

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Performa produksi susu sapi FH laktasi ditentukan oleh performa pedet. Jika performa periode pedet baik maka akan menghasilkan *replacement stock* unggul. Kebutuhan nutrisi pedet sejak lahir hingga berumur 3 bulan dipenuhi dari 60% susu dan 40% pakan starter atau *calf starter* (Maharani dkk., 2015). Pada umur 2 bulan yang merupakan fase krusial bagi ternak, karena pada fase ini ternak akan diberhentikan mengkonsumsi susu induk, sehingga pedet harus dibiasakan mengkonsumsi pakan yang berkualitas agar untuk menjaga performa pedet (Parsons dkk., 2021a).

Pemberian pakan berkualitas dan berserat rendah pada pedet dapat merangsang perkembangan retikulo-rumen pedet (Maharani dkk., 2015). Setelah kelahiran, pedet diberi kolustrum selama 1–3 hari yang dilanjutkan dengan pemberian susu induk. Selanjutnya, pedet diberi *calf starter* hingga berumur 2 bulan, namun setelah pedet dapat mengkonsumsi *calf starter* sebanyak 0,5–0,7 kg/ekor/hari, maka konsumsi air susu akan diberhentikan. Pemberian *calf starter* ditujukan untuk mencukupi nutrisi pedet dan mempercepat proses penyapihan, dan membiasakan pedet untuk mengonsumsi pakan padat (Salimah dkk., 2022).

Nutrisi pakan sangat menentukan performa pedet. Kebutuhan protein kasar (PK) pedet sapi perah sebanyak 20% (Walker dkk., 2012). Kualitas *calf starter* yang baik yaitu mengandung PK 18-20%, lemak kasar (LK) 3%, Total Digestible Nutrient (TDN) 80%, Calcium (Ca) 0,6% dan Fosfor (P) 0,4% (NRC, 2001). Meskipun *calf starter* komersil memiliki nutrisi, palatabilitas, dan pencernaan yang tinggi (Khan dkk., 2011), namun harga *calf starter* komersil cenderung mahal, tidak ekonomis, dan ketersediaannya yang terbatas. Di Sulawesi Selatan sendiri, belum tersedia industri pakan ternak perah yang memproduksi *calf starter*. Sehingga pembuatan *calf starter* alternatif yang berasal dari bahan yang mudah didapatkan, memiliki kandungan nutrisi, dan palatabilitas yang tinggi.

Calf starter alternatif yang dapat berpotensi digunakan adalah konsentrat hijau. Bahan utama penyusun konsentrat hijau umumnya terbuat dari tanaman leguminosa sebagai sumber hijauan yang berkualitas tinggi dan palatabilitas tinggi (Ako dkk., 2023). Salah satu leguminosa dengan kualitas nutrisi yang sangat baik adalah indigofera (*Indigofera zollingeriana*) dan gamal (*Gliricidia spium*) (Villalobos dkk., 2002). Umumnya peternak sapi perah yang berada di Kabupaten Enrekang memberikan pakan pedet mereka dengan dedak dicampur dengan whey dangeke. Campuran ini telah dianggap sebagai *calf starter*. Whey dangeke merupakan hasil ikutan produksi dangeke yang tidak dimanfaatkan lagi dari proses pembuatan dangeke memiliki kandungan nutrisi

usu, seperti laktosa, protein, lemak, vitamin, dan mineral (Fatma). Berpotensi dijadikan sebagai bahan baku *calf starter*.

Salah satu alternatif pakan berbasis by-product pengolahan susu (*whey*) dan pakan *calf starter* telah dilaporkan oleh Parsons dkk., (2021b) dan hasilnya tidak berpengaruh terhadap performa pertumbuhan pedet. Selain pakan, performa sapi perah dipengaruhi juga oleh kondisi fisiologisnya. Kondisi pakan salah satu parameter yang dapat diamati terkait efek



pemberian *calf starter* berbasis legum dan whey-dangke. Nilai fisiologi sapi perah diharapkan berada keadaan normal pasca pemberian *calf starter* ini. Selain itu, pemberian *calf starter* tersebut diharapkan dapat meningkatkan kadar hormon *Insulin-like Growth Factor-1* (IGF-1) sebagai pengatur performa pertumbuhan dan imunoglobulin yang sangat terkait terhadap kekebalan tubuh terbak terhadap penyakit. Masih kurangnya informasi pemberian calf stater berbasis legum dan whey dangke terhadap performa pertumbuhan dan status fisiologi pedet sapi perah, sehingga hal inilah yang melatarbelakangi dilakukannya penelitian ini terkait performa pertumbuhan dan status fisiologis pedet sapi perah *Friesian Holstein* diberi calf starter konsentrat hijau difortifikasi whey dangke.

1.2 Landasan Teori

Pemeliharaan pedet sapi perah FH ditujukan untuk memperoleh replacement stock yang sehat dengan bobot badan minimal 300–325 kg pada umur 15 bulan dan siap dikawinkan, sehingga melahirkan pertama kali pada umur 2–2,5 tahun (Salman dkk., 2014). Pedet sapi perah harus memiliki PBBH rata rata 0,5–1 kg/hari. Sehingga pada umur 15–18 bulan telah mencapai bobot badan minimum 300 kg (SNI 2735:2014). Performa pertumbuhan anak sapi yang baik merupakan aspek penting dari manajemen persiapan induk. Manajemen pedet dimulai sejak pedet baru lahir dengan pemberian kolostrum dan kemudian dilanjutkan dengan pemberian susu induk/susu pengganti. Setelah pedet memasuki umur 2 bulan pedet mulai diperkenalkan untuk mengkonsumsi pakan padat melalui pemberian *calf starter* (Huuskonen, 2017).

Rumen pedet sapi yang baru lahir secara fisik belum sempurna secara fisiologis dan belum berfungsi dengan baik. Kondisi paling krusial dialami ternak pada umur 2 bulan. Pemberian pakan *starter* berperan penting dalam menentukan performa ternak pada masa transisi tersebut (Khan dkk., 2011). Pemberian pakan serat kasar (SK) secara berlebihan pada usia pedet dapat menimbulkan kelainan pada organ pencernaan yang mengakibatkan efek jangka panjang pada pertumbuhan, kesehatan, dan produksi susu pada sapi dewasa (Miranda dkk., 2021). Menurut NRC, (2001) kebutuhan nutrisi sapi pedet adalah PK 18%-20%, LK 3%, Ca 0,6%, dan P 0,4%. Total energi yang dapat dimetabolisme merupakan faktor penting pada *calf starter* (Panahiha dkk., 2022). Energi bagi pedet sangat diperlukan untuk hidup pokok dan pertumbuhan (Amien dkk., 2013). Asupan nutrisi rendah berkontribusi pada tingginya mortalitas dan morbiditas pedet (Walker dkk., 2012). Defisiensi nutrisi juga dapat berkontribusi menurunkan fungsi kekebalan tubuh dan dapat menurunkan kemampuan pedet untuk mengatasi patogen. Sehingga strategi pemberian pakan berkualitas sangat penting untuk mendukung kesehatan pedet, dan performa pertumbuhan pedet (Parsons dkk.,



tersil memiliki nutrisi, palatabilitas, dan pencernaan yang tinggi. Namun harga *calf starter* komersil cenderung mahal, tidak ekonomis, terbatas. Di Sulawesi Selatan sendiri, belum terdapat industri yang memproduksi *calf starter*. Sehingga pembuatan *calf starter* dari bahan yang mudah didapatkan dan memiliki kandungan yang tinggi, serta mudah dipadatkan. *Calf starter* alternatif yang

dapat berpotensi digunakan adalah konsentrat hijau yang berasal dari tanaman legum seperti indigofera dan gamal. Indigofera kaya akan protein dan berpotensi untuk digunakan sebagai sumber protein untuk menggantikan bungkil kedelai sehingga mengurangi biaya pakan. Selain itu, tanaman ini berfungsi sebagai sumber antibakteri, antioksidan, antiinflamasi dan imunomodulator (Gunun dkk., 2022).

Indigofera mengandung 30,5% PK, 19,0% SK dan 36,6% karbohidrat. Serta beberapa fitonutrien, termasuk tanin kental, saponin dan flavonoid (Gunun dkk., 2022). Selain itu, kandungan NDF 43,56%; ADF 35,24%; Ca 1,16%; P 0,26%; pencernaan bahan kering (KCBK) 67,50%; pencernaan bahan organik (KCBO) 60,32%; dan saponin 0,41% (Maulidia dkk., 2022). Pemberian tepung indigofera ke ternak kambing tidak mempengaruhi nilai hematologi (Muda dkk., 2021). Indigofera mengandung berbagai asam amino diantaranya histidin (0,67%); metionin (0,43%); tirosin (1,05%); phenilalanin (1,60%); valin (1,56%); isoleusin (1,35%); leusin (2,26%); treonin (1,14%); arginin (1,67%); lisin (1,57%) (Tirajoh dkk., 2022). Sama seperti indigofera, gamal juga memiliki kandungan nutrisi yang tinggi. Gamal memiliki PK 24,22%, SK 13–18% dan lemak kasar 2,8% (Winarti dan Widyastuti, 2016), Ca 2%, dan P 0,21% (Soleh dkk., 2022). Tanaman gamal berpotensi besar alternatif untuk memenuhi kekurangan nutrisi yang diberikan pada pedet dalam proses pertumbuhan (Villalobos dkk., 2002).

Selain penggunaan konsentrat hijau limbah yang berpotensi dimanfaatkan sebagai suplementasi pedet dengan konsentrat hijau adalah whey susu. Pemanfaatan whey sebagai alternatif pakan yang dapat menurunkan biaya dalam memproduksi *replacement stock* (Miranda dkk., 2019). Whey merupakan limbah industri keju yang dapat dimanfaatkan pakan ternak dalam bentuk cair, kental, dan kering. Selain itu, whey juga banyak digunakan sebagai bahan dalam pembuatan susu pengganti (Huuskonen, 2017). Produk samping *whey* cair dari proses pembuatan keju dianggap sebagai alternatif *calf starter* yang memiliki palatabilitas tinggi dan tidak perlu mengeluarkan uang berlebih untuk mendapatkannya (Sutera dkk., 2023); dapat meningkatkan palatabilitas dan memperbaiki tekstur pakan; selain itu, whey juga dapat menyeimbangkan nutrisi energi, protein dan mineral (Araújo dkk., 2020).

Di Sulawesi Selatan sendiri terdapat whey berasal dari pengolahan dangke yang belum dimanfaatkan. Produksi susu, diolah menjadi dangke dan menghasilkan *by-product* yang disebut whey-dangke. Selama ini, whey dangke belum dimanfaatkan secara optimal bahkan cenderung untuk dibuang. Padahal *whey*-dangke dapat mencemari lingkungan, apalagi produksinya dapat mencapai 3.600 liter/hari. Penanganan whey-dangke sangat diperlukan untuk mencegah pencemaran lingkungan khususnya di Kabupaten Enrekang (Fatma dkk., 2015). *Whey*-dangke masih mengandung 55% dari total nutrisi susu, seperti laktosa, protein, lemak, vitamin, dan



12). Whey-dangke diduga berpotensi untuk digunakan sebagai pakan ternak sejak pedet hingga dewasa (Hartadi dkk., 2019), karena mengandung protein 0,79–0,85%; kadar laktosa 1,92–2,06%; pH 6,64–6,70; dan lemak 0,09–0,12% (Fatma dkk., 2012). *Whey*-dangke memiliki palatabilitas yang tinggi dan pencernaan yang tinggi pula, maka *whey*-dangke berpotensi dimanfaatkan sebagai pakan ternak. Selain itu, dengan kandungan

laktosa yang tinggi dapat meningkatkan pencernaan pakan padat bagi pedet, sehingga dapat meningkatkan konsumsi pakan di awal kehidupan (Meale dkk., 2017).

Pemberian whey-dangke telah diimplementasikan pada pakan ayam broiler. Pemberiannya hingga konsentrasi 50% masih dapat meningkatkan pertambahan berat badan (PBB) ayam broiler (Sulmiyati dan Malaka, 2017b); pemberian whey-keju hingga 1,5 liter/ekor/hari sebagai pakan tambahan tidak memberikan pengaruh terhadap konsumsi pakan tetapi dapat meningkatkan PBB dan menurunkan feed consumption rate (FCR) pada babi peranakan Landrace umur 8–20 minggu (Hartadi dkk., 2019); pemberian whey-dangke pada air minum untuk ayam broiler dengan konsentrasi 50% memperlihatkan penurunan kadar kolesterol hingga 15% (Sulmiyati dan Malaka, 2017a); pemberian *by-product* susu (whey) dapat mensubstitusi pemberian *calf starter* komersil dan tidak memperlihatkan performa yang berbeda pada pedet sapi perah FH yang meliputi pertambahan bobot badan harian (PBBH), *feed conversion ratio* (FCR), konsumsi bahan kering (KBK), panjang badan, tinggi pundak, dan lingkar dada (Parsons dkk., 2021b).

Pemberian protein dan energi berpengaruh terhadap pertambahan lingkar dada. Pertumbuhan tidak lepas dari kecukupan nutrisi pada *calf starter* sapi pedet. Selain itu, pencernaan dari *calf starter* sangat penting dalam pertumbuhan lingkar dada karena merupakan gambaran dari nutrisi yang dapat dimanfaatkan untuk pertumbuhan pedet sapi FH. *Calf starter* sebaiknya mengandung hijauan dan konsentrat yang mutunya baik sehingga memiliki nilai pencernaan yang lebih tinggi (Purwadi, 2017).

Pemberian *calf starter* yang berkualitas akan meningkatkan konsentrasi growth hormone (GH) dan *Insulin-like growth factor-1* (Igf-1) sehingga meningkatkan PBBH ternak (Zhang dkk., 2014). *Insulin-like growth factor-1* (Igf-1) merupakan indikator yang menggambarkan potensi performa pertumbuhan pedet (Torrentera dkk., 2009). IGF-1 merupakan hormon yang tersusun atas 70 asam amino (Hasbi dkk., 2018). GH dan Igf-1 bekerja secara independen, dan bersama sama bekerja dalam mengendalikan proses metabolisme dan produksi ternak. GH disintesa di kelenjar hipofisa dan bekerja pada hati dan jaringan adiposa untuk mengatur glukoneogenesis, proteosintesis, lipogenesis, lipolisis, dan sekresi insulin dengan mengikat reseptor hormon pertumbuhan (Yang dkk., 2019). Pemberian konsentrat yang kaya nutrisi utamanya mineral Ca akan meningkatkan konsentrasi GH, IGF-1, dan insulin dalam darah (Yamano dkk., 2023).

Namun disisi lain pakan yang mengandung energi dan protein tinggi dapat meningkatkan laju produksi panas dalam tubuh atau biasa juga disebut efek kalorigenik pakan (Utamy et al., 2024). Perolehan panas berasal dari energi pakan akan menambah beban panas bagi ternak bila suhu udara lebih tinggi dari suhu nyaman, sebaliknya kehilangan panas bila suhu udara lebih rendah dari suhu nyaman (Suherman dan



dak negatif dari cekaman panas dapat mempengaruhi perubahan
gkah laku ternak. Status fisiologis meliputi suhu tubuh, frekuensi
rtung dapat menjadi parameter yang digunakan sebagai indikator
s yang diterima, dan daya adaptasi terhadap perubahan pakan
Terjadi perbedaan frekuensi pernafasan dengan pemberian
s yang berbeda (Sari dkk., 2016).

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan mengidentifikasi performa pertumbuhan dan status fisiologis pedet sapi perah *Friesian Holstein* yang diberi green calf starter dengan fortifikasi whey dangke.

1.4 Kegunaan Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan pengetahuan dan wawasan akan teknologi pakan *calf starter* berbasis legum dan *whey*-dangke yang dapat meningkatkan performa pedet sapi perah FH.





Optimized using
trial version
www.balesio.com

BAB II MATERI DAN METODE

2.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada Januari–Maret 2024 di Desa Lebang, Kecamatan Cendana, Kabupaten Enrekang. Pengujian kualitas pakan dilakukan di Laboratorium Ilmu dan Teknologi Pakan, Fakultas Peternakan, Universitas IPB. Pengujian profil darah dilakukan di klinik Dika, Sidrap. Pengujian kadar IgF-1 dilaksanakan di Rumah Sakit Pendidikan Universitas Hasanuddin.

2.2 Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) pola faktorial, dengan dua faktor sebagai berikut:

Faktor A, jenis calf starter:

T0= Calf starter konvensional

T1= Green calf starter

Faktor B, Level whey dangke:

L0= 0% whey dangke + 5% air dari berat badan;

L1= 2,5% whey dangke + 2.5% air dari berat badan;

L2= 5% whey dangke + 0% air dari berat badan;

2.3 Materi Penelitian

Alat dan bahan yang akan digunakan pada penelitian ini adalah parang, sekop pakan, gerobak pakan, ember, baskom, timbangan pakan, tabung fermentor, inkubator, oven, dehidrator, pompa vacum, cawan porselen, eksikator, timbangan analitik, tanur, jarum vacutainer, *cooler box*, *ice pack*, *centrifuge*, *mikrotube*, *mikropipet*, rak tabung, tabung vacutainer plain 3 ml, tabung Vacutainer EDTA 3 ml, jangka ukur, tongkat ukur, pita ukur, stetopskop, hand tally counter, hygrometer, thermometer rektal, thermometer infrarret, stopwatch, dan ELISA reader.

Bahan-bahan yang digunakan adalah daun indigofera, daun gamal, dedak, bungkil kelapa, tepung ikan, jagung giling, molases, cairan rumen, larutan Mc Dougall, larutan HgCl_2 , larutan pepsin-HCl 0,2%, kertas saring whatman No. 41, kit ELISA IGF-1 Bovine (*control*, *standard*, *substrat solution*, *stop solution*, *washing solution*, *enzyme conjugate*).

2.4 Metode Penelitian

2.4.1 Persiapan Bahan Baku Pakan dan Pembuatan Konsentrat

Persiapan bahan baku pakan dilakukan dengan membuat tepung indigofera dan gamal. Proses pembuatan tepung indigofer dan gamal dimulai dengan memanen daun indigofera dan gamal. Setelah itu, daun indigofera dan gamal dikeringkan menggunakan dehidrator selama 7 jam pada suhu 70°C. Kemudian digiling menjadi tepung daun tepung indigofera dan gamal. Selain itu, pakan lain seperti dedak, bungkil kelapa, tepung ikan, jagung



if starter konvensional dan *green calf starter* dibuat dengan in yang dihitung berdasarkan konsentrat pedet pemula-2 mutu >16% (RSNI, 2024). Pembuatan *green calf starter* dilakukan

dengan mencampurkan tepung indigofera dan tepung gamal dengan bahan pakan lain. Sedangkan *calf starter* konvensional dibuat tanpa penambahan tepung indigofera dan gamal sesuai dengan pakan yang sering diberikan peternak ke ternak pedet. Formulasi *calf starter* konvensional dan *green calf starter* sebagai berikut:

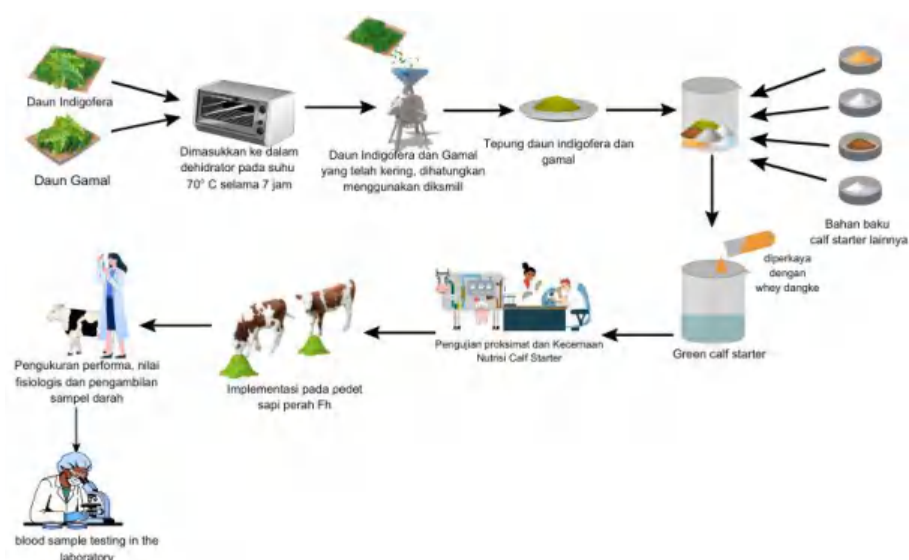
Table 1. Formulasi *calf starter* konvensional dan *green calf starter*

Bahan pakan	Komposisi (% BK)	
	Calf starter konvensional	Green calf starter
Tepung Indigofera	0	10
Tepung Gamal	0	12
Dedak	36	37
Bungkil Kelapa	29	20
Tepung Jagung	27	20
Tepung Ikan	7	0
Molases	1	1
Total	100	100

2.4.2 Prosedur Pelaksanaan Penelitian

Calf starter hasil formulasi diimplementasikan ke 18 ekor pedet berumur 2-3 bulan dengan berat badan 70-100 kg selama 40 hari dengan 7 hari pembiasaan terhadap sapi perah FH. Sapi yang digunakan adalah pedet sapi perah FH dipelihara pada kandang kelompok. Pemberian pakan *calf starter* (konvensional dan *green*) dilakukan 3 kali sehari yaitu pagi hari pukul 06.00 Wita, 11.00 Wita, dan sore hari pukul 16.00 Wita. Jumlah pakan yang diberikan sebanyak 2,5% bahan kering (BK) dari berat badan (BB) dengan perbandingan 50% *calf starter* dan 50% hijauan (*Pennisetum purpureum*). Fortifikasi whey dangke diberikan sesuai dengan perlakuan (0%, 2,5%, dan 5%). Whey dangke memiliki kandungan yang disajikan pada tabel 2. Air minum diberikan secara adlibitum. Berikut (Gambar 1) implementasi *green calf starter* yang difortifikasi whey dangke pada pedet sapi perah FH:





Gambar 1. Diagram alir penelitian *calf starter* hasil formulasi

Table 2. Kandungan nutrisi whey-*dangke*

Kandungan Nutrisi	Nilai
Analisis Proksimat (%)	
Kadar Air	91.71
Protein Kasar	29.90
Lemak Kasar	3.42
Serat Kasar	0.00
BETN	54.59
Abu	12.09
TDN*	77.40
Asam Amino Esensial (mg/g)**	
Histidin	17.68
Isoleusin	45.65
Leusin	97.25
Lisin	83.98
Methionin	25.89
Phenylalanin	25.32
Threonin	48.89
	20.45
	45.64



rak Tanpa Nitrogen; TDN= Total Digestible Nutrient; *was
loran (2005); **Yasmin et al (2013)

2.4.3 Pengukuran Performa, Nilai Fisiologis dan Pengambilan Sampel Darah

Pengukuran performa dilakukan diawal dan diakhir penelitian untuk mengetahui pertambahan performa pertumbuhan harian. Konsumsi pakan diukur setiap hari. Pengukuran nilai fisiologis dilakukan setiap pekan, selama masa penelitian. Pengukuran dilakukan 3 kali sehari pada pagi (07.00 WITA), siang (11.00), dan sore (17.00). Pengambilan sampel darah dilakukan pada akhir masa penelitian. Pengambilan sampel dilakukan pada masing-masing 1 ekor per unit percobaan, menggunakan vacutainer *needle flashback* sebanyak 3 ml/ekor. Kemudian, dicentrifuge dengan kecepatan 3000 rpm selama 10 menit untuk memisahkan serum dan sel darahnya. Setelah itu, serum yang terbentuk dipindahkan ke dalam *microtube* dan disimpan dalam *cool box* dan dibawa ke laboratorium untuk pengujian profil darah dan hormon IGF-1.

2.5 Parameter Penelitian

2.5.1 Analisis Proksimat

Analisis proksimat meliputi PK diuji menggunakan metode AOAC 976.05, LK 989.04, SK 989.04, BETN 2003.05, dan Abu 942.05 (Latimer, 2019). *Gross energy* (GE) ditentukan dengan menggunakan kalorimeter bom Model XRY-1A+ yang diproduksi di Cina. Alat ini beroperasi dengan prinsip mengukur panas (nilai kalor) yang dilepaskan selama pembakaran sempurna pakan dengan adanya oksigen.

2.5.2 Kecernaan Pakan

Pengujian pencernaan dilakukan dengan prosedur: pertama, siapkan larutan dan cairan rumen sapi perah. Isi tabung fermentor dengan 0,5 g sampel dan tambahkan 40 mL larutan McDougall. Tabung-tabung tersebut kemudian ditempatkan dalam bak pengocok yang disetel pada suhu 39°C, pada titik ini ditambahkan 10 mL cairan rumen. Tabung dikocok dengan aliran CO₂ selama 30 detik, setelah itu pH diperiksa untuk memastikan berada dalam rentang target 6,5 hingga 6,9. Tabung ditutup dengan sumbat karet berlubang dan dibiarkan fermentasi selama 48 jam. Setelah periode fermentasi, lepaskan sumbat karet dari tabung fermentor dan tambahkan 2-3 tetes HgCl₂ untuk membunuh mikroba. Kemudian, tabung-tabung tersebut di sentrifugasi pada 5.000 rpm selama 15 menit, yang menghasilkan substrat terpisah menjadi endapan di bagian bawah dan supernatant jernih di bagian atas; supernatant dibuang. Endapan dipindahkan ke wadah dan ditambahkan 50 mL larutan pepsin-HCl 0,2%, lalu campuran ini diinkubasi tanpa tutup selama 48 jam tambahan. Setelah itu, bahan disaring melalui kertas saring Whatman No. 41 (dengan berat yang diketahui) menggunakan pompa vakum.



Endapan ditempatkan di atas kertas saring ke dalam cangkir saringan dalam oven pada suhu 105°C selama 24 jam. Setelah porselen, kertas saring, dan residu diangkat dengan hati-hati, an ditimbang untuk menentukan kandungan bahan kering. ersebut dibakar dalam tungku listrik selama 6 jam pada suhu 600°C untuk menilai kadar bahan organik (BO). Sebagai

perbandingan, residu dari fermentasi tanpa bahan pakan digunakan sebagai blanko untuk uji PK dan GE. Selain itu, kecernaan nutrisi pakan dihitung menggunakan persamaan (Tilley dan Terry, 1963) berikut:

$$KcX\% = \frac{x \text{ Sample (g)} - (x \text{ Residual (g)} - x \text{ Blank (g)})}{x \text{ Sample (g)}} \times 100\%$$

Ket: X= BK, BO, PK, dan GE

2.5.3 Kadar Hormon Insulin-like Growth Factor-1 (Igf-1)

Pengukuran *fluorescence in situ hybridization* (FISH) IGF-1 dilakukan menggunakan metode *enzyme linked immuno sorbent assay* (ELISA). Prinsip uji pada pengukuran IGF-1 adalah teknik ELISA kompetitif inhibisi. Standar dan sampel ditambahkan ke dalam mikropate dengan sebuah antibodi spesifik untuk IGF-1 dan IGF-1 yang dikonjugasi dengan *Horseradish Peroxidase* (HRP, conjugate). Kompetitif inhibisi terjadi antara IGF-1 yang dilabel enzim HRP dan IGF-1 yang tidak dilabel HRP dengan antibodi. Setelah inkubasi, ditambahkan larutan substrat sehingga terjadi perubahan warna biru. Intensitas warna berbanding terbalik dengan konsentrasi IGF-1. Jika didapatkan intensitas warna yang pekat maka konsentrasi IGF-1 sedikit, sebaliknya jika intensitas warna terang maka jumlah IGF-1 lebih banyak. Setelah itu ditambahkan larutan penyetop untuk menghentikan reaksi enzimatik (warna akan berubah menjadi kuning). Intensitas warna yang terbentuk selanjutnya dibaca menggunakan ELISA *reader* pada panjang gelombang 450 nm. Konsentrasi IGF-1 selanjutnya dihitung menggunakan program MPM 6.

2.5.4 Pertambahan Bobot Badan Harian (PBBH)

Pertambahan bobot badan harian merupakan pertambahan bobot badan setiap hari. Menurut (Santoso dkk., 2021) PBBH diperoleh dari hasil pengukuran yang diakumulasi dalam rumus berikut:

$$PBBH = \frac{\text{Berat Badan Awal (Kg)} - \text{Berat Badan Akhir (Kg)}}{\text{Lama Penelitian/Perlakuan}}$$

2.5.5 Konsumsi Pakan

Menurut Mustabi dkk., (2020) konsumsi pakan diukur berdasarkan konsumsi BK sebagai berikut:

$$\text{Konsumsi BK ransum (kg)} = \text{BK ransum yang diberikan (kg)} - \text{BK ransum sisa (kg)}$$

2.5.6 Feed Conversion Ratio (FCR)



peroleh dari akumulasi antara jumlah konsumsi bahan kering mbahan bobot badan (Faza, 2021). Dengan rumus sebagai

$$\frac{\text{Jumlah konsumsi bahan kering (Kg)}}{\text{Pertambahan bobot badan (Kg)}}$$

2.5.7 Panjang Badan

Panjang badan diukur menggunakan pita ukur yang diukur dengan menarik panjang dari bagian penonjolan tulang bahu sampai penonjolan tulang panggul atau diukur dari pangkal tulang panggul sampai pangkal tulang leher. Pengukuran panjang badan dilakukan secara rutin setiap satu minggu sekali selama penelitian. Pertambahan panjang badan diketahui dengan menghitung rata-rata pertambahan panjang badan dibagi lama penelitian (Santoso dkk., 2021).

2.5.8 Lingkar Dada

Pengukuran lingkar dada dilakukan pada bagian belakang kaki depan. Diukur menggunakan pita ukur melingkari dada ternak (Purwanti dkk., 2014).

2.5.9 Tinggi Pundak

Tinggi pundak diukur menggunakan tongkat ukur dari permukaan tanah sampai bagian pundak tepat dibelakang kaki depan. Pengukuran tinggi pundak dilakukan secara rutin setiap satu minggu sekali. Pertambahan tinggi pundak diketahui dengan menghitung rata-rata pertambahan tinggi pundak dibagi lama penelitian (Santoso dkk., 2021).

2.5.10 Frekuensi Respirasi

Pengambilan data frekuensi pernafasan pada sapi perah dilakukan dengan melakukan pengamatan gerakan flank dan tulang rusuk yang bergerak simetris pada saat inspirasi. Pengukuran tersebut dilakukan selama 1 (satu) menit dan diulangi sebanyak 3 (tiga) kali lalu hasilnya dirata-ratakan. Pengukuran fisiologis ini dilakukan pada pagi, siang, dan sore hari (Frans dkk., 2020).

2.5.11 Denyut Jantung

Pengukuran denyut jantung dilakukan dengan menggunakan stetoskop yang di dekat pada tulang axilla sebelah kiri (dada sebelah kiri), dilakukan selama satu menit dengan menggunakan alat *stopwatch* dengan tiga kali ulangan setiap pengukuran (Sulistiyowati dkk., 2019).

2.5.12 Suhu Tubuh

Suhu tubuh dihitung berdasarkan McLean et al. (1983) sebagai berikut:

$$T_b = 0.86 T_r + 0.14 T_s$$



T_b = suhu tubuh
 T_r = suhu rektal
 T_s = suhu kulit

Menurut Suherman dkk., (2013) Suhu permukaan kulit (T_s), diukur pada empat titik lokasi pengukuran yaitu punggung (A), dada (B), tungkai atas (C), dan tungkai bawah (D). Rataan suhu permukaan kulit dihitung berdasarkan rumus McLean et al. (1983);

$$T_s = 0.25 (A + B) + 0.32 C + 0.18 D. 5.$$

Suhu rektal (T_r), diukur dengan memasukkan termometer rektal ke dalam rektal sapi sedalam ± 10 cm hingga termometer berbunyi.

2.5.12 Suhu Tubuh

Parameter hematologi diukur dengan menggunakan alat analisa hematologi Prokan model PE-6100 buatan China untuk menilai kadar Sel Darah Merah (RBC), Sel Darah Putih (WBC), nilai hematokrit, dan kadar hemoglobin. Pemeriksaan biokimia darah yang meliputi glukosa, urea, kolesterol, ALT, dan AST dilakukan dengan metode spektrofotometri dengan alat pemeriksaan darah kimia klinik Thermo Scientific Indiko buatan Finlandia

2.6 Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan *analysis of variance* (ANOVA) berdasarkan model matematika sebagai berikut:

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

Keterangan:

- Y_{ijk} = nilai pengamatan pada ulangan ke-k dari kombinasi perlakuan faktor A taraf ke-i dan faktor B taraf ke-j.
- μ = rata-rata umum (grand mean).
- α_i = pengaruh dari faktor A taraf ke-i.
- β_j = pengaruh dari faktor B taraf ke-j.
- $(\alpha\beta)_{ij}$ = pengaruh interaksi antara faktor A taraf ke-i dan faktor B taraf ke-j.
- ε_{ijk} = galat percobaan pada ulangan ke-k dari kombinasi perlakuan faktor A taraf ke-i dan faktor B taraf ke-j, diasumsikan berdistribusi normal dengan rata-rata 0 dan variansi σ^2 .

Selanjutnya jika perlakuan menunjukkan pengaruh yang nyata, maka akan dilanjutkan dengan uji Duncan (Gaspersz, 1991).

