

SKRIPSI

**EVALUASI FERMENTABILITAS RUMEN SECARA *IN VITRO*
TERHADAP PENGGUNAAN SIRUP KOMERSIAL AFKIR
SEBAGAI SUMBER GLUKOSA PADA PEMBUATAN
SILASE KALOPO (*Calopogonium mucunoides*)**



Oleh :

**JUNDI MUHTADIBILAH
11980112664**

**PROGRAM STUDI PETERNAKAN
FAKULTAS PERTANIAN DAN PETERNAKAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU
PEKANBARU
2024**

SKRIPSI

**EVALUASI FERMENTABILITAS RUMEN SECARA *IN VITRO*
TERHADAP PENGGUNAAN SIRUP KOMERSIAL AFKIR
SEBAGAI SUMBER GLUKOSA PADA PEMBUATAN
SILASE KALOPO (*Calopogonium mucunoides*)**



Oleh :

**JUNDI MUHTADIBILAH
11980112664**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Peternakan**

**PROGRAM STUDI PETERNAKAN
FAKULTAS PERTANIAN DAN PETERNAKAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU
PEKANBARU
2024**

LEMBAR PENGESAHAN

Judul : Evaluasi Fermentabilitas Rumen secara *In Vitro* terhadap Penggunaan Sirup Komersial Afkir sebagai Sumber Glukosa pada Pembuatan Silase Kalopo (*Calopogonium mucunoides*)

Nama : Jundi Muhtadibilah

NIM : 11980112664

Program Studi : Peternakan

Menyetujui,
Setelah diujikan pada tanggal 26 Maret 2024

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Ir. Sadarman, S.Pt., M.Sc., IPM
NIK. 130710016

Prof. Dr. Hj. Yendraliza, S.Pt., M.P
NIP. 19750110 200710 2 005

Mengetahui:

Dekan,
Fakultas Pertanian dan Peternakan

Ketua,
Program Studi Peternakan

Dr. Arsyadi Ali, S.Pt., M.Agr.Sc
NIP. 19710706 200701 1 031

Dr. Triani Adelina, S.Pt., M.P
NIP. 19760322 200312 2 003

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi ini telah diuji dan dipertahankan di depan tim penguji ujian
Sarjana Peternakan pada Fakultas Pertanian dan Peternakan
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau
dinyatakan lulus pada tanggal 26 Maret 2024

No.	Nama	Jabatan	Tanda Tangan
1.	Dr. Arsyadi Ali, S.Pt., M.Agr.Sc	Ketua	1. _____
2.	Dr. Ir. Sadarman, S.Pt., M.Sc., I.P.M	Sekretaris	2. _____
3.	Prof. Dr. Hj. Yendraliza, S.Pt., M.P	Anggota	3. _____
4.	Dr. Dewi Febrina, S.Pt., M.P	Anggota	4. _____
5.	Dr. Deni Fitra, S.Pt., M.P	Anggota	5. _____

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Jundi Muhtadibilah
NIM : 11980112664
Tempat/Tgl. Lahir : Bagan Siapi-Api/05 Januari 2002
Fakultas : Pertanian dan Peternakan
Prodi : Peternakan
Judul Skripsi : Evaluasi Fermentabilitas Rumen secara *In Vitro* terhadap Penggunaan Sirup Komersial Afkir sebagai Sumber Glukosa pada Pembuatan Silase Kalopo (*Calopogonium mucunoides*)

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa:

1. Penulisan skripsi dengan judul sebagaimana tersebut diatas adalah hasil penelitian dan pemikiran saya sendiri.
2. Semua kutipan pada karya tulis saya ini sudah disebutkan sumbernya.
3. Oleh karena itu skripsi saya ini, saya nyatakan bebas dari plagiat.
4. Apabila dikemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam penulisan skripsi saya tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi dan peraturan perundang-undangan.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan tanpa paksaan dari pihak manapun juga.

Pekanbaru, 26 Maret 2024
Yang membuat pernyataan,

Jundi Muhtadibilah
NIM. 11980112664

PERSEMBAHAN

“...Sungguh, bersama kesukaran itu pasti ada kemudahan. Oleh Karena itu, jika kamu telah selesai dari suatu tugas, Kerjakan tugas lain dengan sungguh – sungguh. Dan hanya kepada Tuhanmulah hendaknya kamu memohon dan mengharap”. (Q. S. Asy Syarh: 6 – 8)

Skripsi ini penulis persembahkan untuk,
Allah Subbhanahu Wataala yang telah memberikan arti serta pembelajaran disetiap detik kehidupan umat manusia.

Nabi Muhammad Sallaahu Alaihi Wassalam, yang telah menjadi contoh dari segala kebaikan didunia ini.

Ayah dan ibu tersegalanya bagi penulis, skripsi ini saya persembahkan sepenuhnya kepada dua orang hebat dalam hidup saya, keduanya lah yang membuat segalanya menjadi mungkin sehingga saya bisa sampai pada tahap di mana skripsi ini akhirnya selesai. Terima kasih atas segala pengorbanan, nasihat dan doa baik yang tidak pernah berhenti kalian berikan kepadaku.

Saudara tercinta, kakek, nenek, paman, bibi, dan semua Keluarga penulis, yang senantiasa memberi dukungan dan doa atas keberhasilan ini.

Ucapan terimakasih penulis ucapkan kepada bapak Dr. Ir. Sadarman, S.Pt., M.Sc., IPM_selaku pembimbing 1 dan ibu Prof. Dr. Yendraliza, S.Pt., M.P selaku pembimbing 2 yang telah membimbing dari awal penelitian sampai dengan penulisan Skripsi ini selesai dan mendapatkan gelar Sarjana Peternakan. Tiadalah apa yang kupersembahkan, melainkan segala amalan dan segala urusan didunia maupun diakhirat. Semoga Allah membalas semua segala kebaikan. Amin ya rabbal'alamin...

RIWAYAT HIDUP



Jundi Muhtadibillah dilahirkan di Kelurahan Bagan Barat, Kecamatan Bangko, Kabupaten Rokan Hilir, Provinsi Riau pada tanggal 05 Januari 2002. Lahir dari pasangan Ayahanda Jumari dan Ibunda Siti Komariah, yang merupakan anak ke-1 dari 2 bersaudara. Pendidikan yang telah ditempuh yaitu masuk Sekolah Dasar di SDN 005 Bagan Siapi-Api.

Pada tahun 2013 melanjutkan pendidikan ke Sekolah Lanjutan Tingkat Pertama di SMPS Muhammadiyah, Kecamatan Bangko Kabupaten Rokan Hilir Provinsi Riau dan tamat pada tahun 2016. Pada Tahun 2016 penulis melanjutkan pendidikan ke MAN 1 ROHIL Bagan Siapi-Api, Kecamatan Bangko Provinsi Riau.

Pada tahun 2019 melalui jalur Ujian Mandiri Tulis diterima sebagai mahasiswa pada Program Studi Peternakan Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Pada bulan Juli 2021 penulis melaksanakan Praktek Kerja Lapang di Balai Pembibitan Ternak Unggul dan Hijauan Pakan Ternak (BPTUHPT) dengan membuat artikel ilmiah. Pada bulan Juli sampai Agustus 2022 penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Kecamatan Rambah Tengah Hilir, Kabupaten Rohul, provinsi Riau. Pada bulan Juli sampai Agustus tahun 2022, Pada bulan Oktober-Desember 2022, Penulis telah melaksanakan penelitian yang dilakukan di Laboratorium Nutrisi dan Teknologi Pakan Fakultas Pertanian dan Peternakan, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

Pada tanggal 26 Maret 2024 penulis dinyatakan lulus dan berhak menyandang gelar Sarjana Peternakan (S.Pt) melalui sidang tertutup Program Studi Peternakan, Fakultas Pertanian dan Peternakan, Universitas Islam Sultan Syarif Kasim Riau, dengan judul skripsi “Evaluasi Fermentabilitas Rumen secara *In Vitro* terhadap Penggunaan Sirup Komersial Afkir sebagai Sumber Glukosa pada Pembuatan Silase Kalopo (*Calopogonium mucunoides*)” di bawah bimbingan Bapak Dr. Ir. Sadarman, S.Pt., M.Sc., IPM dan Ibu Prof. Dr. Yendraliza, S.Pt., M.P.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis ucapkan atas kehadiran Allah Subbhanahu Wata'ala yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul skripsi “Evaluasi Fermentabilitas Rumen secara *In Vitro* terhadap Penggunaan Sirup Komersial Afkir sebagai Sumber Glukosa pada Pembuatan Silase Kalopo (*Calopogonium mucunoides*)” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Peternakan di Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

Penulisan Skripsi ini penulis menyadari sepenuhnya akan kekurangan dan keterbatasan yang penulis miliki, namun bimbingan, petunjuk dari berbagai pihak skripsi ini dapat diselesaikan, untuk itu penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Kedua orang tua tercinta Ayahanda Jumari dan Ibunda Siti Komariah yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi serta memberikan doa dan dukungannya baik secara moril dan materil kepada penulis.
2. Bapak Prof. Dr. Hairunas, M.Ag selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
3. Bapak Dr. Arsyadi Ali, S.Pt., M. Agr., Sc selaku Dekan Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
4. Bapak Dr. Irwan Taslapratama, M.Sc. selaku Wakil Dekan I, Bapak Dr. Zulfahmi, S. Hut, M. Si selaku Wakil Dekan II dan Bapak Dr. Syukria Ikhsan Zam, M.Si. selaku Wakil Dekan III.
5. Ibu Dr. Triani Adelina, S.Pt., MP selaku Ketua Program Studi Peternakan Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
6. Ibu Prof. Dr. Yendraliza, S.Pt., M.P selaku Penasehat Akademik (PA) dan sekaligus pembimbing II yang telah banyak memberikan arahan, masukan serta motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
7. Bapak Dr. Ir. Sadarman, S.Pt., M.Sc., IPM selaku pembimbing I yang telah banyak memberikan kritik dan sarannya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

8. Ibu Dr. Dewi Febrina, S.Pt., M.P selaku penguji I dan Bapak Dr. Deni Fitra, S.Pt., M.P selaku penguji II yang telah memberikan kritik dan sarannya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
9. Seluruh dosen, karyawan dan civitas Akademika Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau yang telah membantu penulis dalam mengikuti aktivitas perkuliahan.
10. Teman-teman Peternakan angkatan 2019 pada umumnya, khususnya teman-teman kelas B yang telah kebersamai selama kuliah, memotivasi dan membantu dalam banyak hal.

Semoga Allah Subbhanahu Wata'ala melimpahkan berkah dan taufik-Nya pada kita semua dan skripsi ini bermanfaat bukan hanya bagi penulis tapi juga untuk seluruh pembaca. Aamiin yaa Rabbal'alaamiin.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah Subbhanahu wa Ta'ala yang telah memberikan kesehatan dan keselamatan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “Evaluasi Fermentabilitas Rumen secara *In Vitro* terhadap Penggunaan Sirup Komersial Afkir sebagai Sumber Glukosa pada Pembuatan Silase Kalopo (*Calopogonium mucunoides*).”

Shalawat beserta salam semoga senantiasa dilimpahkan kepada Nabi Besar Muhammad Shallallahu ‘alaihi Wasallam yang membawa umatnya dari masa yang kelam menuju masa yang cerah dengan cahaya iman dan ilmu pengetahuan. Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk melaksanakan penelitian.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Dr. Ir. Sadarman, S.Pt., M.Sc., IPM sebagai dosen Pembimbing I dan Ibu Prof. Dr. Hj. Yendraliza, S.Pt., M.P sebagai dosen Pembimbing II yang telah banyak memberikan bimbingan, petunjuk dan motivasi sampai selesainya skripsi ini. Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh rekan-rekan yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini, semoga mendapatkan balasan dari Allah Subbhanahu wa Ta'ala.

Penulis sangat mengharapkan kritik dan saran dari pembaca demi kesempurnaan penulisan skripsi ini. Penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi kita semua, Aamiin ya Rabbal'alamiin.

Pekanbaru, 26 Maret 2023

Penulis

**EVALUASI FERMENTABILITAS RUMEN SECARA *IN VITRO*
TERHADAP PENGGUNAAN SIRUP KOMERSIAL AFKIR SEBAGAI
SUMBER GLUKOSA PADA PEMBUATAN SILASE
KALOPO (*Calopogonium mucunoides*)**

Jundi Muhtadibilah (11980112664)
Di bawah bimbingan Sadarman dan Yendraliza

INTISARI

Fermentabilitas rumen adalah kemampuan mikroorganisme dalam rumen sapi untuk mencerna dan menguraikan bahan pakan, seperti silase kalopo (*Calopogonium mucunoides*) yang diperkaya dengan sirup afkir. Proses ini melibatkan aktivitas mikroba dalam rumen yang menghasilkan senyawa-senyawa, terutama *volatile fatty acids* (VFA), sebagai produk akhir dari pencernaan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan sirup komersial afkir terhadap fermentabilitas rumen secara *in vitro*. Pembuatan dan pemanenan telah dilakukan di Laboratorium Nutrisi dan Teknologi Pakan Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, Pekanbaru. Pengeringan, penepungan, dan uji *in vitro* telah dilakukan di Laboratorium Ternak Perah, IPB *University*. Metode penelitian ini adalah eksperimen yang mengaplikasikan Rancangan Acak Lengkap terdiri atas 5 perlakuan dan 5 ulangan. Perlakuan dimaksud adalah penggunaan sirup afkir dalam pembuatan silase kalopo, rincian perlakuan sebagai berikut P1: 525 g Kalopo (kontrol), P2, P3, P4, dan P5 masing-masing ditambahkan sirup komersial afkir sebanyak 2,50; 5; 7,50, dan 10% BK. Parameter yang diukur adalah pH, konsentrasi amonia, dan konsentrasi total VFA rumen secara *in vitro*. Data yang diperoleh dianalisis berdasarkan analisis ragam, perbedaan nilai parameter antar perlakuan diuji lanjut dengan DMRT taraf 5%. Hasil analisis ragam menunjukkan penambahan sirup komersial afkir memberikan pengaruh yang nyata ($P < 0,05$) terhadap pH, konsentrasi amonia, dan konsentrasi total VFA rumen pascainkubasi silase kalopo. Hasil uji *in vitro*, pH cairan rumen menurun dari 6,92 (P1) menjadi 6,81 (P5), sementara konsentrasi amonia meningkat dari 8,64 mM (P1) menjadi 13,8 mM (P5), dan total konsentrasi VFA meningkat dari 80,5 mM (P1) menjadi 141 mM (P5). Perlakuan terbaik dalam penelitian ini adalah P4 yang menggunakan 7,50% SKA BK untuk ensilase kalopo, menghasilkan nilai pH sekitar 6,83, konsentrasi amonia sekitar 12 mM, dan total VFA sekitar 128 mM dalam uji cairan rumen *in vitro*. Kesimpulan dari penelitian ini sirup afkir dapat digunakan sebanyak 7,50% untuk membuat silase kalopo dilihat dari produk fermentabilitas rumen secara *in vitro* mencakup pH, konsentrasi amonia, dan konsentrasi total VFA.

Kata kunci: Fermentabilitas, kalopo, silase, sirup komersial afkir

**EVALUATION OF IN VITRO RUMEN FERMENTABILITY ON
THE USE OF COMMERCIAL EXPIRED SYRUP AS A GLUCOSE
SOURCE IN THE MAKING OF KALOPO SILAGE
(*Calopogonium mucunoides*)**

Jundi Muhtadibilah (11980112664)
Under supervision of Sadarman and Yendraliza

ABSTRACT

*The rumen fermentability is the ability of microorganisms in a cow's rumen to digest and break down feed materials, such as Kalopo silage (*Calopogonium mucunoides*) enriched with expired syrup. This process involves the microbial activity in the rumen that produces compounds, primarily volatile fatty acids (VFA), as the end products of digestion. The objective of this research was to determine the effect of adding commercial syrup on rumen fermentability in vitro. The preparation and harvesting were conducted at the Nutrition and Feed Technology Laboratory, Faculty of Agriculture and Animal Science, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, Pekanbaru. Drying, grinding, and in vitro testing were performed at the Dairy Cattle Laboratory, IPB University. The research methodology employed an experimental design utilizing a Completely Randomized Design consisting of 5 treatments and 5 replications. The treatments involved the use of expired syrup in Kalopo silage preparation, delineated as follows P1: 525 g Kalopo (control), P2, P3, P4, and P5 with the addition of commercial expired syrup at 2.50; 5; 7.50, and 10% DM basis, respectively. The measured parameters included pH, ammonia concentration, and total VFA concentration in vitro rumen. The obtained data underwent analysis of variance, and the differences between treatment parameter values were further tested using the DMRT at a 5% level. The ANOVA results indicated that the addition of commercial expired syrup significantly affected ($P < 0.05$) the pH, ammonia concentration, and total VFA concentration in post-incubation Kalopo silage rumen. The in vitro results showed a decrease in rumen fluid pH from 6.92 (P1) to 6.81 (P5), while the ammonia concentration increased from 8.64 mM (P1) to 13.8 mM (P5), and the total VFA concentration increased from 80.5 mM (P1) to 141 mM (P5). The best treatment in this research was P4, using 7.50% DM basis of expired syrup for Kalopo ensilage, resulting in a pH value of approximately 6.83, ammonia concentration around 12 mM, and total VFA approximately 128 mM in the in vitro rumen fluid test. The conclusion from this study is that expired syrup can be used up to 7.50% in making Kalopo silage, as indicated by in vitro rumen fermentability products, including pH, ammonia concentration, and total VFA concentration.*

Keywords: Commercial Expired Syrup, fermentability, Kalopo, Silage

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
INTISARI.....	ii
ABSTRACT.....	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL.....	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vii
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penelitian	2
1.3. Manfaat Penelitian	2
1.4. Hipotesis Penelitian	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Leguminosa	4
2.2. <i>Calopogonium mucunoides</i>	5
2.3. Silase.....	6
2.4. Sirup Komersial.....	6
2.5. Kercernaan <i>In Vitro</i>	7
2.6. pH Rumen Pascainkubasi	7
2.7. Amonia (NH ₃).....	8
2.8. Total VFA.....	9
III. MATERI DAN METODE	10
3.1. Tempat dan Waktu	10
3.2. Alat dan Bahan	10
3.3. Metode Penelitian	11
3.4. Pelaksanaan Penelitian.....	11
3.5. Parameter Penelitian.....	15
3.6. Analisis Data.....	17
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	19
4.1. pH Rumen Pascainkubasi	19
4.2. Konsentrasi Amonia Rumen Pascainkubasi	21
4.3. Konsentrasi Total VFA Rumen Pascainkubasi.....	23
V. PENUTUP	26
5.1. Kesimpulan.....	26
5.2. Saran.....	26
DAFTAR PUSTAKA	27
LAMPIRAN.....	32

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
3.1. Analisis Ragam Pengaruh Penggunaan Sirup Komersial Afkir terhadap pH Cairan Rumen, Konsentrasi Amonia, dan Konsentrasi Total VFA Silase Kalopo secara <i>In Vitro</i>	17
4.1. pH Cairan Rumen Pascainkubasi Silase Kalopo.....	19
4.2. Amonia Cairan Rumen Pascainkubasi Silase Kalopo	21
4.3. Total VFA Cairan Rumen Pascainkubasi Silase Kalopo	23

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1. Tanaman Kalopo (<i>Colopogonium mucunoides</i>)	5

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Deskripsi Data Penelitian.....	32
2. Analisis Ragam Rancangan Acak Lengkap.....	33
3. Uji DMRT 5%	34
4. Dokumentasi Penelitian	35

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kalopo merupakan tanaman legum dengan tingkat kelimpahan yang tinggi. Produksi daun segar kalopo dapat mencapai 20-40 ton/Ha dan produksi biji mencapai 1 ton/Ha (Hasan, 2019). Menurut Praptiwi dkk. (2013) kandungan nutrisi kalopo adalah protein kasar 10,6%, serat kasar 19,4%, lemak kasar 2,33%, dan abu 4,10%. Kelimpahan dan kandungan nutrisi kalopo tersebut sangat potensial untuk dijadikan pakan ternak ruminansia. Namun, penggunaan kalopo sebagai bahan pakan memiliki kelemahan yaitu rendahnya palatabilitas untuk itu diperlukan upaya memfermentasikan kalopo secara anaerob sebelum diberikan pada ternak.

Silase merupakan upaya pengawetan hijauan segar dengan metode fermentasi dalam kondisi *anaerob* (Kondo *et al.*, 2016). Tujuan pembuatan silase adalah untuk menambah daya simpan hijauan sehingga dapat dimanfaatkan dalam waktu yang lama terutama pada saat musim kemarau (Sadarman dkk., 2020). Selain itu, pembuatan silase adalah upaya pemanfaatan kelimpahan produksi hijauan pakan pada musim penghujan sehingga kelebihan produksi tidak terbuang percuma (Wati dkk., 2018). Proses pembuatan silase (ensilase) akan berjalan optimal apabila pada saat proses ensilase diberi penambahan akselerator (Li *et al.*, 2023). Akselerator digunakan untuk meningkatkan atau mempertahankan kualitas silase (Dryden, 2021). Salah satu akselerator yang dapat digunakan adalah sirup komersial afkir yang mengandung glukosa tinggi, yang dapat dijadikan sumber energi bagi mikrobia selama ensilase berlangsung di dalam silo (Sadarman dkk., 2023).

Menurut Sudirman. (2013), kualitas silase dapat diketahui dengan melihat fisik, populasi microbial, kandungan kimia, dan kandungan nutrisi melalui uji proksimat, namun untuk mengukur nilai manfaat silase tersebut dapat ditentukan oleh tingkat kecernaannya. Nilai kecernaan dapat diukur dengan metode *in vivo*, *in sacco*, dan *in vitro*. Menurut Utomo. (2012), metode *in vivo* sangat penting dilakukan karena hasil yang diperoleh merupakan nilai sesungguhnya dari kecernaan pakan, namun mengingat metode *in vivo* lebih banyak membutuhkan

ternak, waktu, tenaga, dan pakan maka penelitian ini menggunakan metode *in vitro* melalui teknik peniruan sistem pencernaan ternak ruminansia.

Menurut McDonald *et al.* (2022), untuk mengetahui tingkat keberhasilan dalam pembuatan silase maka perlu dilakukan kajian melalui fermentasi rumen secara *in vitro*, pengamatannya mulai dari derajat keasaman (pH) cairan rumen pascainkubasi, jumlah N-Amonia (NH₃), dan jumlah total *Volatille Fatty Acid* (VFA) yang dihasilkan pada saat proses ensilase.

Menurut Zahera dkk. (2020), pH, amonia, dan konsentrasi VFA cairan rumen pascainkubasi bisa dipengaruhi oleh pakan dengan kandungan protein tinggi. Agustina dkk. (2020) menyatakan, penggunaan cairan rumen sapi sebagai inokulan dalam proses ensilase jagung, bungkil kacang kedelai, rumput gajah, dan pakan sapi perah memberikan pengaruh yang signifikan terhadap pH, amonia, dan konsentrasi VFA cairan rumen dalam kondisi *in vitro*. Menurut Fitri dkk. (2021), silase yang dibuat dari campuran sorgum dan kalopo menggunakan berbagai jenis asam laktat organik memberikan pengaruh yang signifikan pada pH, amonia, dan konsentrasi VFA cairan rumen pascainkubasi, dengan nilai sekitar 6,84 hingga 6,90.

Upaya mempertahankan konsentrasi amonia dan total VFA serta pH rumen dalam kondisi normal dapat dilakukan melalui penghambatan pertumbuhan mikrobial tidak baik, atau memanfaatkan sirup afkir sebagai aditif silase untuk menstimulasi pertumbuhan mikrobial baik, namun demikian penggunaan sirup afkir belum pernah dilaporkan. Berdasarkan informasi tersebut maka penulis telah melakukan **”Evaluasi Penggunaan Sirup Komersial Afkir sebagai Sumber glukosa pada Pembuatan Silase Kalopo (*Calopogonium Mucunoides*): Studi *In Vitro*.”**

1.2. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pH, konsentrasi amonia, dan konsentrasi total VFA rumen pascainkubasi silase kalopo yang ditambah sirup komersial afkir secara *in vitro*.

1.3. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi bagi peternak tentang pemanfaatan sirup afkir untuk mengensilasekan kalopo sebagai bahan pakan alternatif untuk pakan ruminansia, dilihat dari pH, konsentrasi amonia, dan konsentrasi total VFA rumen secara *in vitro*.

1.4. Hipotesis

Penambahan sirup komersial afkir 5 % BK pada pembuatan silase kalopo dapat mempertahankan pH, menurunkan konsentrasi amonia, dan meningkatkan konsentrasi total VFA rumen pascainkubasi silase kalopo.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Leguminosa

Leguminosa merupakan salah satu suku tumbuhan *dikotil* yang mempunyai kemampuannya mengikat (*fiksasi*) nitrogen langsung dari udara (tidak melalui cairan tanah) karena bersimbiosis dengan bakteri tertentu pada akar atau batangnya (Tillman dkk., 1998). Leguminosa memiliki bintil-bintil akar yang berfungsi dalam pensuplai nitrogen, dimana di dalam bintil-bintil akar inilah bakteri bertempat tinggal dan berkembang biak serta melakukan kegiatan fiksasi nitrogen bebas dari udara. Itulah sebabnya leguminosa merupakan sumber protein dan mineral yang berkadar tinggi bagi ternak, disamping memperbaiki kesuburan tanah (Susetyo, 1983).

Menurut Tilman dkk. (1998) hijauan pakan jenis leguminosa memiliki sifat yang berbeda dengan rumput-rumputan, jenis legum umumnya kaya akan protein, kalsium dan fosfor. Legum berdasarkan fungsinya terbagi menjadi 3 macam yaitu: 1) Sebagai bahan pangan dan hijauan pakan ternak (*Papilionaceae*), contohnya kacang tanah (*Arachis hypogaeae*), kacang kedele (*Glycine soya*), kacang panjang (*Vigna sinensis*), 2) Sebagai hijauan pakan ternak (*Mimosaceae*), contohnya kacang gude (*Cyanus cayan*), kalopo (*Calopogonium mucunoides*), sentrosema (*Centrosema pubescens*), 3) Multi fungsi (pakan, pagar, pelindung, dan penahan erosi), contohnya *Gliricidea maculata*, *Albazia falcate*.

Reksohadiprodjo (1985) juga menjelaskan apabila dilihat dari bentuknya, tanaman leguminosa dibagi menjadi tiga: 1) Pohon adalah tanaman leguminosa 5 yang berkayu dan mempunyai tinggi lebih dari 1,5 meter, contoh: *Leucaena leucocephala*, *Sesbania glandiflora*, *Glyricidia sepium*, *Bauhinia* sp., 2) Perdu adalah tanaman leguminosa yang berkayu dan mempunyai tinggi kurang dari 1,5 meter, contoh: *Desmanthus vergatus*, *Desmodium gyroides*, *Flemingia congesta*, *Indigofera arrecta*, 3) Semak adalah tanaman leguminosa yang tidak berkayu, sifat tumbuhnya memanjat dan merambat, contoh: *Centrosema pubescens*, *Pueraria phaseoloides*, *Calopogonium mucunoides*. Rasidin (2005) menjelaskan tanaman leguminosa merupakan sumber pakan bagi ternak ruminansia, dan juga dapat memperbaiki pengolahan sumber daya lahan pertanian seperti pelindung

permukaan tanah dari erosi, memperbaiki kesuburan tanah memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah dan menekan pertumbuhan gulma.

2.2. *Calopogonium mucunoides*

Calopogonium mucunoides adalah sejenis tanaman legum yang merambat, menjalar dengan di tutupi bulu-bulu halus, Dan tumbuh dengan cara membelit atau memanjat. Tanaman ini bermanfaat untuk merehabilitasi lahan yang tergedasi, meningkatkan bahan organik tanah, memperbaiki kesuburan tanah. Tanaman ini dapat tumbuh baik sampai ketinggian 300 m dpl, bentuk daun elips dan berukuran kecil berwarna hijau, permukaan daun licin, produksi daun basah dapat mencapai 20-40 ton/ ha dan produksi biji mencapai 1000 kg/ ha (Prawirosukarto, 2003).



Gambar 2.1. Tanaman Kalopo (*Calopogonium mucunoides*)

Calopogonium mucunoides merupakan tanaman penutup tanah yang berakar serabut, bercabang-cabang berbentuk benang. Batangnya bulat bebuku-buku yang besar dan membelit, pada bagian batang mengeluarkan akar berwarna hijau muda, permukaan daunnya berbulu, bentuk daun bulat berwarna hijau tua pada daun tua dan berwarna hijau muda pada daun muda pada permukaan daunnya berbulu (Prawirosukarto, 2003).

2.3. Silase

Silase merupakan pakan awetan yang telah mengalami proses ensilase atau fermentasi oleh bakteri asam laktat dalam kondisi anaerob atau kondisi tanpa udara dan oksigen yang disimpan dalam silo sebagai tempat penampungan silase (Karmila *et al.*, 2020). Mugiawati (2013) menyatakan silase merupakan awetan bahan segar yang disimpan dalam silo, sebuah tempat yang tertutup rapat dan kedap udara, pada kondisi anaerob. Silase yaitu suatu proses yang mempertahankan kesegaran bahan pakan dengan kandungan bahan kering 30–35% (Awiyana *et al.*, 2021).

Silase merupakan pengawetan hijauan secara basah, bertujuan untuk mempertahankan kualitas hijauan serta mengatasi kekurangan pakan di musim kemarau (Sutowo *dkk.*, 2016). Silase merupakan awetan segar yang disimpan dalam silo pada kondisi anaerob tanpa udara yang akan mempercepat pertumbuhan bakteri anaerob untuk membentuk asam laktat (Awiyana *et al.*, 2021). Silase merupakan metode pengawetan hijauan dalam bentuk segar yang kemudian difermentasi secara anaerob dalam kondisi kadar air tinggi (60%-70%), sehingga hasilnya dapat disimpan tanpa merusak nutrisi di dalamnya (Awiyana *et al.*, 2021).

Keutamaan dari pembuatan silase adalah untuk mengawetkan dan mengurangi kehilangan zat makanan suatu hijauan untuk dimanfaatkan pada musim kemarau (Qadarullah *dkk.*, 2018). Secara umum kualitas silase dipengaruhi oleh tingkat kematangan hijauan, kadar air, ukuran partikel bahan, penyimpanan pada saat ensilase dan pemakaian aditif (Sadarman *dkk.*, 2023).

2.4. Sirup Komersial Afkir

Sirup komersial merupakan sejenis minuman yang banyak terdapat di toko kelontong dan biasanya diminum oleh manusia, namun pada penelitian ini sirup digunakan sebagai sumber karbohidrat terlarut dalam pembuatan silase, sirup yang digunakan adalah sirup yang sudah *experied* dengan catatan masih mempertahankan bau dan warna dari sirup tersebut. Bentuk fisiknya berupa cairan yang kental dan berwarna merah. Kandungan karbohidrat cukup tinggi sehingga bisa juga dijadikan pakan ternak walaupun sifatnya hanya sebagai pakan

pendukung. Tingginya animo peternak menggunakan molases sebagai tambahan. Salah satu faktor penting yang berpengaruh terhadap mutu sirup adalah konsentrasi gula yang digunakan, gula berfungsi sebagai pemanis maupun pengawet sehingga dapat meningkatkan mutu dan memperpanjang umur simpan. Gula berperan dalam memperbaiki cita rasa dan aroma dengan cara membentuk keseimbangan antara rasa asam dan rasa manis (Zaitoun *et al.*, 2018).

2.5. Kecernaan *In Vitro*

Menurut Wang *et al.* (2022), Guo *et al.* (2020), dan Xie *et al.* (2021), kecernaan *in vitro* adalah metode pengukuran kecernaan suatu bahan pakan yang dilakukan di laboratorium dengan meniru proses terjadinya kecernaan pakan. Uji *in vitro* merupakan suatu teknik yang dilakukan untuk mengetahui tingkat kecernaan pakan (Huo *et al.*, 2021). *In vitro* merupakan suatu percobaan fermentasi bahan pakan secara anaerob dalam tabung fermentor dan menggunakan larutan penyangga yang merupakan saliva buatan Widodo dkk. (2012).

Uji *in vitro* merupakan pengujian yang dilakukan dengan menguji kecernaan untuk menentukan kualitas pakan yang diuji, apakah dapat dimanfaatkan oleh ternak dengan meniru kondisi seolah-olah di dalam rumen ternak yang sebenarnya (Pranata dan Chuzaemi, 2020). Uji kecernaan tersebut bisa digunakan sebagai parameter awal dari ketersediaan nutrisi dalam pakan lengkap (Li *et al.*, 2023), meliputi uji kecernaan bahan kering dan bahan organik (McDonald *et al.*, 2022) serta uji kecernaan protein kasar (Dryden, 2021).

2.6. pH Rumen Pascainkubasi

pH rumen merupakan derajat keasaman dari rumen ternak itu sendiri (McDonald *et al.*, 2022). Nilai pH rumen dapat menentukan kondisi rumen yang akan memengaruhi pertumbuhan mikroba rumen dan produk fermentasi rumen. Menurut Li *et al.* (2023), rumen merupakan lingkungan yang baik untuk pertumbuhan dan perbanyakan atau proliferasi mikroba, yang didukung dengan ketersediaan substrat, sehingga mikrobia tersebut dapat menghasilkan enzim-enzim pencernaan, yang secara langsung dapat dimanfaatkan oleh induk

semangnya, yaitu ternak ruminansia seperti domba, kambing, kerbau, dan sapi serta ruminansia lainnya.

Menurut Dryden (2021), fermentasi bahan organik oleh berbagai mikroba rumen dapat menyebabkan terjadinya perubahan pH dalam ekosistem rumen, kondisi ini dapat menentukan pertumbuhan spesies mikroba tertentu, sehingga dapat memengaruhi jenis dan jumlah produk fermentasi yang dihasilkan. Kellems dan Church (2002) menyatakan fermentasi karbohidrat akan menghasilkan asam-asam organik yang dapat menurunkan pH ke arah asam selama fermentasi rumen berlangsung. McDonald *et al.* (2022) menambahkan, fermentasi protein atau Non-protein Nitrogen akan melepas kelebihan N-NH₃ yang segera bergabung dengan proton, aktivitas ini dapat meningkatkan pH ke arah basa.

McDonald *et al.* (2022) dan Dryden (2021) menyatakan protein pakan sebagian kecil dimanfaatkan oleh mikroba rumen untuk menghasilkan protein yang bersumber dari mikroba. Aktivitas fermentasi mikroba tersebut akan melepas kelebihan N-NH₃ yang berdampak pada peningkatan pH ke arah basa. Peningkatan pH rumen dalam penelitian ini tidak mengganggu fermentasi rumen karena mikroba rumen masih dapat bekerja optimal pada kondisi pH sekitar 5,70-7,30 (McDonald *et al.*, 2022; Minson, 2012; Dryden, 2021).

2.7. Amonia (NH₃)

Amonia atau NH₃ merupakan senyawa kimia yang memiliki sumbangan penting bagi keberadaan nutrisi di dalam rumen, namun demikian amonia merupakan produk akhir dari degradasi protein dalam rumen, sehingga tinggi atau rendahnya produksi amonia mengindikasikan tingkat kerusakan pakan di dalam rumen. Penurunan amonia di dalam rumen dapat berdampak positif pada ternak, karena protein *bypass* yang dapat digunakan atau dimanfaatkan secara langsung oleh ternak meningkat (Deaville *et al.*, 2010).

Faktor-faktor yang memengaruhi konsentrasi N-Amonia antara lain kadar dan tingkat degradabilitas protein bahan pakan, kelarutan protein, sumber protein, proporsi karbohidrat terlarut, dan protein yang tahan terhadap degradasi mikroba rumen (Prayitno, 2010). Di samping itu, peran urea dalam bahan pakan komplit ini juga diduga dapat memengaruhi produksi amonia. Menurut Wu (2017), rumen

mengandung aktivitas urease yang tinggi untuk menghidrolis urea menjadi amonia dan CO₂. Menurut McDonald *et al.* (2022), beberapa amonia digunakan secara lokal untuk sintesis AA dan protein oleh mikroba rumen.

2.8. Total VFA

Volatile Fatty Acid (VFA) merupakan komponen hasil proses fermentasi yang dapat diukur sebagai bentuk evaluasi terhadap kualitas fermentasi, yang terdiri atas gas-gas fermentasi. Komposisi VFA yaitu berupa asetat, propionat, dan butirat (Sofyan *et al.*, 2017; Suryani *et al.*, 2020). Asam lemak terbang (VFA) merupakan sumber energi bagi ternak ruminansia (Jayanegara *et al.*, 2015), sehingga menurut Li *et al.* (2023) faktor-faktor yang dapat memengaruhi konsentrasi VFA, seperti jenis mikroba yang terdapat di dalam rumen dan penyerapan dan fermentabilitas dari pakan sumber karbohidrat perlu diperhatikan.

Karbohidrat merupakan sumber energi utama yang berasal dari pakan yang mudah difermentasi di dalam rumen untuk menghasilkan VFA (Amri dan Yurleni, 2014). Hal ini menunjukkan produksi VFA total dapat menjadi indikator fermentasi rumen yang merupakan hasil proses degradasi karbohidrat oleh mikroba rumen (Xia *et al.*, 2018).

Menurut McDonald *et al.* (2022), ada tiga tahap dalam proses terbentuknya VFA yang pertama, karbohidrat mengalami hidrolisis menjadi monosakarida, seperti glukosa, fruktosa dan pentosa. Tahap kedua dengan melakukan proses glikolisis, yaitu hasil dari produk dari tahap pertama akan mengalami pencernaan yang menghasilkan piruvat. Piruvat selanjutnya akan diubah menjadi VFA yang umumnya terdiri dari asetat, butirat, dan propionat. Menurut Li *et al.* (2023), proses pembentukan VFA berawal dari proses fermentasi karbohidrat di dalam rumen.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu

Pembuatan dan pemanenan silase dilakukan di Laboratorium Nutrisi dan Teknologi Pakan, Fakultas Pertanian dan Peternakan, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Pengeringan, penepungan, dan pengujian sampel secara *in vitro* untuk mendapatkan data pH, konsentrasi amonia, dan konsentrasi total VFA rumen pascainkubasi silase kalopo dilakukan di Laboratorium Ternak Perah, Fakultas Peternakan, IPB *University*. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November-Desember 2022.

3.2. Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi perlengkapan yang diperlukan untuk proses pembuatan dan pemanenan silase, seperti silo dengan kapasitas 1500 g, peralatan plastik, timbangan digital, gunting, lakban, alat tulis, dan handphone. Serta peralatan yang dipergunakan untuk uji *in vitro* termasuk timbangan analitik, tabung kaca pyrex berkapasitas 100 ml dengan tutup karet yang dapat diatur ventilasinya, shaker bath, suhu air di kisaran 39-40°C, pipet serologi berkapasitas 25 ml, sentrifuge, gas CO₂, vortex, cawan porselin, pompa vakum, kertas saring jenis Whatman No. 41, gegep, eksikator, oven dengan suhu 105°C, tanur listrik, cawan Conway, pipet otomatis 10-1000µL, finn pipette 1 mL, mikroburet 10 mL, stirrer, seperangkat alat destilasi, erlenmeyer, kompor gas, panci press cooker, bulb, pipet volumetrik 5 mL, pipet serologi 5 mL, pipet serologi 1 mL, buret 50 mL, dan magnetic stirrer.

Bahan-bahan yang dipakai dalam penelitian ini meliputi materi yang digunakan dalam proses pembuatan dan pemanenan silase, serta bahan-bahan yang diuji untuk menilai pH, konsentrasi amonia, dan konsentrasi total VFA rumen pascainkubasi silase kalopo. Bahan-bahan tersebut adalah silase yang terbuat dari kalopo dan odot yang telah digiling halus melalui penyaringan 1.00 mm, larutan McDougall yang diuji pada suhu 39°C dengan rentang pH antara 6,50 hingga 6,90 (dimanipulasi dengan mengocok menggunakan gas CO₂), serta berbagai bahan seperti cairan rumen segar pada suhu 39°C, larutan pepsin HCl

0,20%, aquades, larutan jenuh HgCl_2 , larutan jenuh NaCO_3 , larutan H_2SO_4 0,005 N, asam borat dengan indikator, larutan HCl 0,50 N, larutan H_2SO_4 15%, larutan NaOH 0,50 N, dan larutan indikator PP (Phenol Phtalein 0,10%).

3.3. Metode Penelitian

Metode eksperimen menggunakan Rancangan Acak Lengkap 5 perlakuan dan 5 ulangan digunakan dalam penelitian ini. Perlakuan dimaksud adalah penambahan sirup komersial afkir yang mengacu pada hasil penelitian Sadarman dkk. (2022) sebagai berikut:

- P1 : Kalopo (kontrol)
- P2 : Kalopo + Sirup komersial 2,50% BK
- P3 : Kalopo + Sirup komersial 5% BK
- P4 : Kalopo + Sirup komersial 7,50% BK
- P5 : Kalopo + Sirup komersial 10% BK

3.4. Pelaksanaan Penelitian

3.4.1. Pembuatan Silase Kalopo

Kalopo yang digunakan di-*chopped* menggunakan *chopper*. Masing- masing ulangan terdiri dari kalopo seberat 1500 g lalu dicampur sampai rata dengan sirup afkir berdasarkan bahan kering kalopo. Semua bahan pada setiap perlakuan kemudian dicampur hingga homogen, kemudian dimasukkan ke dalam silo. Silo yang digunakan untuk mengensilasekan kalopo berupa botol plastik ukuran 1,50 kg. Isi silo dipadatkan dan ditutup rapat hingga kondisi di dalam silo *anaerob*. Silo ditempatkan pada ruangan yang tidak dipapari langsung oleh sinar matahari dan disimpan selama 30 hari.

3.4.2. Pemanenan Silase Kalopo

Kalopo yang telah di ensilase selama 30 hari dapat dipanen, pemanenan silase kalopo yaitu mula-mula dilakukan penimbangan pada masing-masing silo, kemudian membuka tutup silo dan dibiarkan terlebih dahulu untuk mengeluarkan gas amoniak pada silase, langkah selanjutnya dilakukan pengukuran suhu dengan

termometer pada silase, dan dilakukan hal yang sama pada setiap silo yang berisi silase kalopo.

3.4.3. Pengeringan Silase Kalopo

Sampel silase kalopo dikeringkan menggunakan oven selama 48 jam dengan suhu 65°C untuk mengurangi kadar air silase kalopo.

3.4.4. Penepungan Silase Kalopo

Silase kalopo yang telah dikeringkan kemudian digiling menggunakan *willey mill* sampai hasil penepungan dapat melewati lubang saringan 1 mm.

3.4.5. Pembuatan Larutan *Buffer*

1. Larutan McDougall dibuat sebanyak 6 L dengan cara memasukan 5 liter air destilasi ke dalam labu takar yang bervolume 6 L, lalu masukan bahan-bahan dengan jumlah dan proporsi sebagai berikut: NaHCO₃ 58,8 g, Na₂HPO₄.7H₂O 42,0 g, KCl 3,42 g, NaCl 2,82 g, MgSO₄.7H₂O 0,72 g, dan CaCl₂ 0,24 g, selanjutnya CaCl₂ ditambahkan paling akhir, setelah bahan lain melarut sempurna
2. Cuci leher labu dengan air destilasi hingga permukaan air mencapai tanda tera
3. Kocok campuran dengan gas CO₂, perlahan-lahan dengan cara melewatkannya dengan tujuan menurunkan pH hingga mencapai pH 6,80
4. Lakukan pengecekan pH dan hangatkan larutan sebanyak yang diperlukan hingga 37°C, jika perlu kocok kembali dengan CO₂ hingga pH 6,80
5. Penting diingat bahwa perlu menurunkan pH larutan terlebih dahulu sebelum larutan tersebut dihangatkan menjadi 37°C.

3.4.6. Pengambilan Cairan Rumen

1. Siapkan termos yang telah diisi dengan air panas sehingga mencapai suhu 39°C.

2. Ambil cairan rumen dari sapi berpistula, jika tidak ada maka dapat mengambil cairan rumen dari rumah pemotongan hewan.
3. Air panas dalam termos dibuang, kemudian diganti dengan cairan rumen yang diambil dari ternak, sebaiknya isi rumen diambil tanpa dilakukan pemerasan, sampai termos terisi penuh.
4. Termos yang berisi rumen tersebut dibawa ke laboratorium dengan segera.
5. Sesampainya di labaratorium, segera dilakukan pemberian gas CO₂.

3.4.7. Pelaksanaan Uji *In Vitro* (Tilley and Terry, 1963)

Menimbang 0,5000 sampel (sampai 4 angka di belakang koma) dan sampel standar yang sudah diketahui kecernaannya dimasukkan ke dalam fermentor atau tabung sentrifus, kemudian dipanaskan di dalam inkubator pada suhu 38-39 °C.

1. Dipersiapkan 4 L larutan buffer fosfat bikarbonat yang sudah tercampur homogen
2. Kemudian pH ditentukan sampai mencapai 6,9
3. Bila pH terlalu tinggi di-bubbling dengan gas CO selama 20 menit.
4. Selanjutnya larutan buffer plat bikarbonat dipanaskan dalam water bath pada suhu 38-39 °C Satu L cairan rumen yang telah dialiri gas CO dicampur dengan 4 L larutan buffer ke dalam storage flask (labu Erlenmeyer 5 L) berpengaduk (*stirrer*) sambil dialiri gas CO₂
5. Ambil 50 ml campuran cairan rumen dan buffer fosfat-bikarbonat, dimasukkan dengan menggunakan alat penyemprot otomatis (automatic syringe) ke dalam fermentor yang sudah diisi dengan sampel (sebelumnya fermentor yang telah berisi sampel dimasukkan dalam inkubator selama 1 jam) dan segera ditutup dengan sumbat karet ber- bunsen vale dengan cepat sambil digoyang, kemudian dimasukkan ke dalam mater bulle bersuhu 38-39 °C Blanko dibuat dengan cara yang sama tetapi tanpa diisi dengan sampel yang diuji
6. Sesudah 1 jam, isi tabung fermentor dicampur dengan seksama dan hati-hati agar tidak ada partikel-partikel pakan padat yang masih menempel di dinding tabung

7. Setelah diinkubasi selama 48 jam, kemudian aktivitas mikroba dihentikan dengan cara menambahkan 5 ml larutan Na-CO 10% atau 0,2 ml HgCl₂ jenuh pada masing-masing tabung atau direndam di dalam air es.
8. Fraksi sampel yang tidak tercerna diendapkan dengan menggunakan sentrifus dengan kecepatan putar 2500 rpm selama 15 menit.
9. Setelah 15 menit disentrifus, kemudian cairan supernatan disaring dengan hati-hati menggunakan kain nilon dengan dibantu alat pompa vakum (dengan catatan sampel masih didalam tabung fermentor)
10. Sampai tahap ini fase fermentatif di rumen dianggap telah selesai dan dilanjutkan fase hidrolitis di dalam abomasum dan usus halus
11. Partikel yang masih menempel di kain nilon selanjutnya dialirkan ke dalam tabung fermentor dengan larutan HCl-pepsin.
12. Partikel yang masih menempel di dinding kaca fermentor, dihilangkan dengan cara dibilas dengan larutan HCl-pepsin (pemberian HCl pepsin seluruhnya sebanyak 50 ml.
13. Tabung yang berisi sampel yang tidak dicerna dan HCl pepsin, diletakkan kembali di dalam water bath tanpa dialiri gas CO (situasi aerob), suhu 39 °C, tanpa penutup bunsen rak diinkubasi selama 48 jam
14. Selama masa inkubasi 48 jam pada fase ke dua ini tabung fermentor juga digoyang dua kali sehari.
15. Setelah 48 jam sampel dalam tabung fermentor disentrifus dengan kecepatan putar 2500 rpm selama 15 menit. (tabung fermentor yang digunakan sebaiknya berukuran sama dengan tabung sentrifus).
16. Selanjutnya endapan dalam tabung fermentor disaring dengan menggunakan kain nilon yang dibantu dengan alat penyaring dengan pompa vakum (bisa dengan bantuan kertas saring Whatman yang diketahui berat keringnya.serta dicuci dengan aquades 15 ml/tabung)
17. Residu atau endapan yang terdapat pada kain nilon selanjutnya dituangkan kembali ke dalam tabung fermentor bersama dengan aquades (dengan catatan residu harus benar-benar tidak terdapat lagi pada kain nilon).
18. Selanjutnya residu dan aquades yang terdapat di dalam tabung fermentor disaring dengan menggunakan alat penyaring alumina thermal (thermal

alumina crucible), sebelumnya krusibel telah dipanaskan 550 C selama 1,5 jam dan ditimbang, Ingat residu menempel pada cawan penyaring

19. Cawan penyaring residu dikeringkan dalam oven selama 24 jam pada suhu 105 C, kemudian diambil, dimasukkan desikator atau eksikator, lalu ditimbang dengan neraca analitis untuk penetapan BK.
20. Kemudian diteruskan dengan pengabuan pada tanur suhu 550 °C selama 4 jam, setelah itu diambil dan dimasukkan desikator, lalu ditimbang untuk penetapan kandungan bahan organik (BO).

3.5. Parameter Penelitian

Parameter yang diukur dalam penelitian ini adalah pH, amonia dan total VFA rumen pascainkubasi silase kalopo.

3.5.1. pH Cairan Rumen Pascainkubasi

Pengukuran pH cairan rumen dilakukan setelah inkubasi selesai. Nilai pH diukur dengan menggunakan pH meter Jenway model 3505 yang telah dikalibrasi dengan pH 7 dan pH 4 (Makkar *et al.*, 2016).

3.5.2. Uji Amonia

Pengukuran konsentrasi amonia atau NH₃ pada rumen dilakukan dengan *Conway micro diffusion method* berdasarkan [GLP] General Laboratory Procedure (1969). Prosedur pengukuran amonia dimulai dengan pembuatan reagensia, meliputi pembuatan larutan penyangga McDougall's yang mempunyai komposisi yang sama dengan saliva rumen dan pembuatan cairan supernatant atau filtrat.

Amonia dianalisis dengan teknik mikrodifusi Conway dengan cara sebagai berikut:

1. Sediakan cawan *Conway* dan penutupnya, lalu diolesi bibir dan tutupnya dengan vaselin.
2. Pipet 1 ml cairan supernatant, masukkan ke dalam salah satu ruang sisi kiri cawan *Conway*, lalu dimiringkan dengan posisi sekat di bawah,

kemudian 1 ml Na₂CO₃ jenuh masukkan ke ruang sisi kanan cawan *Conway*.

3. Masukkan 1 ml asam borat berindikator merah metil dan brom kresol hijau sampai pH 5,20 ke dalam cawan kecil yang di tengah *cawan Conway*, kemudian ditutup rapat.
4. Datarkan cawan *Conway* dan digoyang hingga larutan Na₂CO₃ bercampur dengan cairan supernatan, biarkan selama 24 jam dalam suhu kamar.
5. Setelah 24 jam, cawan *Conway* dibuka, NH₃ yang diikat oleh asam borat dititrasi dengan H₂SO₄ 0,005 N hingga warna berubah dari biru menjadi merah jingga.
6. Sebagai blanko digunakan supernatan asal cairan rumen yang diperlakukan sama.
7. Kandungan amonia dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Konsentrasi Amonia (mM)} = \frac{\text{mL H}_2\text{SO}_4 \times \text{N H}_2\text{SO}_4 \times 1000}{\text{Berat Sampel} \times \% \text{BK Sampel}}$$

Keterangan:

ml H₂SO₄: Titrasi H₂SO₄, N H₂SO₄: Normalitas H₂SO₄, Faktor 1000: 1 L = 1000 ml, mM (Meli Mol): mgrek/L = mgrek/L x BM NH₃ = mg/L.

3.5.3. Uji Total VFA

Konsentrasi yang terdapat pada VFA meliputi butirrat, asetat, propionat, valerat, iso butirrat dan iso valerat yang diukur dengan menggunakan alat kromatografi gas (GC 8A, *Shimadzu Corp.*, Kyoto, Japan) dengan kolom berisi 10% SP-1200, 1% H₃PO₄ pada 80/100 *Cromosorb WAW* sebagaimana disebutkan oleh (Krisnawan dkk., 2015). Pengerjaan uji Total VFA akan dilakukan sebagai berikut:

1. Sebanyak 1,50 mL sampel dimasukkan ke dalam *microtube* dan dilakukan degredasi tingkat keasaman sampel hingga mencapai pH 3, tujuannya adalah untuk menstabilkan sampel yang diamati.
2. Sampel sebanyak 0,40 µL diinjeksikan ke dalam GC.
3. Kuantifikasi VFA dilakukan dengan cara membandingkan kurva yang dihasilkan dengan kurva standar eksternal, terdiri atas VFA yang telah

diketahui konsentrasinya.

4. Satuan VFA yang diperoleh adalah dalam $\mu\text{mol/mL}$ atau mM.
5. Kandungan Total VFA didapatkan melalui penjumlahan masing-masing VFA penyusunnya.

Rumus pengukuran konsentrasi VFA menurut Goering & Van Soest, 1970) sebagai berikut:

$$VFA \text{ (mL Mol/L)} = \frac{\text{Area VFA Contoh} \times \text{Kandungan VFA Standar}}{\text{Area VFA Standar}}$$

3.6. Analisis Data

Data hasil penelitian yang didapatkan diolah menurut analisis keragaman Rancangan Acak Lengkap (Petrie dan Watson, 2013) menggunakan aplikasi SPSS versi 26. Model linier rancangannya sebagai berikut:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij}$$

Keterangan:

- Y_{ij} : Nilai pengamatan pada perlakuan ke-i, ulangan ke-j
- μ : Rataan umum
- α_i : Pengaruh perlakuan ke - i
- ϵ_{ij} : Efek galat percobaan pada perlakuan ke-i, ulangan ke-j
- i : Perlakuan 1, 2, 3, dan 4
- j : Ulangan 1, 2, 3, 4, dan 5

Selanjutnya, analisis ragam dari pengaruh penggunaan sirup komersial afkir terhadap pH cairan rumen, konsentrasi amonia, dan konsentrasi total VFA silase kalopo secara *in vitro* dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Analisis Ragam Pengaruh Penggunaan Sirup Komersial Afkir terhadap pH Cairan Rumen, Konsentrasi Amonia, dan Konsentrasi Total VFA Silase Kalopo secara *In Vitro*

SK	db	JK	KT	FHitung	FTabel	
					0,05	0,01
Perlakuan	t-1	JKP	KTP	KTP/KTG	-	-
Galat	t(r-1)	JKG	KTG	-	-	-
Total	t.r-1	JKT	-	-	-	-

Keterangan:

Faktor Koreksi (FK)	$= (Y \dots)^2 : r.t$
Jumlah Kuadrat Perlakuan (JKP)	$= (\Sigma Y^2 : r) - FK$
Jumlah Kuadrat Galat (JKG)	$= JKT - JKP$
Jumlah Kuadrat Total (JKT)	$= \Sigma Y^2_{ij} - FK$
Kuadrat Tengah Perlakuan (KTP)	$= JKP : t(r-1)$
Kuadrat Tengah Galat (KTG)	$= JKG : n-t$
F hitung	$= KTP : KTG$

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. pH Rumen Pascainkubasi

pH rumen pascainkubasi mengacu pada tingkat keasaman dalam lingkungan rumen ternak memamah biak setelah terjadinya proses inkubasi. Rumen adalah bagian penting dari sistem pencernaan khusus pada ruminansia. Nilai pH rumen pascainkubasi silase kalopo dengan penambahan sirup afkir dapat dilihat pada Gambar 4.1.

Tabel 4.1. pH Cairan Rumen Pascainkubasi Silase Kalopo

Perlakuan	pH Cairan Rumen
1	6,92 ^a ±0,02
2	6,86 ^{bc} ±0,04
3	6,87 ^c ±0,01
4	6,83 ^d ±0,01
5	6,81 ^d ±0,02

Keterangan: Superskrip yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata ($P<0,05$). P1: Kalopo (kontrol), P2: Kalopo + Sirup komersial 2,50% BK, P3: Kalopo + Sirup komersial 5% BK, P4: Kalopo + Sirup komersial 7,50% BK, dan P5: Kalopo + Sirup komersial 10% BK

Berdasarkan Lampiran 3, penambahan sirup afkir sebagai aditif dalam pembuatan silase kalopo memberikan pengaruh yang nyata ($P<0,05$) terhadap pH rumen pascainkubasi. Hal ini dibuktikan dengan hasil uji DMRT 5% di mana pH rumen pada P1 6,92 nyata lebih tinggi dari P2 hingga P5. pH rumen pascainkubasi pada P2 tidak berbeda dengan P3 dan P4 namun berbeda dengan P5, sementara itu pH rumen pascainkubasi pada P4 nilainya sama dengan P5. Rata-rata pH rumen pascainkubasi silase kalopo menggunakan SKA pada penelitian 6,81-6,92 masih dalam batasan normal, yaitu 6,5-7 (McDonald *et al.*, 2022).

Perbedaan nilai pH rumen pascainkubasi terjadi karena adanya pengaruh jenis pakan dan bahan tambahan (aditif silase) yang digunakan, seperti sirup afkir yang kaya glukosa. Mekanisme kerja sirup afkir memengaruhi pH rumen adalah melalui penyediaan glukosa sebagai sumber energi bagi mikroorganisme dalam rumen, dengan cara mikroorganisme menguraikan glukosa, mereka menghasilkan *Volatile Fatty Acids* (VFA), termasuk asam asetat. Wu (2017) menyatakan asam asetat dapat bertindak sebagai *buffer*, membantu menjaga keseimbangan pH rumen dengan menetralkan asam yang dihasilkan selama fermentasi, sehingga

sirup afkir yang digunakan dalam riset ini dapat membantu menjaga pH rumen dalam kisaran normal, mendukung pencernaan yang efisien, dan menjaga agar ternak tetap sehat setelah mengonsumsi silase kalopo.

Selain itu, selama proses pencernaan, pakan dirombak oleh mikroorganisme yang ada di dalam rumen. Proses ini dapat menghasilkan asam, yang dapat memengaruhi pH dalam rumen. pH rumen yang optimal adalah sekitar 6-7. Jika pH ini terlalu rendah (terlalu asam) atau terlalu tinggi (terlalu basa), maka dapat mengganggu proses pencernaan dan menyebabkan masalah kesehatan pada ruminansia (McDonald *et al.*, 2022).

Zahera dkk. (2020) mengungkapkan bahwa pH rumen pascainkubasi bisa dipengaruhi oleh pakan dengan kandungan protein tinggi. pH rumen dalam penelitian *in vitro* ini berkisar antara 6,81 hingga 6,85, yang masih berada dalam rentang normal. Penelitian yang dilakukan oleh Agustina dkk. (2020) menunjukkan bahwa penggunaan cairan rumen sapi sebagai inokulan dalam proses ensilase jagung, bungkil kacang kedelai, rumput gajah, dan pakan sapi perah memberikan pengaruh yang signifikan terhadap pH rumen dalam kondisi *in vitro*. Hal ini disebabkan oleh interaksi yang baik antara bahan pakan yang difermentasikan dan inokulan yang digunakan, yang menghasilkan pH rumen pascainkubasi dalam rentang normal, yaitu sekitar 6,13 hingga 7,15. Fitri dkk. (2021) melaporkan bahwa silase yang dibuat dari campuran sorgum dan kalopo menggunakan berbagai jenis asam laktat organik memberikan pengaruh yang signifikan pada pH rumen pascainkubasi, dengan nilai sekitar 6,84 hingga 6,90.

Hasil riset yang telah disebutkan menunjukkan bahwa pH rumen pascainkubasi yang berada dalam kondisi normal dapat dipengaruhi oleh sejumlah faktor, termasuk jenis pakan yang diberikan (Minson, 2012), aditif yang digunakan (Hynd, 2019), serta interaksi antara keduanya (Dryden, 2021). Menurut McDonald *et al.* (2022), kualitas fermentasi dalam rumen memainkan peran utama, dengan pakan yang berkualitas baik dan aditif yang sesuai mendukung produksi *Volatile Fatty Acids* (VFA) yang memengaruhi pH rumen. Saha dan Pathak (2021) menyatakan penggunaan inokulan seperti cairan rumen sapi atau asam laktat organik dapat menciptakan kondisi yang mendukung mikroorganisme tertentu dalam proses fermentasi. Selain itu, Millen *et al.* (2016) menyatakan

bahwa rumen memiliki mekanisme regulasi pH yang canggih untuk menjaga keseimbangan. Menurut Hungate (2013), faktor kesehatan ternak dan pola makan juga dapat berperan dalam mengatur pH rumen.

Temuan dari penelitian ini mengindikasikan bahwa penggunaan SKA dalam fermentasi kalopo dapat mempertahankan pH rumen dalam kondisi normal. pH rumen yang normal terjaga karena berbagai faktor, termasuk keseimbangan mikroorganisme dalam rumen, kualitas pakan, efisiensi fermentasi, regulasi alami dalam rumen, pengaturan pakan yang bijak, kesehatan ternak, dan pola makan yang tepat. Semua faktor ini berkontribusi pada kondisi pH yang stabil yang penting untuk pencernaan yang efisien dan kesehatan ternak secara keseluruhan.

4.2. Konsentrasi Amonia Rumen Pascainkubasi

Amonia rumen adalah senyawa amonia yang dihasilkan selama proses fermentasi mikroba dalam rumen, akibat degradasi protein dalam pakan dan dapat memengaruhi kualitas pakan dan kesehatan ternak jika terlalu tinggi. Kandungan amonia cairan rumen pascainkubasi silase kalopo dapat dilihat pada Gambar 4.2.

Tabel 4.2. Amonia Cairan Rumen Pascainkubasi Silase Kalopo

Perlakuan	Amonia Cairan Rumen (mM)
1	8,64 ^a ±0,46
2	10,4 ^b ±0,32
3	11,3 ^c ±0,58
4	12,0 ^c ±1,15
5	13,8 ^d ±0,45

Keterangan: Superskrip yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$). P1: Kalopo (kontrol), P2: Kalopo + Sirup komersial 2,50% BK, P3: Kalopo + Sirup komersial 5% BK, P4: Kalopo + Sirup komersial 7,50% BK, dan P5: Kalopo + Sirup komersial 10% BK

Berdasarkan hasil analisis ragam (Lampiran 3), penggunaan SKA untuk mengensilasekan kalopo memberikan pengaruh yang nyata ($P < 0,05$) terhadap kandungan amonia cairan rumen pascainkubasi. Hasil uji Duncan 5% membuktikan cairan rumen pascainkubasi pada P1 nyata lebih rendah ($P < 0,05$) dari perlakuan lainnya. Penambahan SKA 2,50%-10% BK dapat meningkatkan kandungan amonia cairan rumen seiring dengan meningkatnya level penambahan sirup komersial akhir menghasilkan cairan rumen pascainkubasi dengan kandungan amonia nyata lebih tinggi pada P2 dan P5, namun pada P3 dan P4

kandungan amonia cairan rumen secara *in vitro* relatif sama ($P>0,05$). Amonia cairan rumen yang tidak berbeda karena SKA kaya energi dicampur dengan kalopo tinggi protein yang dapat menghasilkan kandungan amonia cairan rumen yang lebih tinggi akibat meningkatnya degradasi protein pakan selama proses fermentasi di dalam rumen.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Zahera *et al.* (2020) menunjukkan amonia dalam cairan rumen pascainkubasi dapat dipengaruhi oleh pakan dengan kandungan protein tinggi. Konsentrasi amonia pada penelitian ini sekitar Penelitian yang dilaksanakan oleh Agustina *et al.* (2020) menyajikan hasil yang menunjukkan penggunaan cairan rumen sapi sebagai inokulan dalam proses ensilase jagung, bungkil kacang kedelai, rumput gajah, dan pakan sapi perah memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kandungan amonia dalam cairan rumen secara *in vitro*. Konsentrasi amonia pada penelitian ini sekitar 6,95-19 mM. Laporan Fitri *et al.* (2021) menegaskan bahwa silase yang dibuat dari campuran sorgum dan kalopo menggunakan asam laktat organik memberikan dampak yang signifikan pada kandungan amonia dalam cairan rumen pascainkubasi. Kandungan amonia pada riset ini 19-23,5 mM. Berdasarkan ketiga hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa penggunaan cairan rumen (Hindratiningrum dkk., 2011) dan aditif tinggi glukosa (McDonald *et al.*, 2022) berpotensi memberikan dampak yang nyata terhadap kandungan amonia dalam cairan rumen secara *in vitro*, baik menurunkan maupun meningkatkan.

Menurut McDonald *et al.* (2022), pakan dengan kandungan protein tinggi, penggunaan cairan rumen sapi sebagai inokulan dalam ensilase, dan variasi jenis asam laktat organik dapat menjadi faktor yang meningkatkan kandungan amonia cairan rumen. Sebaliknya, penggunaan aditif tinggi glukosa dan pengaturan nutrisi yang bijak dapat berpotensi menurunkan kandungan amonia cairan rumen secara *in vitro*. Namun penggunaan SKA hingga 10% dalam penelitian ini belum mampu menurunkan kandungan amonia cairan rumen pascainkubasi.

4.3. Konsentrasi Total VFA Rumen Pascainkubasi

Volatile Fatty Acids (VFA) adalah sekelompok asam lemak yang dihasilkan selama proses fermentasi mikroba dalam rumen ruminansia, meliputi asam asetat, asam propionat, dan asam butirat. VFA memiliki peran penting dalam metabolisme dan energi, karena mereka dapat diserap dan digunakan sebagai sumber energi utama oleh ternak. Konsentrasi VFA dalam cairan rumen dapat secara *in vitro* dapat dilihat pada Gambar 4.3 di bawah ini.

Tabel 4.3. Total VFA Cairan Rumen Pascainkubasi Silase Kalopo

Perlakuan	Total VFA Cairan Rumen (mM)
1	80,5 ^a ±11,9
2	94,5 ^{ab} ±9,79
3	108 ^b ±10,1
4	128 ^c ±12,9
5	141 ^c ±11,4

Keterangan: Superskrip yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$). P1: Kalopo (kontrol), P2: Kalopo + Sirup komersial 2,50% BK, P3: Kalopo + Sirup komersial 5% BK, P4: Kalopo + Sirup komersial 7,50% BK, dan P5: Kalopo + Sirup komersial 10% BK

Hasil analisis ragam pada Lampiran 3 menunjukkan, penggunaan sirup afkir sebagai aditif silase memberikan pengaruh yang nyata ($P < 0,05$) terhadap konsentrasi total VFA silase kalopo secara *in vitro*. Pengaruh SKA tersebut dapat dilihat dari hasil uji DMRT 5%, pada P1 yang mengensilasekan kalopo tanpa SKA, konsentrasi total VFA cairan rumen nyata menurun ($P < 0,05$). Penambahan SKA sebanyak 2,50% BK (P2) konsentrasi total VFA cairan rumen tidak nyata dengan P1 dan P3 ($P > 0,05$), selanjutnya penambahan SKA 5% BK (P3) konsentrasi total VFA cairan rumen nyata lebih rendah ($P < 0,05$) dari P4 dan P5, sedangkan pada penambahan SKA masing-masing sebanyak 7,50 dan 10% BK, konsentrasi total VFA cairan rumen tidak berbeda ($P > 0,05$), sehingga perlakuan terbaik pada riset ini adalah P4 yang menambahkan SKA sebanyak 7,50% dalam pembuatan silase kalopo.

Hasil riset ini menunjukkan konsentrasi total VFA yang sama atau tidak berbeda antara beberapa perlakuan disebabkan oleh kompleksitas hubungan antara berbagai faktor dalam proses ensilase. Penambahan aditif kaya glukosa, seperti sirup afkir pada bahan pakan yang diensilase dengan tinggi protein dapat memengaruhi konsentrasi total VFA melalui beberapa mekanisme, seperti glukosa

dalam sirup afkir dapat digunakan oleh mikroorganisme dalam proses fermentasi untuk menghasilkan VFA. Hal ini dapat memengaruhi keseimbangan mikroba dalam rumen dan jenis VFA yang diproduksi. Selain itu, adanya interaksi antara komponen sirup afkir dan bahan pakan yang diensilase dapat memengaruhi tingkat degradasi protein dan produksi VFA.

Menurut Zahera *et al.* (2020), total VFA cairan rumen pascainkubasi dapat dipengaruhi oleh pakan tinggi protein, konsentrasi VFA pada pakan rendah protein 114 mM, pakan protein sedang 102 mM, dan pakan dengan protein tinggi 132 mM. Agustina *et al.* (2020) menambahkan bahwa penggunaan cairan rumen sapi sebagai inokulan untuk mengensilase jagung, bungkil kacang kedelai, rumput gajah, dan pakan sapi perah memiliki pengaruh yang nyata terhadap konsentrasi total VFA cairan rumen secara *in vitro*. Konsentrasi VFA pada penelitian ini sekitar 91-141 mM. Fitri *et al.* (2021) melaporkan bahwa silase yang dibuat dari campuran sorgum dan kalopo dengan menggunakan berbagai jenis asam laktat organik memberikan dampak yang nyata terhadap konsentrasi total VFA cairan rumen pascainkubasi, rata-rata total VFA pada penelitian ini berkisar 64,-109 mM. Berdasarkan ketiga hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa penggunaan cairan rumen dan aditif tinggi glukosa berpotensi memberikan pengaruh yang nyata terhadap baik penurunan maupun peningkatan konsentrasi total VFA dalam cairan rumen secara *in vitro* (Hindratiningrum dkk., 2011; McDonald *et al.*, 2022).

Menurut McDonald *et al.* (2022), perbedaan konsentrasi total VFA dapat dipengaruhi oleh tingkat konsentrasi sirup afkir. Perlakuan dengan penambahan sirup afkir 5% BK misalnya, memiliki efek yang berbeda dengan penambahan 7,50% atau 10% BK. Tingkat konsentrasi ini dapat memengaruhi ketersediaan glukosa dan pengaruhnya terhadap mikroorganisme serta produksi total VFA. Mekanisme kerja secara umum melibatkan interaksi antara komponen bahan pakan, sirup afkir, dan mikroorganisme dalam proses fermentasi di dalam rumen. Glukosa dari sirup afkir memberikan sumber energi tambahan bagi mikroorganisme, yang pada gilirannya dapat memengaruhi jenis dan jumlah VFA yang dihasilkan selama proses fermentasi di dalam rumen. Namun demikian,

kompleksitas interaksi ini dapat menghasilkan respons yang bervariasi tergantung pada kondisi spesifik dalam setiap perlakuan.

Menurut Wu (2017), untuk memperoleh konsentrasi VFA normal, perlu diperhatikan komposisi pakan yang seimbang, rasio pakan yang tepat, dan jenis pakan yang mudah difermentasikan oleh mikroorganisme dalam rumen. Hynd (2019) menyatakan penggunaan aditif, seperti prebiotik, probiotik, dan aditif kaya glukosa (molases, sirup afkir, dan lainnya) dapat dipertimbangkan untuk memengaruhi keseimbangan mikroorganisme dan meningkatkan produksi VFA rumen. Sementara itu, Dryden (2021) menegaskan sangat penting manajemen pemberian pakan dengan baik, termasuk frekuensi dan jumlah pakan yang tepat, serta pemantauan kesehatan rumen secara rutin.

Konsentrasi VFA yang normal dalam rumen sapi berkontribusi pada efisiensi pencernaan, pertumbuhan, dan produksi air susu (Saha dan Pathak, 2021). Keseimbangan mikroba dalam rumen yang baik, efisiensi pemanfaatan nutrisi dari pakan, dan pengaruh positif pada nafsu makan adalah dampak positif dari kondisi VFA yang seimbang (McDonald *et al.*, 2022). Hal ini berarti akan terjadi peningkatan produktivitas dan kesejahteraan ternak, yang mendukung keberlanjutan operasional peternakan secara keseluruhan.

V. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini maka disimpulkan penambahan sirup afkir dapat memengaruhi pH, amonia, dan total VFA cairan rumen pascainkubasi silase kalopo. pH cairan rumen secara *in vitro* menurun dari 6,92 (P1) menjadi 6,81 (P5), konsentrasi amonia meningkat dari 8,64 mM (P1) menjadi 13,8 mM (P5), dan konsentrasi total VFA meningkat dari 80,5 mM (P1) menjadi 141 mM (P5). Perlakuan terbaik pada penelitian ini adalah P4 yang menggunakan SKA 7,50% BK untuk mengensilasekan kalopo dengan nilai pH, konsentrasi amonia, dan konsentrasi VFA cairan rumen *in vitro* masing-masing sekitar 6,83; 12 mM, dan total VFA 128 mM.

5.2. Saran

Sirup afkir dapat digunakan sebanyak 7,50% untuk membuat silase kalopo dilihat dari pH, konsentrasi amonia, dan konsentrasi total VFA cairan rumen secara *in vitro*. Penelitian lebih lanjut dapat dilakukan terkait dengan pencernaan baik secara *in vitro* maupun *in vivo*.

DAFTAR PUSTAKA

- Aguerre, M.J., M. C. Capozzolo., P. Lencioni., C. Cabral dan M. A. Watiaux. 2016. Effect of Quebracho-Chesnut Tannin Exstract at 2 Dietary Crude Protein Leveles on Performance, Rumen Fermentation and Nitrogen Partitioning in Dairy Cows. *J. Dairy Sci.* 99 (6): 1-11.
- Agustina, A.K., D. Evvyernie., R. Zahera., I.G. Permana., T. Toharmat., Suryahadi, and Despal. 2020. Impact of Rumen Liquor Inoculant Sources on Feed *In Vitro* Fermentability and Digestability. *Jurnal Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan*, 18(3): 89-94.
- Amri, U dan Yurleni. 2014. Efektivitas Pemberian Pakan yang Mengandung Minyak Ikan dan Olahannya terhadap Fermentasi Rumen secara *In Vitro*. *Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Peternakan*. 17 (1): 22 - 30.
- Awiyana, R., Jiyanto, dan P. Anwar 2021. Kualitas Nutrisi Silase Kelapa Sawit (Pelepah dan Daun) terhadap Penambahan Kombinasi Molases dan Bahan Aditif Cairan Asam Laktat. *Jurnal Green Swarnadwipa*, 10(3): 473-483.
- Deaville, E., D. Gievens and I. Mueller-Harvey. 2010. Chesnut and Mimosa Tannin Silages: Effect in sheep differ for Apparent Disgestibility, Nitrogen Utilitation and Losses. *Animal Science Research Group*. 157 (4): 129 -138.
- Dryden, G.M. 2021. *Fundamentals of Applied Animal Nutrition*. CABI Press. England.
- [GLP] General Laboratory Procedure. 1969. *Department of Dairy Science*. University of Wisconsin. Madison.
- Fitri, A. Bain, dan W. Kurniawan. Uji Kecernaan *In Vitro* Silase Kombinasi Sorgum (*Sorghum bicolor*) dan Kalopo (*Calopogonium mucunoides*) dengan Level Asam Laktat yang Berbeda. *Jurnal Ilmiah Peternakan Halu Oleo*, 3(4): 415-420.
- Goering, H.K and P.J. Van Soest. 1970 *Forage Fiber Analysis (Apparatus Reagents, Procedures and Some Applications)*. Agriculture Handbook. United States Department of Agriculture, Washington DC.
- Guo, G., C. Shen., Q. Liu., S.L. Zhang., T. Shao., C. Wang., Y.X. Wang., Q.F. Xu, and W.J. Huo. 2020. The effect of lactic acid bacteria inoculums on *in vitro* rumen fermentation, methane production, ruminal cellulolytic bacteria populations and cellulase activities of corn stover silage. *J. Integr. Agr.*, 19(1): 838–847.
- Hasan, S. 2012. *Hijauan Pakan tropik*. Kerjasama IPB Press dengan Hasanuddin University Press. Bogor.

- Hindratiningrum, N., M. Bata, dan S.A. Santosa. 2011. Produk Fermentasi Rumen dan Produksi Protein Mikroba Sapi Lokal yang diberi Pakan Jerami Amoniasi dan Beberapa Bahan Pakan Sumber Energi. *Agripet*. 11(2): 6-11.
- Hynd, P.I. 2019. *Animal Nutrition from Theory to Practice*. CABI Publisher. London.
- Hungate, R.E. 2013. *The Rumen and Its Microbes*. Elsevier, Academic Press. Amsterdam.
- Huo, W., X. Wang., Z. Wei., H. Zhang., Q. Liu., S. Zhang., C. Wang., L. Chen., Q. Xu, and G. Guo. 2021. Effect of lactic acid bacteria on the ensiling characteristics and *in vitro* ruminal fermentation parameters of alfalfa silage. *Ital. J. Anim. Sci.* 20(1): 623–631.
- Jayanegara, A., H.P.S. Makkar, and K. Becker. 2015. Addition of purified tannin sources and polyethylene glycol treatment on methane emission and rumen fermentation *in vitro*. *Media Peternakan*, 38(1): 57-63.
- Karmila, Y., Yatno, Suparjo, dan R. Murni. 2020. Karakteristik Sifat Kimia dan Mikrobiologi Silase Ampas Tahu Menggunakan Tapioka sebagai Akselerator. *Stock Peternakan*, 2(1): 1-9.
- Kellems, R.O and D.O. Church. 2002. *Livestock Feeds and Feeding (5th Ed)*. Prentice Hall, New Jersey. Pp. 654p.
- Kondo, M., K. Simizu., A. Jayanegara., A. Mishima., H. Matsui., S. Karita., M. Goto, dan T. Pujihara. 2016. Changes in Nutrient Composition and *in Vitro* Ruminal Fermentation of Total Mixed Ration Silage Storage at Different Temperatures and Priods. *Journal of Science of Food and Agriculture*. 96(4): 1175-1180.
- Krisnawan, A.H., B. Ryanto, R. Devi, dan S. Weilinten. 2017. Potensi Antioksidan Ekstrak Kulit dan Perasan Daging Buah Lemon (*Citrus lemon*) Lokal dan Impor. *Prosiding*. Seminar Nasional 2017 Fakultas Pertanian UMJ.
- Li, F., S. Usman., W. Huang., M. Jia., Z.A. Kharazian., T. Ran., F. Li., Z. Ding, and X. Guo. 2023. Effects of inoculating feruloyl esterase producing *Lactiplantibacillus plantarum* A1 on ensiling characteristics, *in vitro* ruminal fermentation, and microbiota of alfalfa silage. *J Animal Sci Biotechnol*, 14(43): 1-17.
- Makkar, H.P.S., I. Strnad, and J. Mittendorfer. 2016. Proficiency testing of feed constituents: a comparative evaluation of european and developing country laboratories and its implications for animal production. *J. Agric.* 64 (41): 7679-7687.

- McDonald, P., R. Edwards., J. Greenhalgh., C. Morgan., L. Sinclair, and R. Wilkinson. 2022. *Animal Nutrition*. Pearson Ltd. Singapore.
- Mendez, C.R., A. Plascencia., N. Torrentera, and R.A. Zinn. 2017. Effect of level and source of supplemental tannin on growth performance of steers during the late finishing phase. *Journal of Applied Animal Research*, 45(1): 199-203.
- Millen, D.D., M.De.B. Arrigoni, and R.D.L. Pacheco. 2016. *Rumenology*. Springer. New York.
- Minson, D.J. 2012. *Forage in Ruminant Nutrition*. Academic Press. San Diego.
- Mugiawati, R.E. 2013. Kadar Air dan pH Silase Rumput Gajah pada Hari ke-21 dengan Penambahan Jenis Aditif dan Bakteri Asam Laktat. *Jurnal Ternak Ilmiah*. 1 (1): 201-207.
- Praptiwi, I.I., Y.P. Pasaribu, dan D.S. Susanti. 2013. Potensi *Centrocema pubescence* dan *Calopogonium mucunoides* sebagai Pakan Kombinasi Rumput (Studi Kasus di Kampung Wasur). *Agricola*. 3(1): 9-18.
- Petrie, A and P. Watson. 2013. *Statistics for Veterinary and Animal Science*. John Wiley and Sons, Ltd. London.
- Pranata, R dan S. Chuzaemi. 2020. Nilai Kecernaan *In Vitro* Pakan Lengkap Berbasis Kulit Kopi (*Coffea Sp.*) Menggunakan Penambahan Daun Tanaman Leguminosa. *Jurnal Nutrisi Ternak Tropis*, 3(2): 48-54.
- Prawirosukarto, S. 2003. *Pengenalan dan Pengendalian Hama dan Penyakit Tanaman Kelapa Sawit*. PPKS. Medan.
- Prayitno dan R. Hadi. 2010. Peranan Analisa Laporan Keuangan dalam Mengukur Kinerja Keuangan Perusahaan (Studi Kasus pada PT. X). *Jurnal Manajemen*. 2(1): 7-8.
- Qadarullah, M.N., Munir, dan Irmayani. 2018. Analisis Nilai pH dan Tingkat Kerusakan Silase Pakan Komplit yang Diformulasi Dengan Daun Lamtoro (*Leucaena leucocephala*) Sebagai Pakan Ternak Ruminasia. *J. Bionature*. 19(2): 119 - 125.
- Rasidin, A. 2005. Peran Tanaman Pakan Ternak sebagai Tanaman Konservasi dan Penutup Tanah di Perkebunan. Prosiding. *Lokakarya Nasional Tanaman Pakan Ternak*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Bogor.
- Reksohadiprodjo, S. 1985. *Produksi Tanaman Hijauan Makanan Ternak Tropik*. Edisi Revisi. BPFE. UGM. Yogyakarta.

- Sadarman, S., M. Ridla, N. Nahrowi, R. Ridwan dan A. Jayanegara. 2020. Evaluation of Ensiled Soy Sauce by-product Combined with Several Additives as an Animal Feed. *Veterinary World* 13(5): 940-946.
- Sadarman., D. Febrina., T. Wahyono., D.N. Adli., N. Qomariyah., R.A. Nurfitriani., S. Mursid., Y.A. Oktafyan., Zulkarnain, dan A.B. Prasetyo. 2022. Pengaruh penambahan aditif tanin *chestnut* terhadap kualitas silase kelobot jagung (*Zea mays*). *J. Nutrisi Ternak Tropis*, 5(1): 37-44.
- Sadarman., D. Febrina., D. Mastin., R.P. Harahap., N. Qomariyah., D.N. Adli., R.A. Nurfitriani, and A. Jayanegara. 2023. Book Chapter: Evaluation of additional chestnut tannins in complete feed silage on pH post incubation and product rumen fermentation *in vitro*. *Developing Modern Livestock Production in Tropical Countries*. 1st Edition. CRC Press. United State of America.
- Sofyan, A., A.A. Saktia., H. Herdian., G. Khairulli., A.E. Suryani., P.D.M.H. Karti, and A. Jayanegara. 2017. *In Vitro* Gas Production Kinetics and Digestibility of King Grass (*Pennisetum hybrid*) Added by Organic Mineral and Natural Crude Tannin. *Journal of Applied Animal Research*, 45(1): 122–125.
- Saha, S.K and N.N. Pathak. 2021. *Fundamentals of Animal Nutrition*. Springer Nature. Singapore.
- Susetyo. 1983. *Hijauan Makanan Ternak Potong, Kerja dan Perah*. Yayasan Kanisius. Yogyakarta.
- Sudirman. 2013 *Evaluasi Pakan Tropis Dari Konsep ke Aplikasi (metode feses)*. ISBN : 978-602-19824-7-1. Pustaka Reka Cipta: Bandung
- Suryani, S., S. Sariyani., F. Earnestly., M. Marganof., R. Rahmawati., S. Sevindrajuta., T.M.I. Mahlia, and A. Fudholi. 2020. A Comparative Study of Virgin Coconut Oil, Coconut Oil and Palm Oil in Terms of Their Active Ingredients', *Processes*, 8(402): 1–11.
- Sutowo, I., T. Adelina, dan D. Febrina. 2016. Kualitas Nutrisi Silase Limbah Pisang (Batang dan Bonggol) dan Level Molasis yang Berbeda sebagai Pakan Alternatif Ternak Ruminansia. *Jurnal Peternakan*. 12 (2): 41 – 47.
- Tillman, A. D., H. Hartadi, S. Reksohadiprajdo dan S. Lebdosoekojo. 1998. *Ilmu Makanan Ternak Dasar*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Tilley, J. M. A. dan Terry, R. A. 1963. A Two-Stage Technique for In Vitro Digestion of Forage Crops. *Journal of British Grassland Society*. 18: 104-111.

- Utomo, R. 2012. *Evaluasi Pakan dengan Metode Noninvasif*. PT. Citra Aji Parama. Yogyakarta.
- Wang, Y.-L., W.-K. Wang., Q.-C. Wu., F. Zhang., W.-J. Li., Z.-M. Yang., Y.-K. Bo, and H.-J. Yang. 2022. The Effect of Different Lactic Acid Bacteria Inoculants on Silage Quality, Phenolic Acid Profiles, Bacterial Community, and *In Vitro* Rumen Fermentation Characteristic of Whole Corn Silage. *Fermentation*, 8(6): 285.
- Wati, W.S., Mashudi, dan A. Irsyammawati. 2018. Kualitas Silase Rumpun Odot (*Pennisetum Purpurium CV. Mott*) dengan Penambahan *Lactobacillus Plantarum* dan Molases pada Waktu Inkubasi yang Berbeda. *Jurnal Nutrisi Ternak Tropis*. 1(1): 44-53.
- Widodo, F., T. Wahyono, dan Sutrisno. 2012. Kecernaan Bahan Kering, Kecernaan Bahan Organik, Produksi VFA, dan NH₃ Pakan Komplit dengan Level Jerami Padi Berbeda secara *In Vitro*. *Animal Agricultural Journal*, 1(1): 215–230.
- Wu, G. 2017. *Principles of Animal Nutrition*. New York (US): Taylor & Francis Group, LLC.
- Xia, C., M. Aziz., U. Rahman., H. Yang., T. Shao., Q. Qiu., H. Su, and B. Cao. 2018. Effect of increased dietary crude protein levels on production performance, nitrogen utilization, blood metabolites and ruminal fermentation of Holstein bulls. *Asian-Australasian Journal of Animal Science*, 31(10): 1643–1653.
- Xie, Y., J. Guo., W. Li., Z. Wu, and Z. Yu. 2021. Effects of ferulic acid esterase-producing lactic acid bacteria and storage temperature on the fermentation quality, *in vitro* digestibility and phenolic acid extraction yields of sorghum (*Sorghum bicolor L.*) silage. *Microorganisms*, 9(1): 114.
- Zahera, Z., D. Anggraeni., Z.A. Rahman, dan D. Evvyernie. 2020. Pengaruh Kandungan Protein Ransum yang Berbeda terhadap Kecernaan dan Fermentabilitas Rumen Sapi Perah secara *In Vitro*. *Jurnal Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan*, 18(1): 1-6.
- Zaitoun, M., M. Ghanem, and S. Harphoush. 2018. Sugars: types and their functional properties in food and human health. *International Journal of Public Health Research* 6: 93-99.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Deskripsi Data Penelitian

		N	Mean	STD
pH Cairan Rumen	1	5	6.9240	0.02408
	2	5	6.8620	0.04087
	3	5	6.8720	0.01483
	4	5	6.8320	0.01304
	5	5	6.8060	0.01517
	Total	25	6.8592	0.04618
Konsentrasi Amonia (mM)	1	5	8.6420	0.46273
	2	5	10.4400	0.32094
	3	5	11.3200	0.57619
	4	5	12.0200	1.14978
	5	5	13.7800	0.45497
	Total	25	11.2404	1.83703
Konsentrasi tVFA (mM)	1	5	80.4600	11.92929
	2	5	94.5200	9.79525
	3	5	108.4800	10.13173
	4	5	127.6000	12.89574
	5	5	140.8000	11.38859
	Total	25	110.3720	24.50249

Lampiran 2. Analisis Ragam Rancangan Acak Lengkap

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
pH Cairan Rumen	Between Groups	0.040	4	0.010	17.293	0.000
	Within Groups	0.011	20	0.001		
	Total	0.051	24			
P<0,05: pH cairan rumen nyata dipengaruhi oleh SKA						
Konsentrasi Amonia (mM)	Between Groups	72.280	4	18.070	41.481	0.000
	Within Groups	8.712	20	0.436		
	Total	80.992	24			
P<0,05: Konsentrasi amonia cairan rumen nyata dipengaruhi oleh SKA						
Konsentrasi tVFA (mM)	Between Groups	11861.302	4	2965.326	23.279	0.000
	Within Groups	2547.628	20	127.381		
	Total	14408.930	24			
P<0,05: Konsentrasi total VFA cairan rumen nyata dipengaruhi oleh SKA						

Lampiran 3. Uji DMRT 5%

1. pH Cairan Rumen Pascainkubasi Silase Kalopo

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05				Superskrip
		1	2	3	4	
1	5				6.9240	a
2	5		6.8620	6.8620		bc
3	5		6.8720			c
4	5	6.8320				d
5	5	6.8060				d
Sig.		0.102	0.062	0.517	1.000	

Keterangan: Superskrip yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$). P1: Kalopo (kontrol), P2: Kalopo + Sirup komersial 2,50% BK, P3: Kalopo + Sirup komersial 5% BK, P4: Kalopo + Sirup komersial 7,50% BK, dan P5: Kalopo + Sirup komersial 10% BK

2. Konsentrasi Amonia Cairan Rumen Pascainkubasi Silase Kalopo

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05				Superskrip
		1	2	3	4	
1	5	8.6420				a
2	5		10.4400			b
3	5			11.3200		c
4	5			12.0200		c
5	5				13.7800	d
Sig.		1.000	1.000	0.109	1.000	

Keterangan: Superskrip yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$). P1: Kalopo (kontrol), P2: Kalopo + Sirup komersial 2,50% BK, P3: Kalopo + Sirup komersial 5% BK, P4: Kalopo + Sirup komersial 7,50% BK, dan P5: Kalopo + Sirup komersial 10% BK

3. Konsentrasi Total VFA Cairan Rumen Pascainkubasi Silase Kalopo

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05			Superskrip
		1	2	3	
1	5	80.5			a
2	5	94.5	94.5		ab
3	5		108		b
4	5			128	c
5	5			141	c
Sig.		0.063	0.065	0.079	

Keterangan: Superskrip yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$). P1: Kalopo (kontrol), P2: Kalopo + Sirup komersial 2,50% BK, P3: Kalopo + Sirup komersial 5% BK, P4: Kalopo + Sirup komersial 7,50% BK, dan P5: Kalopo + Sirup komersial 10% BK

Lampiran 4. Dokumentasi Penelitian



Proses Pencacahan Kalopo



Persiapan Sirup Komersial Afkir untuk Aditif Silase



Silo yang Telah Diisi dan Dilakban sebelum Disimpan selama 30 Hari