

**PEMANFAATAN PROTEIN BUNGKIL KEDELAI TERPROTEKSI
FORMALDEHID DALAM PAKAN PADA DOMBA LOKAL**

SKRIPSI

Oleh:

ALIEF RAHASYA DEWA



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

PEMANFAATAN PROTEIN BUNGKIL KEDELAI TERPROTEKSI
FORMALDEHID DALAM PAKAN PADA DOMBA LOKAL

Oleh

ALIEF RAHASYA DEWA
NIM: 23010120130104

Salah satu syarat untuk memperoleh
gelar Sarjana Peternakan pada Program Studi S1 Peternakan
Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro

PROGRAM STUDI S-1 PETERNAKAN
FAKULTAS PETERNAKAN DAN PERTANIAN
UNIVERSITAS DIPONEGORO
S E M A R A N G
2026

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Alief Rahasya Dewa
N I M : 23010120130104
Program Studi : S-1 Peternakan

dengan ini menyatakan sebagai berikut :

1. Skripsi yang berjudul: Pemanfaatan protein bungkil kedelai terproteksi formaldehid dalam pakan pada domba lokal dan penelitian yang terkait merupakan karya penulis sendiri.
2. Setiap ide atau kutipan dari karya orang lain berupa publikasi atau bentuk lainnya dalam skripsi ini, telah diakui sesuai dengan standar prosedur disiplin ilmu.
3. Penulis juga mengakui bahwa skripsi ini dapat dihasilkan berkat bimbingan dan dukungan penuh dari Pembimbing yaitu: **Prof. Dr. Ir. R. R. Retno Adiwiniarti, M.Sc.** dan **Prof. Ir. Mukh Arifin, M.Sc., Ph.D.**

Apabila di kemudian hari dalam skripsi ini ditemukan hal-hal yang menunjukkan telah dilakukannya kecurangan akademik maka penulis bersedia gelar sarjana yang telah penulis dapatkan ditarik sesuai dengan ketentuan dari Program Studi S1 Peternakan, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro.

Semarang, Juni 2026
Penulis,



Alief Rahasya Dewa

Mengetahui:

Pembimbing Utama

Prof. Dr. Ir. R. R. Retno Adiwiniarti, M.Sc.

Pembimbing Anggota

Prof. Ir. Mukh Arifin, M.Sc., Ph.D.

Judul Skripsi : PEMANFAATAN PROTEIN BUNGKIL
KEDELAI TERPROTEKSI
FORMALDEHID DALAM PAKAN PADA
DOMBA LOKAL

Nama Mahasiswa : ALIEF RAHASYA DEWA

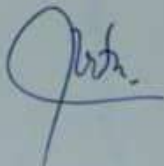
Nomor Induk Mahasiswa : 23010120130104

Program Studi/Departemen : S-1 PETERNAKAN/PETERNAKAN

Fakultas : PETERNAKAN DAN PERTANIAN

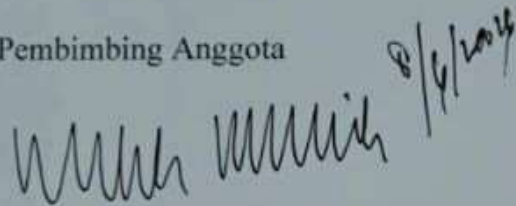
Telah disidangkan di hadapan Tim Penguji
dan dinyatakan lulus pada tanggal **25** MAY .. 2026

Pembimbing Utama



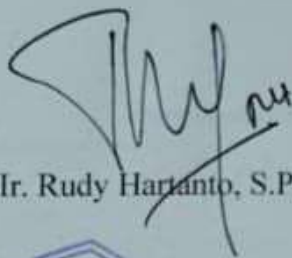
Prof. Dr. Ir. R. R. Retno Adiwinarti, M.Sc.

Pembimbing Anggota



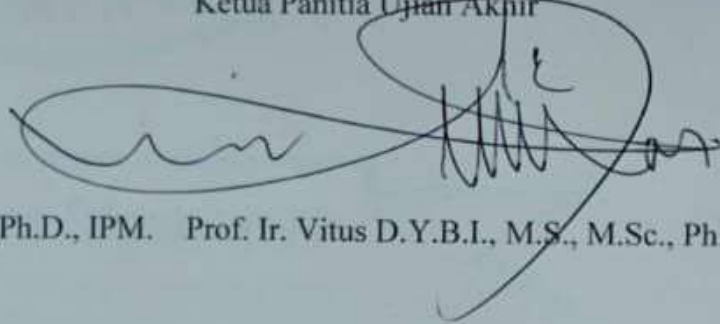
Prof. Ir. Mukh Arifin, M.Sc., Ph.D.

Ketua Program Studi



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

Ketua Panitia Ujian Akhir



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



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

Ketua Departemen



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

RINGKASAN

ALIEF RAHASYA DEWA. 23010120130104.2026. Pemanfaatan Protein Bungkil Kedelai Terproteksi Formaldehid dalam Pakan Domba Lokal (Pembimbing: **RETNO ADIWINARTI** dan **MUKH ARIFIN**).

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh pemberian bungkil kedelai terproteksi formaldehid dengan persentase yang berbeda dalam pakan domba terhadap pemanfaatan protein. Penelitian dilaksanakan di kandang Rojo Koyo Farm, Tengaran, Jawa Tengah dan Laboratorium Produksi Ternak Potong dan Perah, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro, Semarang, Jawa Tengah pada bulan Februari – Juni tahun 2024.

Materi penelitian terdiri atas 18 ekor domba lokal jantan berumur 8 bulan dengan bobot badan rata-rata $25,01 \pm 1,57$ kg (CV = 6,29%). Pakan yang digunakan berupa konsentrat pelet dengan komposisi tumpi jagung, pangkal umbi singkong, pollard, tepung ikan, dan molases. Penelitian dilakukan menggunakan metode eksperimental dengan rancangan acak lengkap (RAL) yang terdiri atas tiga perlakuan dan enam ulangan. Perlakuan yang diuji meliputi P0 (100% bungkil kedelai tanpa proteksi), P1 (50% bungkil kedelai tanpa proteksi + 50% bungkil kedelai terproteksi formaldehid), dan P2 (100% bungkil kedelai terproteksi formaldehid). Parameter yang diamati meliputi pertambahan bobot badan harian (PBBH) dan konversi nitrogen teretensi. Data dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) pada taraf signifikansi 5%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa proteksi bungkil kedelai menggunakan formaldehid berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap pertambahan bobot badan harian (PBBH) dan konversi nitrogen teretensi. Hasil uji lanjut menyatakan bahwa perlakuan P0 dan P1 tidak menunjukkan perbedaan yang nyata, namun keduanya berbeda nyata dengan perlakuan P2. Pemberian bungkil kedelai terproteksi pada P2 memberikan respons yang negatif terhadap performa ternak, yang ditunjukkan oleh nilai PBBH paling rendah dibandingkan perlakuan lainnya. Sejalan dengan penurunan PBBH, perlakuan P2 juga menghasilkan nilai konversi nitrogen teretensi yang paling tinggi. Hal ini mengindikasikan bahwa perlakuan P2 memiliki tingkat efisiensi pemanfaatan nitrogen yang paling buruk untuk dikonversi menjadi jaringan tubuh.

Berdasarkan hasil penelitian, disimpulkan bahwa penggunaan bungkil kedelai terproteksi formaldehid dengan persentase 50% lebih efektif dibandingkan proteksi penuh dalam meningkatkan pertumbuhan dan efisiensi pemanfaatan protein pada domba lokal.

KATA PENGANTAR

Domba lokal merupakan salah satu ternak yang banyak diminati oleh peternakan di Indonesia karena pertumbuhannya yang cepat. Salah satu masalah yang sering dihadapi oleh peternak lokal yaitu efisiensi pakan, khususnya protein agar mempercepat laju pertumbuhan dengan menggunakan pakan yang sedikit. Protein berfungsi vital untuk memperbaiki dan membangun jaringan tubuh baru. Namun, pada ternak ruminansia, sumber protein berkualitas tinggi seperti bungkil kedelai seringkali terdegradasi di dalam rumen sebelum sempat diserap oleh tubuh. Oleh karena itu, penulis mengangkat topik mengenai teknologi proteksi protein menggunakan formaldehid, dengan harapan dapat meningkatkan ketersediaan protein bagi ternak untuk memacu pertumbuhan bobot badan yang lebih optimal. Atas dasar pemikiran tersebut, penulis menyusun skripsi dengan judul “Pemanfaatan Protein Bungkil Kedelai Terproteksi Formaldehid dalam Pakan pada Domba Lokal”.

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga peneliti dapat menyelesaikan penelitian dan penyusunan skripsi yang berjudul “Pemanfaatan Protein Bungkil Kedelai Terproteksi Formaldehid dalam Pakan Domba Lokal”. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. R. R. Retno Adiwanti, M.Sc. selaku dosen pembimbing utama dan Prof. Ir. Mukh Arifin, M.Sc., Ph.D. selaku dosen pembimbing anggota yang telah sabar dan ikhlas memberikan bimbingan, pengarahan dan

masukannya yang sangat sangat berguna dan evaluatif dalam penyusunan skripsi ini.

2. Kepada Ayah Heri Budiono dan Ibu Khoirotun, terima kasih telah membimbing dan menasehati dengan tulus penuh kasih sayang dan cintanya serta keikhlasan, senantiasa mendoakan, memberikan semangat dan dukungannya sepenuh hati.
3. Prof Sugiharto S.Pt., M.Sc., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro, Dr. Ir. Sri Sumarsih, S.Pt., M.Si., IPM. selaku Ketua Departemen Peternakan, Ir. Rudy Hartanto, S.Pt., M.P., Ph.D., IPM. selaku Ketua Program Studi S1 Peternakan, Prof. Ir. Edy Kurnianto M.S., M.Agr., Ph.D selaku Dosen Wali saya dan seluruh *staff* akademik serta karyawan yang telah memberikan fasilitas selama perkuliahan.
4. Terimakasih kepada Bapak Farid, S.T. selaku pemilik peternakan "Rojo Koyo Farm" dan juga Mba Ayu, S.Pt. selaku kepala kandang serta alumni peternakan undip tas bantuan dan fasilitas yang diberikan hingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
5. Teman satu tim penelitian Domba Rojokoyo (Iqbal, Igo, Ponyo, Tamar) terima kasih telah membantu dan berjuang bersama hingga dapat menyelesaikan penelitian ini dengan baik.

Semarang, Juni 2026

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR ILUSTRASI	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1. Domba Lokal	4
2.2. Kebutuhan Nutrien Domba.....	5
2.3. Metabolisme Protein pada Ternak Ruminansia	6
2.4. Bungkil Kedelai sebagai Salah Satu Pakan Sumber Protein.....	8
2.5. Formaldehid	10
BAB III MATERI DAN METODE.....	13
3.1. Materi dan alat Penelitian	13
3.2. Metode Penelitian	14
3.3. Analisis Data.....	17
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	19
4.1. Konsumsi dan Kecernaan Protein Kasar	19
4.2. Konsumsi dan Retensi Nitrogen	22
4.3. Pertambahan Bobot Badan Harian dan Konversi N Teretensi	25
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	29

5.1. Simpulan.....	29
5.2. Saran	29
DAFTAR PUSTAKA	30
LAMPIRAN.....	37
RIWAYAT HIDUP.....	55

DAFTAR TABEL

Nomor		Halaman
1.	Kebutuhan Nutrien Domba dengan Bobot Badan 10 kg dan 20 kg menurut Kearn (1982).....	6
2.	Komposisi dan Kandungan Nutrien Bahan Pakan Penelitian.....	13
3.	Kandungan Nutrien Pakan Penelitian.....	14
4.	Layout Penelitian	14
5.	Konsumsi PK, Kecernaan PK dan PK Tercerna.....	20
6.	Konsumsi dan Retensi Nitrogen pada Domba Lokal yang Diberi Bungkil Kedelai Terproteksi Formaldehid dengan Persentase yang Berbeda Dalam Pakan	23
7.	PBBH dan Efisiensi Nitrogen Teretensi pada Domba Lokal yang Diberi Bungkil Kedelai Terproteksi Formaldehid yang Berbeda Dalam Pakan	26

DAFTAR ILUSTRASI

Nomor	Halaman
1. Skema Alur Metabolisme Pakan pada ternak Ruminansia	8

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor		Halaman
1.	Perhitungan Analisis Ragam Konsumsi Bahan Kering	37
2.	Perhitungan Analisis Ragam Konsumsi Protein Kasar.....	39
3.	Perhitungan Analisis Ragam Protein Kasar Tercerna.....	41
4.	Perhitungan Analisis Ragam Protein Kasar Teretensi	43
5.	Perhitungan Analisis Ragam Konsumsi Nitrogen	45
6.	Perhitungan Analisis Ragam Nitrogen Feses.....	47
7.	Perhitungan Analisis Ragam Nitrogen Urin	49
8.	Perhitungan Analisis Ragam Pertambahan Bobot Badan Harian .	51
9.	Perhitungan Analisis Ragam Konversi Nitrogen Teretensi	53

BAB I

PENDAHULUAN

Domba lokal merupakan salah satu ternak ruminansia kecil yang banyak dipelihara oleh peternak rakyat dan memiliki peran penting dalam menunjang pendapatan serta ketahanan ekonomi rumah tangga petani-ternak. Namun demikian, produktivitas domba lokal masih tergolong rendah, salah satunya disebabkan oleh belum optimalnya pemanfaatan nutrisi pakan, terutama protein. Efisiensi pemanfaatan nitrogen (N) menjadi isu penting karena nitrogen yang tidak dimanfaatkan oleh ternak akan diekskresikan melalui urin dan feses, yang tidak hanya menyebabkan pemborosan protein pakan tetapi juga menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan (Hristov *et al.*, 2019). Oleh karena itu, diperlukan strategi pemberian pakan yang tepat untuk meningkatkan efisiensi pemanfaatan protein dan nitrogen pada sistem peternakan domba rakyat.

Dalam sistem pencernaan ruminansia, protein pakan mengalami proses fermentasi yang kompleks di dalam rumen. Sebagian protein akan terdegradasi menjadi amonia (NH_3) dan digunakan oleh mikroba rumen untuk membentuk protein mikroba. Namun, apabila proses ini tidak seimbang dengan ketersediaan energi fermentabel, kelebihan NH_3 akan diubah menjadi urea dan dikeluarkan dari tubuh ternak, sehingga efisiensi pemanfaatan nitrogen menjadi rendah (Zhang *et al.*, 2022). Kondisi ini menunjukkan bahwa pengaturan fraksi protein pakan dan sinkronisasinya dengan energi sangat penting untuk mendukung produksi protein mikroba dan meningkatkan produktivitas ternak. Oleh sebab itu, pengukuran dan

evaluasi metabolisme nitrogen, seperti keseimbangan nitrogen dan ekskresi urea, diperlukan untuk menilai keberhasilan penerapan strategi nutrisi pada domba (Hristov *et al.*, 2019).

Bungkil kedelai merupakan salah satu bahan pakan sumber protein yang umum digunakan karena kandungan protein dan keseimbangan asam aminonya yang baik. Namun, bungkil kedelai memiliki fraksi protein yang relatif mudah terdegradasi di rumen, sehingga suplai asam amino ke usus halus dapat menjadi terbatas (Rooke *et al.*, 1982; Spears *et al.*, 1985). Salah satu upaya untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan meningkatkan fraksi protein yang lolos dari rumen atau rumen undegradable protein (RUP), antara lain melalui metode proteksi menggunakan formaldehid. Proteksi formaldehid diketahui mampu menurunkan degradasi protein di rumen, tetapi efektivitasnya sangat dipengaruhi oleh level perlakuan. Penggunaan formaldehid pada level yang terlalu tinggi dapat menurunkan pencernaan protein dan menimbulkan kondisi *over-protection* (Barry, 1976; Vicini *et al.*, 1983; Spears *et al.*, 1985). Selain itu, beberapa penelitian menunjukkan bahwa perlakuan proteksi protein juga dapat memengaruhi pencernaan dan fermentasi rumen serta dipengaruhi oleh palatabilitas dan konsumsi pakan (Adiwinarti *et al.*, 2019; Rosmalia *et al.*, 2024; Arif *et al.*, 2024).

Seiring berkembangnya konsep precision feeding, berbagai penelitian menunjukkan bahwa pengaturan level protein dan fraksi protein tertentu dapat meningkatkan efisiensi nitrogen tanpa menurunkan performa ternak, bahkan mampu menurunkan ekskresi nitrogen dan dampak lingkungan (Hristov *et al.*, 2019; Zhang *et al.*, 2022). Namun, respons ternak domba terhadap penggunaan

protein terproteksi masih dilaporkan bervariasi, tergantung pada level proteksi, keseimbangan energi–protein, serta respons konsumsi pakan (Zang *et al.*, 2026). Oleh karena itu, penelitian mengenai penggunaan bungkil kedelai terproteksi formaldehid pada domba lokal perlu dilakukan untuk mengkaji pengaruhnya terhadap konsumsi pakan, pencernaan, keseimbangan nitrogen, dan performa pertumbuhan sebagai dasar dalam perumusan masalah penelitian ini.

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji efektivitas pemanfaatan protein dari bungkil kedelai yang diproteksi menggunakan formaldehid dengan persentase proteksi yang berbeda terhadap pemanfaatan protein, efisiensi nitrogen, dan performa pertumbuhan domba lokal.

Hipotesis penelitian ini yaitu terdapat pengaruh bungkil kedelai terproteksi formaldehid dalam pakan domba lokal terhadap konversi nitrogen teretensi dan penambahan bobot badan harian.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Domba Lokal

Domba lokal merupakan salah satu ternak ruminansia kecil yang sering dipelihara oleh peternak di Indonesia. Kelebihan dari domba lokal adalah mudah dipelihara dan mampu beradaptasi dengan baik pada kondisi lingkungan di Indonesia (Rusdiana dan Praharani, 2015). Dibandingkan dengan ternak ruminansia besar, domba lokal memiliki beberapa kelebihan yaitu siklus reproduksi yang cepat, karena dalam kurun waktu dua tahun dapat beranak hingga tiga kali, bersifat prolifik (melahirkan lebih dari satu anak), serta termasuk *seasonal polyestrus* yaitu dapat dikawinkan sepanjang tahun (Najmuddin dan Nasich, 2019).

Salah satu bangsa domba lokal yang sering dipelihara oleh peternak di Indonesia adalah Domba Ekor Tipis (DET). Domba tersebut dikenal sebagai domba asli Indonesia yang persebarannya banyak ditemukan di wilayah Jawa Tengah dan Jawa Barat (Fauzy *et al.* 2024). Ciri khas DET adalah ekornya yang tipis dengan ukuran tubuh yang relatif kecil, bulunya berwarna putih, memiliki warna hitam di seputar mata dan bagian tubuh lainnya. Terdapat perbedaan morfologi antara DET jantan dengan DET betina yaitu DET jantan memiliki tanduk sedangkan DET betina tidak memiliki tanduk (Nurmi, 2017).

Pertumbuhan domba melalui beberapa fase sejak lahir hingga dewasa. Pada awalnya, pertumbuhan domba relatif lambat yang kemudian meningkat pesat hingga usia 3-4 bulan (Ginting dan Ritonga, 2018). Domba muda mempunyai kurva

pertumbuhan yang lebih cepat dibandingkan dengan domba dewasa, terutama pada fase lepas sapih (Hasan *et al.*, 2020). Laju pertumbuhan DET relatif lambat, bobot badan DET jantan dewasa dapat mencapai 30-40 kg, sedangkan bobot badan betina dewasa sekitar 15-20 kg (Najmuddin dan Nasich, 2019). Pertumbuhan domba sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor yaitu faktor genetik, lingkungan, kualitas pakan (termasuk kandungan nutrisi) dan jumlah pakan yang diberikan (Faisal *et al.*, 2017).

2.2. Kebutuhan Nutrien Domba

Kandungan nutrisi dalam pakan merupakan salah satu faktor penentu kualitas produksi pada ternak domba. Pakan yang sesuai dengan kebutuhan nutrisi ternak dapat meningkatkan produktivitas, pertumbuhan serta perkembangan ternak domba (Hudori *et al.*, 2022). Nutrisi yang dibutuhkan oleh ternak domba adalah air, karbohidrat, lemak, protein, mineral dan vitamin (Sjofjan *et al.*, 2019). Kandungan nutrisi dalam pakan akan diserap dan dimanfaatkan oleh ternak domba untuk kebutuhan hidupnya.

Kebutuhan nutrisi pada domba dipengaruhi oleh beberapa faktor. Kebutuhan nutrisi pada ternak domba tergantung pada bangsa atau genetik, bobot badan, tingkat pertumbuhan, umur dan jenis kelamin (McDonald *et al.*, 2022). Kearl (1982) menyatakan bahwa ternak yang memiliki bobot dan tingkat pertumbuhan yang berbeda membutuhkan nutrisi pakan yang berbeda pula. Sebagaimana disajikan pada Tabel 1, ternak dengan bobot badan 10 kg akan berbeda kebutuhan nutrisinya dengan ternak dengan bobot badan 20 kg.

Tabel 1. Kebutuhan Nutrien Domba dengan Bobot Badan 10 kg dan 20 kg menurut Kearn (1982)

BB	TDN	BK	PBBH	PK
		(kg)	(g)	
10	0,14	0,33	0	26
	0,18	0,36	25	30
	0,21	0,39	50	35
	0,28	0,42	100	43
20	0,24	0,55	0	44
	0,30	0,61	25	52
	0,36	0,66	50	59
	0,47	0,71	100	72

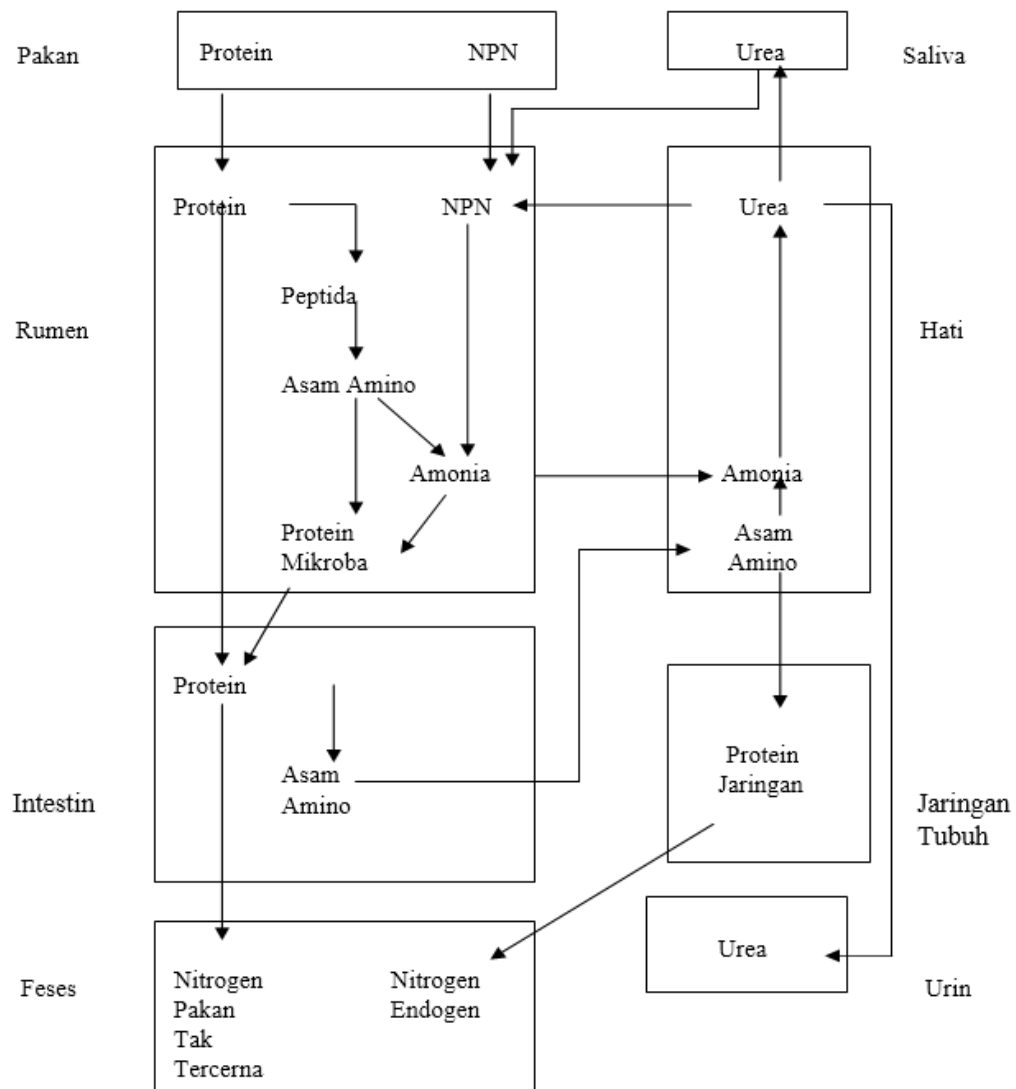
Keterangan: BB = Bobot Badan; PBB = Pertambahan Bobot Badan; BK = Bahan Kering; TDN = Total Digestible Nutrients; PK = Protein Kasar

2.3. Metabolisme Protein pada Ternak Ruminansia

Protein pakan yang dikonsumsi oleh ternak ruminansia akan mengalami dua kemungkinan, yaitu terdegradasi atau lolos degradasi dari mikroba rumen. Proses degradasi protein atau proteolysis adalah proses perubahan protein pakan menjadi peptida dan asam-asam amino oleh mikroba rumen, selanjutnya asam-asam amino tersebut mengalami deaminasi yang menghasilkan asam α keto dan amonia (Shen *et al.*, 2015). Protein yang terdegradasi di dalam rumen akan dimanfaatkan oleh mikroba rumen menjadi protein mikroba (Putri *et al.*, 2021). Mikroba yang mati akan mengalir ke abomasum dan masuk ke dalam usus halus, selanjutnya di usus halus terjadi pencernaan dan penyerapan oleh dinding-dinding usus (Tillman *et al.*, 1998). Protein yang lolos degradasi akan masuk ke dalam abomasum dan usus halus yang kemudian diserap oleh tubuh dalam bentuk asam amino, sedangkan yang tidak terserap akan dibuang sebagai feses (Bachmann *et al.*, 2020). Protein

yang diserap digunakan dalam proses metabolisme tubuh lalu sisanya akan terbuang melalui urin (Na Jiao *et al.*, 2024). Zhang *et al.* (2021) menyatakan bahwa pengeluaran protein melalui urin merupakan sisa hasil dari proses metabolisme protein pakan dalam jaringan tubuh, sedangkan nitrogen dalam feses merupakan nitrogen yang tidak tercerna oleh tubuh. Tingkat ekskresi nitrogen melalui feses dipengaruhi oleh konsumsi nitrogen (McDonald *et al.*, 2022).

Tingkat konsumsi pakan pada ternak ruminansia sangat dipengaruhi oleh mekanisme pengaturan fisik atau *physical fill*, di mana pakan yang memiliki nilai pencernaan tinggi akan lebih cepat terdegradasi oleh aktivitas mikroba rumen (Marjuki dan Soetanto, 2019). Proses degradasi yang cepat ini menyebabkan ukuran partikel pakan menjadi lebih cepat mengecil, sehingga meningkatkan laju alir digesta atau *rate of passage* keluar dari rumen menuju saluran pencernaan pasca-rumen (Usman, 2015). Percepatan pengosongan isi rumen ini secara otomatis akan mengurangi distensi atau peregangan pada dinding rumen, yang kemudian memberikan sinyal fisiologis bagi ternak untuk kembali makan karena hilangnya rasa kenyang fisik (Yanuartono *et al.*, 2017). Dengan demikian, ketersediaan ruang kosong di dalam rumen yang lebih cepat tersedia akibat laju alir yang tinggi akan menstimulasi ternak untuk meningkatkan total konsumsi pakannya (McDonald *et al.*, 2022). Alur metabolisme protein pakan dapat dilihat pada Ilustrasi 1 (Arora, 1995).



Ilustrasi 1. Skema Alur Metabolisme Pakan pada Ternak Ruminansia (Arora, 1995)

2.4. Bungkil Kedelai sebagai Salah Satu Pakan Sumber Protein

Bungkil kedelai merupakan produk sampingan dari proses ekstraksi minyak kedelai. Meskipun hasil sampingan dari proses ekstraksi minyak kedelai, bungkil kedelai memiliki kandungan protein yang tinggi, komposisi asam amino yang seimbang, serta pencernaan yang baik bagi ternak (Swiatkiewicz *et al.*, 2016). Proses

produksi bungkil kedelai dimulai dari pembersihan biji kedelai untuk menghilangkan kotoran, batu dan bahan asing lainnya. Tahap selanjutnya yaitu *dehulling* atau pengupasan kulit biji yang bertujuan untuk menurunkan serat kasar dan meningkatkan kandungan protein. Setelah proses *dehulling*, biji kedelai dihancurkan dan digiling sehingga memudahkan dalam ekstraksi minyak. Proses tersebut dapat dilakukan dengan dua metode, yaitu pengepresan mekanis dan menggunakan pelarut organik (*solvent extraction*). Pada umumnya, ekstraksi yang sering digunakan yaitu menggunakan pelarut organik karena menghasilkan minyak yang lebih banyak (Zhang *et al.*, 2018). Selanjutnya bungkil kedelai hasil ekstraksi dihilangkan sisa pelarutnya melalui proses *desolventizing* dan dipanaskan guna menonaktifkan faktor antinutrisi seperti inhibitor tripsin. Tahap akhir dari proses produksi bungkil kedelai adalah pengeringan, pendinginan, dan penggilingan, sehingga bungkil kedelai siap digunakan sebagai bahan baku pakan (de Moraes *et al.*, 2020). Melalui proses tersebut, bungkil kedelai menjadi bahan pakan yang sangat penting untuk ternak, karena selain tinggi protein, bungkil kedelai juga mudah disimpan, dan tersedia dalam jumlah besar sebagai hasil dari industri minyak nabati global. Dengan demikian, penggunaannya sangat dominan dalam formulasi ransum ternak, termasuk pada domba lokal di Indonesia, karena memiliki kandungan nutrisi yang dibutuhkan ternak.

Bungkil kedelai memiliki kandungan nutrisi yang tinggi dan profil asam amino yang mendekati kebutuhan ternak. Kandungan protein kasar bungkil kedelai umumnya berkisar 44 – 50% dengan nilai pencernaan yang tinggi serta kandungan lisin yang melimpah (Aboagye *et al.*, 2016). Selain itu, bungkil kedelai juga

memiliki energi metabolis yang cukup baik, lemak kasar sekitar 1,5 – 3%, serta serat kasar relatif rendah yaitu 3 – 7% (Olukosi *et al.*, 2019). Kandungan mineral utama dalam bungkil kedelai meliputi fosfor, kalium, magnesium dan kalsium serta memiliki kandungan asam amino esensial yang cukup banyak (McDonald *et al.*, 2022).

Kandungan asam amino esensial dalam bungkil kedelai meliputi lisin, metionin dan triptofan (Sjofjan *et al.*, 2019). Kandungan asam amino tersebut memiliki fungsi penting untuk mendukung pertumbuhan jaringan otot, produksi dan fungsi reproduksi pada ternak. Kandungan asam amino berupa lisin pada bungkil kedelai memiliki kontribusi yang besar terhadap pertumbuhan ternak muda, sedangkan metionin berperan penting dalam metabolisme energi dan sintesis protein (Zhang *et al.*, 2018). Di sisi lain, bungkil kedelai mengandung faktor antinutrisi seperti inhibitor-tripsin dan oligosakarida, namun proses pemanasan saat produksi umumnya mampu menurunkan efek negatif senyawa tersebut (de Moraes *et al.*, 2020). Dengan komposisi nutrisi tersebut, bungkil kedelai menjadi sumber protein utama dalam ransum ruminansia, termasuk domba lokal, karena mampu meningkatkan pertumbuhan, efisiensi pakan, dan produktivitas secara keseluruhan.

2.5. Formaldehid

Formaldehid, dengan rumus kimia CH_2O , adalah senyawa organik paling sederhana dari golongan aldehyd. Senyawa ini berbentuk gas pada suhu ruang, tidak berwarna, memiliki bau yang tajam dan sangat reaktif (Nasri *et al.*, 2019). Karena reaktivitasnya yang tinggi, formaldehid mudah larut dalam air dan sering

diperdagangkan dalam bentuk larutan berair dengan konsentrasi 37-40% yang dikenal sebagai formalin (Sastrohamidjojo *et al.*, 2018). Sifat reaktif ini, terutama kemampuannya untuk bereaksi dengan gugus fungsional pada molekul biologis seperti protein dan asam nukleat, membuatnya banyak dimanfaatkan sebagai disinfektan, bahan pengawet, dan agen pengikat silang (*cross-linking*) di berbagai industri (Zou *et al.*, 2017). Dalam industri peternakan, pemanfaatan utamanya tidak hanya terbatas sebagai disinfektan kandang, tetapi juga sebagai agen aditif pakan dengan tujuan spesifik, yaitu untuk melindungi nutrisi dari degradasi.

Ternak ruminansia memiliki sistem pencernaan yang unik dengan rumen sebagai kompartemen fermentasi utama. Rumen dihuni oleh miliaran mikroorganisme (bakteri, protozoa, dan fungi) yang mampu mencerna serat kasar. Namun, mikroorganisme ini juga akan mendegradasi protein pakan berkualitas tinggi menjadi peptida, asam amino, dan amonia (NH_3). Proses ini dikenal sebagai degradasi protein rumen. Sebagian besar amonia yang dihasilkan akan digunakan kembali oleh mikroba untuk sintesis protein mikrobial, namun jika produksi amonia berlebih, maka akan diserap ke dalam darah, diubah menjadi urea di hati, dan diekskresikan melalui urin. Fenomena ini menyebabkan hilangnya nitrogen dan asam amino esensial dari pakan sebelum sempat diserap oleh usus halus ternak, sehingga menurunkan efisiensi pemanfaatan protein pakan (Li *et al.*, 2022). Sehubungan dengan hal tersebut diatas, maka diperlukan sebuah teknologi untuk melindungi protein pakan dari degradasi berlebih di dalam rumen, salah satunya menggunakan formaldehid.

Pemanfaatan formaldehid dalam pakan bertujuan untuk meningkatkan proporsi protein yang lolos dari degradasi rumen atau *rumen undegradable protein* (RUP), yang juga dikenal sebagai protein *by-pass*. Mekanisme proteksi ini terjadi melalui reaksi pengikatan silang (*cross-linking*) antara molekul formaldehid dengan gugus amino bebas pada rantai samping asam amino, terutama lisin, dalam struktur protein (Atzori *et al.*, 2018). Reaksi ini membentuk ikatan metilen yang stabil pada kondisi pH netral di dalam rumen (pH 6-7). Ikatan ini mengubah struktur tiga dimensi protein, membuatnya menjadi tidak larut dan resisten terhadap serangan enzim proteolitik dari mikroorganisme rumen. Namun, ikatan metilen ini bersifat tidak stabil pada kondisi pH rendah (asam). Ketika pakan yang terproteksi ini masuk ke abomasum (perut sejati) yang memiliki pH sangat asam (pH 2-3), ikatan silang tersebut akan terputus (hidrolisis). Proses ini melepaskan kembali protein ke dalam bentuk aslinya sehingga dapat dicerna secara normal oleh enzim-enzim pencernaan ternak (pepsin, tripsin) di abomasum dan usus halus (Wang *et al.*, 2016). Dengan demikian, formaldehid secara efektif "mengantarkan" protein berkualitas tinggi melewati rumen untuk dicerna dan diserap di organ pasca-rumen, sehingga meningkatkan suplai asam amino esensial bagi ternak.

BAB III

MATERI DAN METODE

Penelitian dengan judul "Pemanfaatan Bungkil Kedelai Terproteksi Formaldehid dalam Pakan pada Domba Lokal", telah dilaksanakan pada tanggal 10 Februari sampai 12 Mei 2024. Lokasi penelitian berada di kandang Rojo Koyo Farm, Tenganan, Kabupaten Semarang, Provinsi Jawa Tengah.

3.1. Materi dan alat Penelitian

Penelitian ini menggunakan 18 ekor domba lokal jantan umur 8 bulan dengan bobot badan rata-rata $25,01 \pm 1,57$ kg (CV = 6,29%). Pakan yang diberikan berupa campuran pakan kasar (tongkol jagung), konsentrat (pangkal umbi singkong, *pollard*, tepung ikan dan bungkil kedelai), ditambah molases dan mineral mix yang diberikan dalam bentuk pelet pada Tabel 2. Kandungan nutrisi pakan campuran pada penelitian ini yaitu BK 90,04%, PK 14,14%, SK 12,8%, LK 2,62% (Tabel 3).

Tabel 2. Komposisi dan Kandungan Nutrien Bahan Pakan Penelitian

Bahan Pakan	Perlakuan			Kandungan Nutrien dalam 100% BK				
	P0	P1	P2	BK	PK	SK	LK	TDN
	------(%)-----							
SBM	15	7,5	-	88,50	32,09	5,47	3,15	79,43
SBM Terproteksi	-	7,5	15	88,50	32,09	5,47	3,15	79,43
Tongkol Jagung	36	36	36	87,38	8,65	21,29	0,53	48,47
Pangkal Umbi	10	10	10	88,59	5,49	26,61	2,47	51,08
Singkong								
Pollard	24	24	24	87,16	15,88	10,31	1,72	75,12
Tepung Ikan	10	10	10	94,40	40	4,5	9,54	60
Molases	5	5	5	77,33	1	0,25	0,08	75

Tabel 3. Kandungan Nutrien Pakan Penelitian

Perlakuan	Kandungan Nutrien Pakan Penelitian				
	BK	PK	SK	LK	TDN
	------(%)-----				
P0	90,04	14,14	12,8	2,62	57,91
P1	90,04	14,14	12,8	2,62	54,85
P2	90,04	14,14	12,8	2,62	55,87

Alat yang digunakan dalam penelitian adalah peralatan *recording*, peralatan kebersihan, timbangan ternak merk Henherr dengan kapasitas 40 kg dan ketelitian 0,01 kg, timbangan analitis merk Ion Scale dengan kapasitas 5 kg dan ketelitian 0,001 kg, untuk menimbang pakan, penampung feses, penampung urin, plastic untuk menyimpan sampel feses dan botol kapasitas 10 ml menyimpan sampel urin.

3.2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 3 perlakuan dan 6 ulangan. Perlakuan yang diterapkan adalah perbedaan persentase bungkil kedelai terproteksi formaldehid, yaitu P0 (SBM tanpa proteksi), P1 (50% SBM tanpa diproteksi + 50% SBM terproteksi formaldehid), dan P2 (100% SBM terproteksi formaldehid) (Tabel 4).

Tabel 4. *Layout* Penelitian.

Ulangan (U)	P0	P1	P2
U1	P0U1 (2)	P1U1 (1)	P2U1 (4)
U2	P0U2 (8)	P1U2 (3)	P2U2 (6)
U3	P0U3 (9)	P1U3 (5)	P2U3 (10)
U4	P0U4 (11)	P1U4 (7)	P2U4 (14)
U5	P0U5 (12)	P1U5 (13)	P2U5 (16)
U6	P0U6 (18)	P1U6 (15)	P2U6 (17)

Keterangan: U=Ulangan, P=Perlakuan, Nomor di dalam kurung adalah nomor ternak.

Penelitian ini dibagi menjadi empat tahap kegiatan, yaitu: persiapan, adaptasi (1 minggu), pendahuluan (1 minggu), dan perlakuan (12 minggu). Pada tahap persiapan, kegiatan yang dilakukan meliputi pembuatan sekat pada kandang, sanitasi kandang, pengadaan pakan, serta penempatan ternak ke dalam kandang yang telah diberi sekat. Tahap adaptasi dilakukan selama satu minggu, di mana ternak diberikan vitamin B kompleks, obat antiparasit (Ivomec), serta obat cacing berspektrum luas (valbendasol). Selama masa adaptasi, domba diberikan pakan berupa pelet P0 (pakan perlakuan tanpa proteksi formaldehid) dengan tujuan untuk membiasakan domba terhadap jenis pakan pelet.

Pada tahap pendahuluan, dilakukan pengundian menggunakan nomor ternak untuk menentukan penempatan kandang, perlakuan dan ulangan. Nomor-nomor ternak dimasukkan ke dalam toples, kemudian dilakukan pengundian dengan cara diambil satu persatu. Sebagai contoh, pada pengambilan pertama terdapat nomor ternak 2, maka kandang 1 ditetapkan untuk ternak nomor 2 dengan perlakuan P0 ulangan pertama (P0U1).

Tahap perlakuan berlangsung selama 12 minggu. Domba diberikan pakan sesuai dengan perlakuan yang telah ditetapkan secara *ad libitum*. Pada hari pertama perlakuan, domba ditimbang pada pagi hari sebelum pemberian pakan guna mengetahui bobot badan awal. Selanjutnya, sisa pakan ditimbang setiap pagi hari sebelum pakan baru diberikan untuk menghitung jumlah konsumsi pakan harian. Penimbangan bobot badan dilakukan setiap satu bulan sekali untuk mengetahui pertambahan bobot badan selama masa perlakuan.

Pengambilan data dilakukan dengan cara total koleksi, yaitu pengumpulan

urin dan feses selama 7 hari. Pada metode koleksi total, langkah pertama yang dilakukan adalah menimbang besek dan galon untuk mengetahui bobot kosong wadah. Selanjutnya, larutan H₂SO₄ 10% sebanyak 100 ml dimasukkan ke dalam galon dan ditimbang kembali untuk mengetahui bobot awal wadah penampung urine. Besek dan galon tersebut kemudian diletakkan di bawah kandang. Feses dan urine yang telah terkumpul ditimbang setiap pagi sebelum pemberian pakan. Setelah ditimbang, sampel feses diambil kira-kira sebanyak 100 gram dan dimasukkan ke dalam kantong plastik klip (*zip-lock*), sedangkan sampel urine diambil sebanyak 100 ml lalu dimasukkan ke dalam botol. Setelah masa koleksi selama tujuh hari, sampel feses ditimbang kembali untuk menghitung kadar air yang hilang. Terakhir, sampel feses dan urin tersebut dibawa ke laboratorium untuk dilakukan pengujian.

Variabel pada penelitian ini meliputi konsumsi bahan kering, konsumsi protein kasar, protein kasar tercerna, protein kasar teretensi, konsumsi nitrogen, nitrogen feses, nitrogen urin, nitrogen teretensi, sedangkan parameter penelitian ini adalah pertambahan bobot badan harian dan konversi nitrogen teretensi. Penghitungan variabel dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Konsumsi BK (Van Soest, 1994)} = \text{BK Pakan} - \text{BK Sisa Pakan}$$

$$\text{Konsumsi PK (Tillman et al., 1998)} = \text{Konsumsi BK} \times \text{Kandungan PK Pakan}$$

$$\text{PK Tercerna (Kearl, 1982)} = \text{Konsumsi PK} - \text{PK Feses}$$

$$\text{PK Teretensi (Tillman et al., 1998)} = \text{PK Tercerna} - \text{PK Urin}$$

$$\text{Konsumsi N (Tillman et al., 1998)} = \frac{\text{Konsumsi PK}}{6.25}$$

$$\begin{aligned}
 \text{N Feses (Tillman et al., 1998)} &= \frac{\text{PK Feses}}{6.25} \\
 \text{N Urin (Tillman et al., 1998)} &= \frac{\text{PK Urin}}{6.25} \\
 \text{N Teretensi (Tillman et al., 1998)} &= \frac{\text{PK Teretensi}}{6.25} \\
 \text{PBBH (Soeparno, 2011)} &= \frac{\text{BB Akhir} - \text{BB Awal}}{\text{Jumlah Hari}} \\
 \text{Konversi N Teretensi (Orskov, 1992)} &= \frac{\text{N teretensi}}{\text{PBBH}}
 \end{aligned}$$

3.3. Analisis Data

Data hasil penelitian dianalisis menggunakan *analysis of variance* (Anova), dengan uji F pada taraf 5% dan apabila terdapat perbedaan dilanjutkan dengan uji Wilayah Ganda Duncan.

Hipotesis Statistik Penelitian

- H0 : Tidak ada pengaruh perlakuan pakan sumber protein bungkil kedelai yang diproteksi formaldehid dengan persentase yang berbeda terhadap parameter yang diamati.
- H1 : Ada pengaruh perlakuan pakan sumber protein bungkil kedelai yang diproteksi formaldehid dengan persentase yang berbeda terhadap parameter yang diamati.

Kaidah pengambilan keputusan hasil uji F adalah sebagai berikut:

- Jika nilai F hitung > F tabel pada taraf 5%, maka dinyatakan terdapat pengaruh perlakuan pakan sumber protein bungkil kedelai yang diproteksi formaldehid

dengan persentase yang berbeda terhadap parameter yang diamati, dengan demikian H_0 ditolak dan H_1 diterima.

- Jika nilai F hitung $\leq F$ tabel pada taraf 5%, maka dinyatakan tidak terdapat pengaruh perlakuan pakan sumber protein bungkil kedelai yang diproteksi formaldehid dengan persentase yang berbeda terhadap parameter yang diamati, dengan demikian H_0 diterima dan H_1 ditolak.