Ryel Min, B., McTear, K., Wang, H. H., Joakin, M., Gurung, N., Abrahamsen, F., ... and Zeller, W. E. 2020. Influence of elevated protein and tannin-rich peanut skin supplementation on growth performance, blood metabolites,

- carcass traits and immune-related gene expression of grazing meat goats. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 104(1), 88-100.
- Saad, M. F. M., Goh, H. H., Rajikan, R., Yusof, T. R. T., Baharum, S. N., and Bunawan, H. 2020. *Uncaria gambir* (W. Hunter) Roxb: From phytochemical composition to pharmacological importance. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, 19(8), 1767-1773.
- Singer, W. M., Lee, Y. C., Shea, Z., Vieira, C. C., Lee, D., Li, X., ... and Zhang, B. 2023. Soybean genetics, genomics, and breeding for improving nutritional value and reducing antinutritional traits in food and feed. *The Plant Genome*, 16(e20415).
- Sundram, K., Sambanthamurthi, R., and Tan, Y. A. 2003. Palm fruit chemistry and nutrition. *Asia Pacific journal of clinical nutrition*, 12(3).
- Terry, S. A., Badhan, A., Wang, Y., Chaves, A. V., and McAllister, T. A. 2019. Fibre digestion by rumen microbiota—a review of recent metagenomic and metatranscriptomic studies. *Canadian Journal of Animal Science*, 99(4), 678-692.
- Terry, S. A., Ribeiro, R. S., Freitas, D. S., Delarota, G. D., Pereira, L. G. R., Tomich, T. R., ... and Chaves, A. V. 2016. Effects of *Tithonia diversifolia* on in vitro methane production and ruminal fermentation characteristics. *Animal Production Science*, 56(3), 437-441.
- Tessema, Z. K., Mihret, J., and Solomon, M. 2010. Effect of defoliation frequency and cutting height on growth, dry-matter yield and nutritive value of Napier grass (*Pennisetum purpureum* (L.) Schumach). *Grass and forage science*, 65(4), 421-430.
- Tilley, J. M. A., and Terry, D. R. 1963. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *Grass and forage science*, 18(2), 104-111.
- Ungerfeld, E. M. 2015. Shifts in metabolic hydrogen sinks in the methanogenesis-inhibited ruminal fermentation: a meta-analysis. *Frontiers in microbiology*, 6, 37.
- Uu-Espens, C. E., Pozo-Leyva, D., Aryal, D. R., Dzib-Castillo, B. B., Villanueva-López, G., Casanova-Lugo, F., ... and Canúl-Solís, J. R. 2023. Biomass production and chemical composition of *Tithonia diversifolia* by the date of harvesting at different cutting heights. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 26(3).
- Van Soest, P. J. 1994. *Nutritional ecology of the ruminant*. Cornell university press.

- Vinyard, J. R., and Faciola, A. P. 2022. Unraveling the pros and cons of various in vitro methodologies for ruminant nutrition: a review. *Translational Animal Science*, 6(4), txac130.
- Wahyuni, I. M. D., Muktiani, A., and Christiyanto, M. 2014. Kecernaan bahan kering dan bahan organik dan degradabilitas serat pada pakan yang disuplementasi tanin dan saponin. *Jurnal Agripet*, 14(2), 115-124.
- Wanapat, M., Kongmun, P., Pongchompu, O., Cherdthong, A., Khejornsart, P., Pilajun, R., and Kaenpakdee, S. 2012. Effects of plants containing secondary compounds and plant oils on rumen fermentation and ecology. *Tropical Animal Health and Production*, 44(3), 399-405.
- Wilkinson, J. M., and Lee, M. R. F. 2018. Use of human-edible animal feeds by ruminant livestock. *Animal*, 12(8), 1735-1743.
- Yáñez-Ruiz, D. R., Bannink, A., Dijkstra, J., Kebreab, E., Morgavi, D. P., O’Kiely, P., ... and Hristov, A. N. 2016. Design, implementation and interpretation of in vitro batch culture experiments to assess enteric methane mitigation in ruminants—a review. *Animal Feed Science and Technology*, 216, 1-18.
- Zain, M., Tanuwiria, U. H., Syamsu, J. A., Yunilas, Y., Pazla, R., Putri, E. M., ... and Bagaskara, B. 2024. Nutrient digestibility, characteristics of rumen fermentation, and microbial protein synthesis from Pesisir cattle diet containing non-fiber carbohydrate to rumen degradable protein ratio and sulfur supplement. *Veterinary World*, 17(3), 672.
- Zhang, J., Zheng, N., Shen, W., Zhao, S., and Wang, J. 2020. Synchrony degree of dietary energy and nitrogen release influences microbial community, fermentation, and protein synthesis in a rumen simulation system. *Microorganisms*, 8(2), 231.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Rataan Kecernaan Bahan Kering (BK)

Faktor A (Gambir)	Faktor B (PFAD)			Rataan
	B1(1%)	B2 (2%)	B3 (3%)	
A1 (0,25%)	67,46±1,5 ^{aA}	69,85 ±1,73 ^{bA}	67,16±2,45 ^{aA}	68,15
A2 (0,50%)	66,76±5,3 ^{aA}	66,97±2,40 ^{aA}	68,31±4,42 ^{aA}	67,34
A3 (0,75%)	69,85±1,81 ^{aA}	70,54±1,8 ^{bA}	68,01±1,83 ^{bA}	69,46

Rataan	68,02	69,12	67,82	SE = 1,50
--------	-------	-------	-------	-----------

Tabel Analisis Ragam Bahan Kering (BK)

SK	DB	JK	KT	F HITUNG	F TABEL		ket
					0,05	0,01	
KELOMPOK	2	100,52	50,26	26,03	3,63	6,23	**
FAKTOR A	2	10,82	5,41	2,80	3,63	6,23	NS
FAKTOR B	2	9,34	4,67	2,42	3,63	6,23	NS
INTERAKSI	4	40,75	10,19	5,28	3,01	4,77	*
GALAT	16	30,89	1,93				
TOTAL	26	192,32					

Perhitungan Statistik :

$$FK = (1840,69)^2/27=125486,39$$

$$JKT=(66,24)^2+(66,92)^2+(66,75)^2+(66,35)^2+(65,10)^2+....+(67,95)^2-125486,39=100,52$$

$$JKP= \frac{(204,04)^2+(205,52)^2+(201,48)^2}{3} - 125486,39= 40,75$$

$$JKA= \frac{(611,04)^2+(608,20)^2+(621,45)^2}{9} - 125486,39=10,82$$

$$JKB= \frac{(614,50)^2+(619,53)^2+(606,66)^2}{9} - 125486,39= 9,34$$

$$JKAB= \frac{(204,04)^2+(205,52)^2+(201,48)^2}{3} - 125486,39 -10,82-9,34=40,75$$

$$SE = 1,50$$

$$KTK= JKK/DBK = 50,26$$

$$KTA = JKA/DBA =5,41$$

$$KTB = JKB/DBB =4,67$$

$$KTAB = KTA/KTB =10,19$$

Uji Duncan Multiple Range Test (DMRT) BK%

Urutan	Perlakuan	Rataan (%)	notasi
1	A3B2	70,54	aA
2	A3B1	69,85	aA
3	A1B2	69,85	aA

4	A2B3	68,31	bA
5	A3B3	68,01	bA
6	A1B1	67,46	aA
7	A1B3	67,16	aA
8	A2B2	66,97	aA
9	A2B1	66,76	bA

Uji Lanjut DMRT

a. Kesalahan Baku (Standar Error)

$$SE = 1,50$$

b. Tabel SSR dan LSR 1% dan 5%

$$LSR = SE \times SSR$$

Nilai Perlakuan	SE	SSR		LSR	
		5%	1%	5%	1%
2	1,50	2,998	2,24	4,604	3,44
3	1,50	3,144	2,35	4,992	3,73
4	1,50	3,235	2,42	5,250	3,92
5	1,50	3,297	2,46	5,438	4,06
6	1,50	3,343	2,50	5,582	4,17
7	1,50	3,376	2,52	5,698	4,25
8	1,50	3,402	2,54	5,795	4,33
9	1,50	3,422	2,56	5,879	4,39

c. Urutan terbesar – terkecil

Urutan	Perlakuan	Rataan (%)
1	A3B2	70,54
2	A3B1	69,85
3	A1B2	69,85
4	A2B3	68,31

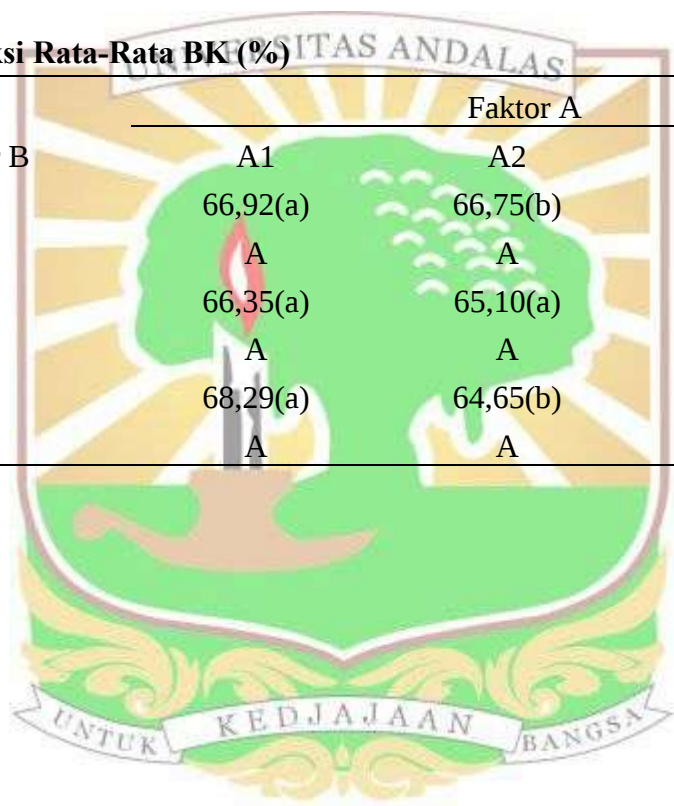
5	A3B3	68,01
6	A1B1	67,46
7	A1B3	67,16
8	A2B2	66,97
9	A2B1	66,76

Uji lanjut BNT (Interaksi)

BNT = 3,091898029

Tabel Interaksi Rata-Rata BK (%)

Faktor B	Faktor A		
	A1	A2	A3
B1	66,92(a) A	66,75(b) A	66,24(a) A
B2	66,35(a) A	65,10(a) A	63,39(a) A
B3	68,29(a) A	64,65(b) A	64,65(bc) A



Lampiran 2. Rataan Kecernaan Berat Organik (BO)

Faktor (Gambir)	Faktor B (PFAD)			Rataan
	B1 (1%)	B2 (2%)	B3 (3%)	
A1 (0,25%)	71,23±1,96 ^{aA}	71,26±2,02 ^{aA}	69,95±2,01 ^{aA}	70,81
A2 (0,50%)	70,13±2,46 ^{aA}	70,33±2,54 ^{aA}	70,97±3,36 ^{bA}	70,48
A3 (0,75%)	73,20±1,64 ^{aA}	73,47±5,13 ^{bA}	69,80±1,86 ^{cA}	72,16
Rataan	71,52	71,69	70,24	SE = 1,47

Tabel Analisis Ragam Berat Organik (BO)

SK	DB	JK	KT	F HITUNG	F TABEL		ket
					0,05	0,01	
KELOMPOK	2	97,34	48,67	27,37	3,63	6,23	**
FAKTOR A	2	14,15	7,07	3,98	3,63	6,23	NS
FAKTOR B	2	11,25	5,62	3,16	3,63	6,23	NS
INTERAKSI	4	29,60	7,40	4,16	3,01	4,77	*
GALAT	16	28,45	1,78				
TOTAL	26	180,79					

Perhitungan Statistik :

$$FK = (1920,99)^2 / 27 = 136674,06$$

$$JKT = (57,90)^2 + (65,90)^2 + (58,92)^2 + (55,64)^2 + (60,91)^2 + (72,66)^2 + (63,16)^2 + (53,24)^2 + (64,46)^2 + \dots + (61,47)^2 - 136674,06 = 112,29$$

$$JKP = \frac{(213,70)^2 + (213,77)^2 + (209,86)^2}{3} - 136674,06 = 43,74$$

$$JKA = \frac{(637,33)^2 + (634,29)^2 + (649,37)^2}{9} - 136674,06 = 14,15$$

$$JKB = \frac{(643,69)^2 + (645,14)^2 + (632,16)^2}{9} - 136674,06 = 11,25$$

$$JKAB = \frac{(637,33)^2 + (634,29)^2 + (649,37)^2}{3} - 136674,06 - 14,15 - 11,25 = 29,60$$

$$SE = 1,47$$

$$KTK = JKK / DBK = 48,67$$

$$KTA = JKA / DBA = 7,07$$

$$KTB = JKB / DBB = 5,62$$

$$KTAB = KTA / KTB = 7,40$$

Uji Duncan Multiple Range Test (DMRT) BO (%)

Urutan	Perlakuan	Rataan (%)	Notasi
1	A3B2	73,47	aA
2	A3B1	73,20	aA
3	A1B2	71,26	aA

4	A1B1	71,23	aA
5	A2B3	70,97	bA
6	A2B2	70,33	aA
7	A2B1	70,13	aA
8	A1B3	69,95	aA
9	A3B3	69,80	cA

Uji Lanjut DMRT

a. Kesalahan Baku (Standar Error)

$$SE = 1,47$$

b. Tabel SSR dan LSR 1% dan 5%

$$LSR = SE \times SSR$$

Nilai Perlakuan	SE	SSR		LSR	
		5%	1%	5%	1%
2	1,47	2,998	2,31	4,604	3,55
3	1,47	3,144	2,42	4,992	3,85
4	1,47	3,235	2,49	5,250	4,04
5	1,47	3,297	2,54	5,438	4,19
6	1,47	3,343	2,57	5,582	4,30
7	1,47	3,376	2,60	5,698	4,39
8	1,47	3,402	2,62	5,795	4,46
9	1,47	3,422	2,64	5,879	4,53

c. Urutan terbesar – terkecil

Urutan	Perlakuan	Rataan (%)
1	A3B2	73,47
2	A3B1	73,20
3	A1B2	71,26

4	A1B1	71,23
5	A2B3	70,97
6	A2B2	70,33
7	A2B1	70,13
8	A1B3	69,95
9	A3B3	69,80

Uji lanjut BNT (Interaksi)

BNT = 2,726503083

Tabel Interaksi Rata-Rata BO (%)

faktor B	faktor A		
	A1	A2	A3
B1	71,26(a) A	71,23(a) A	69,95(a) A
B2	70,97(a) A	70,33(a) A	70,13(a) A
B3	73,47(a) A	73,20(bc) A	69,80(c) A

Lampiran 3. Rataan Kecernaan Protein Kasar (PK)

Faktor A (Gambir)	Faktor B (PFAD)			Rataan
	B1 (1%)	B2 (2%)	B3 (3%)	
A1 (0,25%)	72,54±0,55 ^{aB}	72,82±0,80 ^{aA}	70,17±1,5 ^{aA}	71,84
A2 (0,50%)	70,26±2,41 ^{aA}	70,43±0,12 ^{aB}	71,37±1,47 ^{aA}	70,69
A3 (0,75%)	73,52±0,77 ^{aA}	75,50±2,86 ^{bA}	71,00 ±4,28 ^{bA}	73,34
Rataan	72,10	72,92	70,85	SE = 1,08

Tabel Analisis Ragam Protein Kasar (PK)

SK	DB	JK	KT	F HITUNG	F TABEL		ket
					0,05	0,01	
KELOMPOK	2	,41	0,20292	0,04	3,63	6,23	NS
FAKTOR A	2	32,01	16,00408	3,16	3,63	6,23	NS
FAKTOR B	2	19,47	9,73260	1,92	3,63	6,23	NS
INTERAKSI	4	25,31	6,32625	1,25	3,01	4,77	*
GALAT	16	81,15	5,07212				
TOTAL	26	158,34					

Perhitungan Statistik :

$$FK = (1942,68)^2 / 27 = 139738,4441$$

$$JKT = (73,01)^2 + (72,67)^2 + (71,93)^2 + (72,64)^2 + \dots + (66,11)^2 - 139738,4441 = 0,202$$

$$JKP = \frac{(214,98)^2 + (211,60)^2 + (209,35)^2}{3} - 139777,9834 = ,41$$

$$JKA = \frac{(648,54)^2 + (656,25)^2 + (637,62)^2}{9} - 139738,4441 = 32,01$$

$$JKB = \frac{(646,19)^2 + (635,16)^2 + (660,06)^2}{9} - 139738,4441 = 19,47$$

$$JKAB = \frac{(214,98)^2 + (211,60)^2 + (209,35)^2}{3} - 139738,4441 = 25,31$$

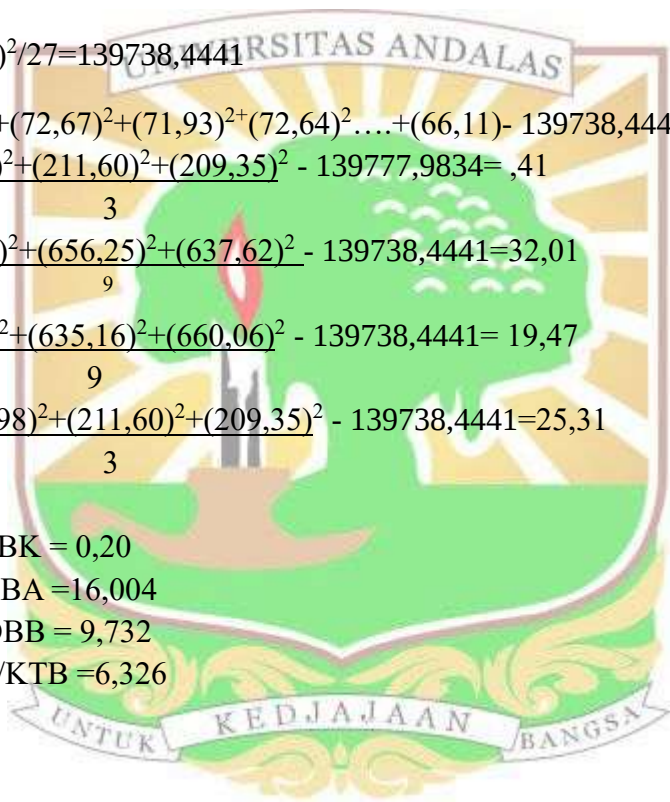
$$SE = 1,08$$

$$KTK = JKK / DBK = 0,20$$

$$KTA = JKA / DBA = 16,004$$

$$KTB = JKB / DBB = 9,732$$

$$KTAB = KTA / KTB = 6,326$$



Uji Duncan Multiple Range Test (DMRT) PK (%)

Urutan	Perlakuan	Rataan (%)	Notasi
1	A3B2	75,50	aA
2	A3B1	73,52	aA
3	A1B2	72,82	aB

4	A1B1	72,54	aA
5	A2B3	71,37	bA
6	A3B3	71,00	bA
7	A2B2	70,43	aB
8	A2B1	70,26	aA
9	A1B3	70,17	aA

Uji Lanjut DMRT

a. Kesalahan Baku (Standar Error)

SE = 1,08

b. Tabel SSR dan LSR 1% dan 5%

LSR = SE x SSR

Nilai Perlakuan	SE	SSR		LSR	
		5%	1%	5%	1%
2	1,08	2,998	3,90	4,604	5,99
3	1,08	3,144	4,09	4,992	6,49
4	1,08	3,235	4,21	5,250	6,83
5	1,08	3,297	4,29	5,438	7,07
6	1,08	3,343	4,35	5,582	7,26
7	1,08	3,376	4,39	5,698	7,41
8	1,08	3,402	4,42	5,795	7,53
9	1,08	3,422	4,45	5,879	7,64

c. Urutan terbesar – terkecil

Urutan	Perlakuan	Rataan (%)
1	A3B2	75,50
2	A3B1	73,52
3	A1B2	72,82
4	A1B1	72,54

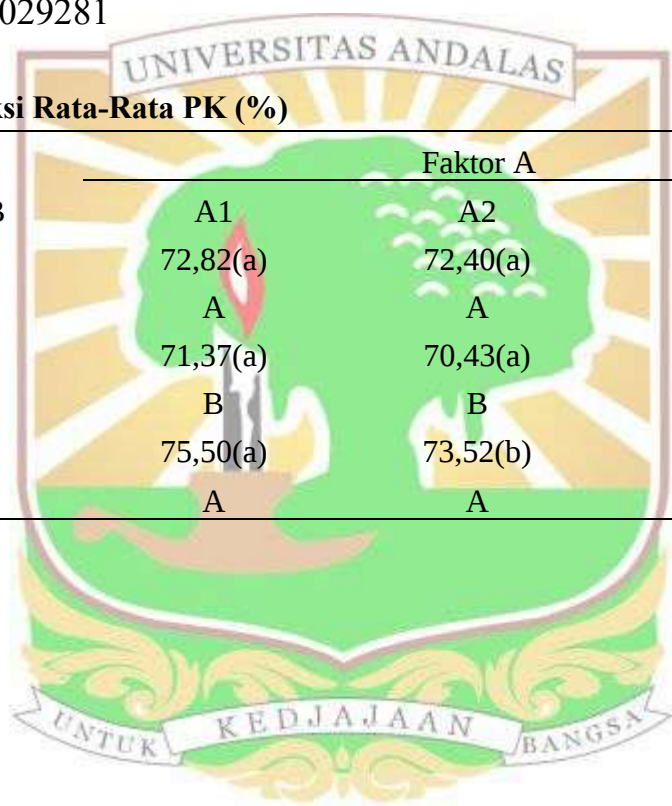
5	A2B3	71,37
6	A3B3	71,00
7	A2B2	70,43
8	A2B1	70,26
9	A1B3	70,17

Uji lanjut BNT (Interaksi)

BNT = 0,030029281

Tabel Interaksi Rata-Rata PK (%)

Faktor B	Faktor A		
	A1	A2	A3
B1	72,82(a) A	72,40(a) A	70,17(a) A
B2	71,37(a) B	70,43(a) B	70,26(a) A
B3	75,50(a) A	73,52(b) A	71,00(b) A



Lampiran 4. Dokumentasi



Persiapan *In-Vitro*



Penyaringan rumen



In Vitro



Penimbangan sampel
BK



Pengovenan BK



Setelah ditanur



Penimbangan sampel
PK



Penambahan H_2SO_4



Pembakaran



Sampel PK



Sebelum titrasi PK



Setelah titrasi PK



Lampiran 5. Data Analisis Laboratorium



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN
TEKNOLOGI
LABORATORIUM ILMU NUTRISI RUMINANSIA FAKULTAS
PETERNAKAN UNIVERSITAS ANDALAS
Kampus Limau Manis Padang 25163
Fax : (0751)71464, <http://fakultas.peternakan.unand.ac.id>, email: info@fakultas.peternakan.unand.ac.id

DATA HASIL ANALISIS

No. 85 /B/06/UN.16.1/LNR-2026

Kepala Laboratorium Ilmu Nutrisi Ruminansia dengan ini menerangkan bahwa:

Nama : Damaiyanti

“Optimasi Konsentrat Hijau Berbasis *Tithonia diversifolia* Dengan Ekstrak Daun Gambir Dan PFAD (*Palm Fatty Acid Distillate*) Terhadap Kecernaan Bahan Kering, Bahan Organik, dan Protein Kasar Secara *In Vitro*”

Telah selesai melaksanakan Analisa dengan data hasil analisis sebagai berikut:

No.	KODE	Bahan Kering	Bahan Kering (PascaRumen)	Bahan Organik	Bahan Organik (PascaRumen)	Protein Kasar	Protein Kasar (PascaRumen)
1.	A1B1	85,21%	89,28%	80,47%	81,47%	12,11%	13,15%
2.	A1B2	86,43%	89,82%	79,60%	80,60%	11,54%	12,93%
3.	A1B3	86,32%	90,00%	79,48%	80,48%	11,76%	12,93%
4.	A2B1	88,76%	89,03%	80,73%	81,73%	12,45%	13,67%
5.	A2B2	88,12%	90,08%	80,37%	79,37%	11,67%	12,61%
6.	A2B3	86,15%	87,58%	80,78%	81,78%	12,28%	14,20%
7.	A3B1	86,11%	87,75%	78,85%	79,85%	12,63%	13,63%
8.	A3B2	89,76%	92,38%	79,48%	80,48%	12,17%	13,14%
9.	A3B3	85,54%	88,72%	80,47%	81,47%	12,18%	13,14%
10.	A1B1	86,23%	87,90%	81,60%	80,60%	11,42%	12,45%
11.	A1B2	89,66%	90,13%	79,48%	80,48%	11,45%	13,67%
12.	A1B3	88,43%	90,93%	80,73%	81,73%	12,23%	13,02%
13.	A2B1	87,44%	89,40%	78,37%	79,37%	11,21%	13,67%
14.	A2B2	90,26%	89,28%	80,78%	81,78%	12,76%	13,15%
15.	A2B3	87,42%	88,48%	78,85%	79,85%	12,71%	14,73%
16.	A3B1	87,57%	90,50%	79,48%	80,48%	11,65%	12,62%
17.	A3B2	89,11%	90,18%	80,47%	81,47%	12,12%	13,15%
18.	A3B3	87,64%	86,60%	79,60%	80,60%	12,69%	13,67%
19.	A1B1	85,62%	90,65%	78,48%	80,48%	13,32%	16,01%
20.	A1B2	87,63%	89,68%	80,73%	81,73%	12,11%	15,38%
21.	A1B3	85,23%	89,92%	80,37%	79,37%	13,43%	14,93%
22.	A2B1	90,46%	89,77%	82,78%	81,78%	12,55%	13,33%
23.	A2B2	93,82%	92,70%	82,85%	79,85%	12,32%	13,85%
24.	A2B3	87,75%	85,90%	81,48%	80,48%	12,44%	13,43%
25.	A3B1	91,12%	90,35%	80,47%	81,47%	13,42%	14,21%
26.	A3B2	87,63%	88,55%	81,60%	80,60%	13,61%	14,63%
27.	A3B3	90,16%	88,42%	81,48%	80,48%	13,38%	14,32%

Demikianlah data analisis ini, agar dapat dipergunakan sebagaimana mestinya

Padang, 21 Mei 2026
Diketahui Oleh Kepala
Laboratorium

Prof. Dr. Ir. Elihasridas, M.Si
NIP: 1963092119900101001

RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama Damaiyanti, lahir di Padang pada tanggal 15 Januari 2002, anak kedua dari empat bersaudara dari pasangan Bapak Ali Dia dan Ibu Asriwati. Pendidikan dasar ditempuh di SD Negeri 19 Air Tawar Barat, SDN Perum Suradita, dan diselesaikan di SDN 04 Bukik Sikumpa pada tahun 2015. Pendidikan menengah pertama diselesaikan di SMPN 1 Kecamatan Lareh Sago Halaban pada tahun 2018, dan pendidikan menengah atas di SMK-PP Negeri Padang Mengatas pada tahun 2021. Pada tahun yang sama, penulis diterima di Fakultas Peternakan Universitas Andalas Kampus Payakumbuh melalui jalur SNMPTN, dan menempuh pendidikan Program Sarjana Peternakan.

Selama masa studi, penulis aktif dalam kegiatan organisasi dan kepanitiaan serta kegiatan fakultas. Penulis juga aktif dalam Mapala Kadupa Ungu, dengan pengalaman menjabat sebagai Bendahara Umum (2023–2024) dan Sekretaris Umum dan Koordinator Divisi Kesekretariatan (2024–2025). Penulis memperoleh Juara III kategori Caption dalam Lomba Vlog Lintas Wisata Alam Nasional Puncak Lawang tahun 2021. Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Nagari Pasir Talang, Kec. Sungai Pagu, Kab. Solok Selatan, serta mengikuti kegiatan Farm Experience. Penelitian skripsi berjudul “Optimasi Konsentrat Hijau Berbasis *Tithonia* Dengan Ekstrak Daun Gambir Dan PFAD Terhadap Kecernaan BK, BO Dan PK Secara *In Vitro*” dilaksanakan di Laboratorium Nutrisi Fakultas Peternakan Universitas Andalas sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Peternakan (S.Pt).

Damaiyanti

OPTIMASI KONSENTRAT HIJAU BERBASIS TITHONIA DENGAN
EKSTRAK DAUN GAMBIR DAN PFAD TERHADAP KECERNAAN
BK, BO DAN PK SECARA IN VITRO

ORIGINALITY REPORT

13%

SIMILARITY INDEX

12%

INTERNET SOURCES

4%

PUBLICATIONS

10%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

Submitted to Fakultas Peternakan

Student Paper

6%

2

scholar.unand.ac.id

Internet Source

6%

3

repository.unja.ac.id

Internet Source

1%

Exclude quotes

On

Exclude matches

< 1%

Exclude bibliography

On