

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Rumput laut *Caulerpa sp.* memiliki potensi besar dalam mengurangi produksi gas metana (CH_4) di sektor peternakan. Penggunaan rumput laut sebagai suplemen pakan ternak diduga dapat menurunkan emisi gas metana yang dihasilkan selama fermentasi dalam sistem pencernaan. Mengingat gas metana merupakan salah satu gas rumah kaca utama yang berkontribusi pada perubahan iklim, pemanfaatan *Caulerpa sp.* diharapkan dapat mengurangi dampak negatif emisi tersebut. Menurut Alfauzi dan Hidayah (2022), rumput laut dapat digunakan sebagai aditif pakan yang efektif dalam mengurangi produksi gas pada ternak ruminansia. Rumput laut kaya akan protein, karbohidrat, lemak, vitamin, mineral, minyak, asam amino, serta senyawa sekunder seperti phlorotannin, iodine, dan senyawa halogenasi. Beberapa dari senyawa ini telah terbukti dapat menurunkan produksi gas metana pada ruminansia berkat sifat anti-metanogeniknya.

Kandungan senyawa bioaktif dalam *Caulerpa sp.*, seperti tanin dan saponin, dapat menghambat aktivitas mikroba penghasil gas dalam rumen ternak. Selain itu, penggunaan rumput laut ini juga meningkatkan daya cerna pakan, yang berujung pada peningkatan efisiensi pakan dan produktivitas ternak. Menurut Jumsurizal et al. (2021), *Caulerpa sp.* mengandung mineral, protein, karbohidrat, dan serat kasar dalam jumlah yang tinggi, namun memiliki kadar lemak yang rendah. Selain itu, rumput laut ini juga mengandung senyawa-senyawa seperti terpenoid, asam lemak poliasetilenik, saponin, steroid, alkaloid, tanin, tirosin, glikosida, kumarin, phlobatannin, flavonoid, dan caulerpin yang terbukti dapat menurunkan produksi gas.

Pengujian efektivitas *Caulerpa sp.* dalam menurunkan produksi gas dilakukan melalui metode *in vitro*, yaitu simulasi fermentasi rumen dalam kondisi laboratorium.

Metode ini digunakan untuk mengevaluasi dampak penambahan bahan pakan terhadap produksi gas, daya cerna, serta profil fermentasi. Dengan demikian, metode *in vitro* sangat relevan dalam menilai potensi anti-metanogenik dari rumput laut ini. Selain itu, penggunaan rumput laut *Caulerpa sp.* juga dapat meningkatkan daya cerna pakan ternak. Rumput laut *Caulerpa sp.* memiliki potensi untuk mengurangi produksi gas metana pada ternak ruminansia. Kandungan nutrisi dalam rumput laut mencakup protein, karbohidrat, lemak, vitamin, mineral, minyak, dan asam amino, serta senyawa sekunder seperti phlorotannin, iodine, dan senyawa halogenasi.



ini diketahui efektif dalam menurunkan produksi gas metana rasia karena sifatnya yang anti-metanogenik. Oleh karena itu, : laut sebagai tambahan pakan tidak hanya berperan dalam as rumah kaca, tetapi juga dapat meningkatkan kesehatan dan Abhirama et al., 2024).

an, penggunaan rumput laut *Caulerpa sp.* sebagai suplemen liakan solusi berkelanjutan untuk mengatasi masalah emisi gas peternakan. Dengan menurunkan produksi gas metana dan

meningkatkan efisiensi pakan, pemanfaatan rumput laut ini dapat berkontribusi pada pencapaian target pengurangan emisi karbon yang telah ditetapkan secara global. Hal ini sesuai dengan pendapat Martin *et al.* (2008) yang menyatakan bahwa proses metanogenesis tidak hanya menyebabkan efek rumah kaca, tetapi juga memiliki dampak negatif terhadap ternak ruminansia, yang dapat mengakibatkan kehilangan energi mencapai 15% untuk pertumbuhannya. Situasi ini menjadi salah satu masalah bagi ternak ruminansia, sehingga perlu diterapkan strategi untuk mengurangi produksi gas metana dan meminimalkan energi yang hilang pada ternak.

1.2. Landasan Teori

1.2.1 Pakan Lengkap (*Complete Feed*) Ternak Ruminansia

Pakan lengkap adalah perpaduan dari berbagai jenis bahan pakan, termasuk konsentrat dan hijauan, yang disusun sedemikian rupa untuk berfungsi sebagai satu-satunya sumber pakan (*sole feed*) bagi ternak. Dengan formulasi yang tepat, pakan komplit dirancang untuk memenuhi semua kebutuhan nutrisi ternak secara menyeluruh, sehingga dapat mengoptimalkan fungsi rumen dan mendukung pertumbuhan serta kesehatan ternak secara keseluruhan. Melalui penggunaan pakan komplit, diharapkan efisiensi pencernaan dan penyerapan nutrisi akan meningkat, yang pada gilirannya dapat berkontribusi pada peningkatan produksi, baik dalam bentuk daging, susu, maupun telur. Selain itu, pakan komplit juga mengurangi risiko terjadinya seleksi pakan oleh ternak, sehingga semua komponen nutrisi yang ada dalam pakan dan dapat dikonsumsi dengan lebih maksimal (Manehat *et al.*, 2020).

Mengoptimalkan fungsi rumen dan mendukung pertumbuhan serta kesehatan ternak secara keseluruhan. Melalui penggunaan pakan komplit, diharapkan efisiensi pencernaan dan penyerapan nutrisi akan meningkat, yang pada gilirannya dapat berkontribusi pada peningkatan produksi, baik dalam bentuk daging, susu, maupun telur. Selain itu, pakan komplit juga mengurangi risiko terjadinya seleksi pakan oleh ternak, sehingga semua komponen nutrisi yang ada dalam pakan dan dapat dikonsumsi dengan lebih maksimal (Manehat *et al.*, 2020).

Pengembangan teknologi pakan lengkap adalah metode atau teknik pembuatan pakan yang menggabungkan sumber serat kasar dan protein menjadi campuran homogen melalui perlakuan fisik dan suplementasi. Pakan ini dikemas dalam bentuk tertentu untuk memudahkan pemberian kepada ternak dan penyimpanan. Dengan penerapan pakan lengkap, diharapkan kebutuhan nutrisi ternak dapat terpenuhi secara optimal yang pada gilirannya dapat meningkatkan efisiensi usaha ternak. Selain itu, pakan lengkap juga dapat mengurangi limbah pakan dan meningkatkan kesehatan ternak, sehingga mendukung produktivitas yang lebih baik. Dengan demikian, strategi ini memungkinkan peternak untuk lebih mudah mengelola ternak dan meningkatkan hasil produksi dengan biaya yang lebih efisien (Gustiani



Pakan lengkap diharapkan menjadi sumber nutrisi yang sangat memadai bagi ternak pada tingkat fisiologis tertentu, sehingga dapat secara optimal mendukung produksi dan kelangsungan hidup mereka tanpa memerlukan tambahan pakan atau bahan lainnya, kecuali air bersih. Sangat penting untuk menekankan bahwa pakan lengkap harus diberikan dalam jumlah yang cukup agar ternak dapat berfungsi dengan baik. Selain itu, pakan lengkap juga dapat dimanfaatkan sebagai strategi yang sangat efektif untuk mengoptimalkan penggunaan bahan pakan inkonvensional, yang memiliki potensi biomassa yang sangat besar, meskipun tingkat palatabilitasnya mungkin rendah. Pendekatan ini tidak hanya meningkatkan efisiensi pakan, tetapi juga membantu dalam pengelolaan sumber daya yang lebih berkelanjutan (Prabowo dan Susanti, 2016).

1.2.2 Rumput Laut Sebagai Bahan Pakan Tambahan

Biomassa rumput laut merupakan sumber alternatif yang sangat berharga untuk industri peternakan. Secara umum, makroalga menunjukkan variasi yang signifikan dalam kandungan protein, mineral, lipid, dan serat. Tingginya kandungan mineral pada rumput laut disebabkan oleh kemampuannya menyerap zat anorganik dari lingkungan. Meskipun mengandung sedikit lipid, terutama asam lemak tak jenuh ganda (PUFA), rumput laut kaya akan polisakarida. Persentase lipid dalam rumput laut hanya berkisar antara 1–5%, namun sebagian besar merupakan PUFA. Komposisi rumput laut sangat bervariasi, tergantung pada spesies, waktu pengumpulan, habitat, dan faktor eksternal lainnya. Rumput laut tumbuh subur di habitat perairan dan dimanfaatkan terutama oleh masyarakat pesisir. Banyak spesies rumput laut biasanya digunakan dalam bentuk segar, baik untuk pengobatan, konsumsi manusia, pakan ternak, maupun sebagai pupuk untuk meningkatkan kesuburan tanah pertanian. Rumput laut kaya akan kalium, natrium, kalsium, magnesium, dan fosfor, serta menjadi sumber elemen penting seperti besi, mangan, tembaga, seng, kobalt, selenium, dan yodium. Namun, pemahaman tentang bioavailabilitas nutrisinya masih terbatas (Morais *et al.*, 2020).

Penambahan rumput laut sebagai pakan tambahan ternak merupakan alternatif yang baik untuk menunjang pertumbuhan ternak yang lebih optimal karena rumput laut sangat kaya akan sumber nutrisi seperti metabolisme dan mineral yang dianggap sebagai sumber bahan tambahan alami yang dapat menggantikan penggunaan antibiotik terhadap hewan ternak, selain itu rumput laut juga mengandung beberapa zat penting seperti vitamin c, peptidoglikan, dan polisakarida yang dapat meningkatkan kekebalan tubuh ternak. Salah satu jenis rumput laut yang dapat



kan tambahan adalah *Caulerpa sp* yang diharapkan dapat sumber protein yang memiliki biaya yang rendah untuk <an tetapi dapat meningkatkan pertumbuhan dan kelangsungan <it *al.*, 2021).

erpa sp. memiliki potensi sebagai bahan baku pakan karena nyanya, termasuk kandungan nutrisi yang tinggi, dengan kadar -30.03%, karbohidrat 27.20-48.10%, dan lemak 0.30-2.64%.

Caulerpa juga digunakan sebagai pakan atau suplemen nutrisi untuk hewan ternak berkat nilai gizi yang terkandung di dalamnya. Dikenal sebagai anggur laut karena bentuknya yang menyerupai buah anggur, *Caulerpa sp.* memiliki berbagai nama lokal, seperti latoh, latok, lawi-lawi, dan lelatsu. Rumpun laut ini memiliki spektrum kimia dan biologis yang luas, termasuk aktivitas antioksidan yang efektif dalam melawan radikal bebas berkat kandungan asam folat, tiamin, dan asam askorbat. Selain itu, *Caulerpa sp.* mengandung caulerpenin, yang menunjukkan bioaktivitas terhadap sel manusia dan memiliki sifat antikanker, antitumor, serta antiproliferasi (Liftanto *et al.*, 2023).

Klasifikasi rumpun laut *Caulerpa sp.* adalah sebagai berikut :

Kingdom : *Plantae*
 Divisi : *Chlorophyta*
 Classis : *Chlorophyceae*
 Ordo : *Halimadales*
 Famili : *Cauleraceae*
 Genus : *Caulerpa*
 Spesies : *Caulerpa sp.*

Caulerpa sp. termasuk dalam kelompok alga hijau yang umumnya berwarna hijau. Thallusnya memiliki berbagai bentuk, seperti lembaran, batang, dan bulatan, dengan tekstur yang bervariasi dari lembut hingga keras serta bersifat siphonous. Rumpun *Caulerpa* dapat terdiri dari berbagai jenis percabangan, mulai dari yang sederhana hingga yang kompleks, menyerupai struktur akar, batang, dan daun pada tumbuhan tingkat tinggi (Yoga dan Komalasari 2022).



Gambar 1. Rumpun Laut *Caulerpa sp.*

Sumber: *Tropical Seaweed Innovation Network*

Rumpun laut *Caulerpa sp.* memiliki potensi yang signifikan sebagai pakan ikan, utrisinya yang kaya dan kemampuannya untuk mendukung kesehatan ikan, pernyataan tersebut dapat diamati pada (Liftanto *et al.*, 2023) yang melaporkan bahwa pemanfaatan rumpun laut ini sebagai pakan dapat meningkatkan bobot ternak, laju pertumbuhan, dan kelangsungan hidup benih ikan bandeng, dengan dosis optimal. Hal ini karena ini pada penelitian ini memanfaatkan *caulerpa sp*



sebagai pakan ternak ruminansia untuk menunjang pertumbuhan dan kelangsungan hidup pada ternak ruminansia.

1.2.3 Produksi Gas

Fermentasi dalam proses pencernaan ternak berkontribusi signifikan terhadap emisi gas metan di sektor peternakan. Pembentukan gas metan di rumen adalah hasil akhir dari fermentasi pakan. Sebagian besar, yaitu 80% hingga 95%, metan diproduksi di rumen, sementara 5% hingga 20% dihasilkan di dalam usus besar. Metan yang terbentuk di rumen kemudian dikeluarkan ke atmosfer melalui mulut (Nur *et al.*, 2015). Produksi gas metana enterik dipengaruhi oleh kualitas pakan. Pakan berkualitas rendah ditandai oleh beberapa karakteristik, seperti tingginya kandungan serat, rendahnya nilai kecernaan bahan organik serta waktu tinggal yang lama di rumen. Dalam kondisi ini, proses fermentasi di rumen cenderung menghasilkan gas metana dalam jumlah yang lebih tinggi.

Metana enterik secara global menyumbang antara 17-37% dari emisi metana antropogenik, dengan sebagian besar berasal dari proses fermentasi enterik. Semakin tinggi produksi gas metana oleh ternak ruminansia, semakin besar pula kehilangan energi bruto yang seharusnya dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan produksi susu, daging, dan wol. Salah satu strategi untuk mengurangi emisi gas metana adalah dengan memodifikasi jenis dan komposisi pakan, yang tidak hanya dapat menurunkan jumlah gas metana, tetapi juga meningkatkan produktivitas ternak (Hifizah *et al.*, 2020).

Produksi gas yang dihasilkan oleh suatu bahan pakan dapat menjadi pertimbangan penting dalam penggunaannya sebagai pakan ternak, karena hasil gas dalam uji kecernaan *in vitro* mencerminkan sifat fermentabilitas rumen. Hasil produksi gas ini dapat digunakan untuk memperkirakan kualitas pakan dan menggambarkan proses fermentasi yang terjadi di dalam rumen, sehingga memberikan informasi mengenai laju produksi dan kinetika gas dari pakan yang dikonsumsi oleh ruminansia sesuai dengan karakteristik kimia pakan yang diuji. Gas yang dihasilkan secara *in vitro* berkorelasi dengan laju substrat dan dapat membantu meramalkan kinetika fermentasi substrat pakan. Karakteristik yang menonjol adalah laju produksi gas yang lambat tetapi memiliki maksimum produksi gas yang sangat tinggi, yang menunjukkan bahwa bahan pakan tersebut dapat dijadikan sebagai pakan tunggal atau pakan campuran. Oleh karena itu, evaluasi produksi gas menjadi langkah krusial dalam menentukan potensi pakan untuk ruminansia (Tatra dan Husnaeni, 2024).



ode tabung) adalah proses metabolisme yang berlangsung di insip dan kondisinya dirancang agar menyerupai proses yang h ternak, termasuk di bagian abomasum. Agar hasil yang an kondisi nyata, metode *in vitro* harus meniru sistem *in vivo*, dapat tidak mengalami perbedaan yang signifikan. Pengukuran

keceraan *in vitro* dilakukan dengan menciptakan kondisi yang mirip dengan saluran pencernaan ternak di laboratorium. Keceraan yang tinggi menunjukkan bahwa peluang nutrisi yang dapat dimanfaatkan oleh ternak juga semakin meningkat. Metode ini sangat penting dalam penelitian pakan, karena memungkinkan analisis yang lebih tepat mengenai potensi pakan dan efisiensi penggunaannya, yang pada gilirannya dapat meningkatkan kesehatan serta produktivitas ternak (Kowel *et al.*, 2022).

Teknik *in vitro* untuk produksi gas merupakan salah satu metode yang efektif dalam mengevaluasi kualitas pakan, khususnya bagi ruminansia. Produksi gas yang terjadi selama proses inkubasi adalah hasil dari fermentasi substrat di dalam tabung, dan mencakup gas-gas seperti CH_4 , CO_2 , O_2 , H_2S , serta gas lainnya. Volume gas yang dihasilkan mencerminkan tingkat fermentasi yang berlangsung, sehingga memberikan informasi penting mengenai laju produksi gas yang berkaitan dengan sifat kimia dari bahan pakan yang diuji. Informasi ini juga sangat relevan dengan proses fermentasi dan degradasi substrat di dalam tabung fermentor selama periode inkubasi. Analisis menggunakan teknik produksi gas merupakan salah satu alternatif yang tidak hanya ekonomis, tetapi juga sangat bermanfaat dalam evaluasi kualitas pakan, membantu peternak dalam memilih pakan yang optimal untuk meningkatkan produktivitas ternak (Firsoni dan Lisanri, 2017).

Metode produksi gas *in-vitro* dapat diterapkan untuk mengukur dan memprediksi tingkat kecernaan bahan pakan, dampak bahan pakan terhadap fermentasi dalam rumen, serta pengaruhnya terhadap pertumbuhan mikroba rumen. Dalam penelitian ini, teknik produksi gas digunakan untuk mengevaluasi pengaruh penambahan sumber karbon yang mudah terdegradasi pada pakan sumber protein terhadap total produksi gas, kecernaan bahan pakan, jumlah bahan pakan yang tercerna, hubungan antara produksi gas dan kecernaan bahan pakan, pertumbuhan mikroba rumen, serta efisiensi nitrogen dalam pakan (Kurniawati, 2007).

1.3 Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana pengaruh penggunaan rumput laut *Caulerpa sp.* terhadap jumlah produksi gas secara *in vitro* selama fermentasi dan apakah terdapat perbedaan signifikan dalam penurunan produksi gas antara berbagai level rumput laut dibandingkan dengan pakan kontrol.



BAB II

METODE PENELITIAN

2.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari-Februari 2025. Kegiatan formulasi pakan lengkap dilaksanakan di laboratorium Nutrisi Ruminansia, sedangkan analisa pakan secara *In Vitro* bertempat di Laboratorium kimia pakan, Universitas Hasanuddin.

2.2 Materi Penelitian

Alat yang digunakan untuk membuat pakan komplit bagi ruminansia antara lain adalah baskom, oven, blender, timbangan digital, mesin pencacah bahan pakan, dan wadah pakan. Untuk analisis secara *in vitro*, memerlukan beberapa peralatan yang meliputi termos rumen, kain panjang, timbangan, gelas beker, spatula, *magnetic stirrer*/alat pengaduk, water bath, pH meter, tabung gas Co^2 , wadah penampung, alat pengukur gas, rak tabung, water bat, dispenser larutan.

Bahan yang digunakan dalam pembuatan pakan lengkap berasal dari limbah pertanian dan agroindustri yaitu ampas tahu, rumput gajah, jerami padi, dedak, bungkil sawit serta bahan lain seperti rumput gajah, jagung giling, mineral dan rumput laut *Caulerpa sp.* Dalam analisis *in vitro*, beberapa bahan yang digunakan meliputi cairan rumen.

2.3 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) 4x3 terdiri dari 4 perlakuan dan 3 ulangan yang melibatkan rumput laut jenis *Caulerpa sp.* dengan 4 level pemberian sebagai berikut:

- P0 : Pakan Lengkap + *Caulerpa sp* (0%)
- P1 : Pakan Lengkap + *Caulerpa sp* (2,5%)
- P2 : Pakan Lengkap + *Caulerpa sp* (5%)
- P3 : Pakan Lengkap + *Caulerpa sp* (7,5%)

2.4 Prosedur Penelitian

2.4.1 Formulasi Pakan Lengkap

Pengambilan sampel rumput laut *caulerpa sp* dilakukan di desa Beba, Kecamatan Galesong Utara, Takalar yang dikenal sebagai habitat alami bagi jenis rumput laut. Rumput laut kemudian dikeringkan dengan merata dibawah sinar matahari selama lebih 3-5 hari. Setelah rumput laut kering, selanjutnya akan menggunakan metode yang di uraikan oleh Kusuma *et al* (2017) yaitu rumput laut beratnya sebelum dicuci ditimbang sebanyak 1 kg. Kemudian menggunakan air segar hingga 10 liter air, selama 10 menit. Setelah itu menggunakan air sebanyak 5 kali dan dikeringkan secara menyeluruh untuk



menghilangkan sisa air, kemudian sampel dikeringkan dengan suhu 65 °C hingga sampai selesai. Penelitian lain yang berkaitan dengan pencucian rumput laut yang bertujuan untuk menurunkan kadar garam yang dilaporkan oleh Kumar and Kaladharan (2007) untuk menurunkan kadar garam dalam rumput laut, sampel dicuci secara menyeluruh menggunakan air suling guna menghilangkan kelebihan garam. Setelah sampel kering dengan sempurna sampel telah siap dihaluskan dan diaplikasikan pada uji produksi gas secara *in vitro*.

Pada saat menyiapkan pakan lengkap untuk analisis *in vitro* ada beberapa sampel bahan pakan yang disediakan yaitu Jerami padi, dedak halus, jagung giling, rumput gajah, bungkil kelapa sawit, mineral, dan ampas tahu. Setelah bahan pakan diperoleh, langkah selanjutnya adalah mengeringkan rumput gajah dan jerami padi agar mudah dihaluskan untuk memastikan konsistensi yang baik dan memudahkan proses pencampuran pakan. Penghalusan dapat dilakukan dengan menggunakan mesin penggiling atau blender, tergantung pada jenis bahan yang digunakan. Setelah semua bahan pakan halus kemudian di timbang dan dicampur dalam wadah pakan sesuai penyusunan ransum pada penelitian ini, kemudian bahan pakan dikemas menggunakan plastik sampel anti jamur, agar kualitas sampel baik saat dilakukan analisis. Berikut komposisi kimia bahan pakan dan komposisi bahan dan nutrisi ransum pakan dapat dilihat pada (Tabel 1 dan 2).

Tabel 1. Komposisi Kimia Bahan Pakan

Bahan Pakan	ABU	Protein Kasar	Lemak Kasar	Serat Kasar	BETN	TDN
Jerami Padi ¹	19,75	4,2	1,05	33,91	41,09	51,05
Dedak Halus ²	8,86	13,43	14,39	11,4	51,92	67,9
Jagung Giling ³	16,3	8,9	4	2,2	68,6	68
Rumput Gajah ⁴	11,7	10,2	1,6	34,2	42,3	64,31
Bungkil Kelapa Sawit ⁵	4	16,8	11,9	22,9	44,4	78
Mineral	92	0	0	0	0	0
Ampas Tahu ⁶	2,37	21	10,49	23,58	42,56	77
Rumput Laut ⁷	6,57	16,02	1,66	7,59	68,16	50

Sumber: ¹Kamso et al, 2023. ²Koni et al, 2022. ³Lapui et al, 2021. ⁴Seseray et al, 2012. ⁵Mimawati et al, 2022. ⁶Tamidi, 2010. ⁷Natsir et al, 2025.



Tabel 2. Komposisi Bahan dan Nutrisi Ransum Pakan

	Persentase dalam pakan (0%)	Persentase dalam pakan (2,5%)	Persentase dalam pakan (5%)	Persentase dalam pakan (7,5%)
Komposisi Bahan Pakan				
Jerami Padi	15	12,5	10	7,5
Dedak Halus	20	20	20	20
Jagung Giling	10	10	10	10
Rumput Gajah	20	20	20	20
Bungkil Kelapa Sawit	25	25	25	25
Mineral	1	1	1	1
Ampas Tahu	9	9	9	9
Rumput Laut	0	2,5	5	7,5
Komposisi Nutrisi				
Protein Kasar	12,33	12,63	12,93	13,22
Lemak Kasar	7,67	7,68	7,71	7,72
Serat Kasar	22,27	21,61	20,96	20,29
Abu	9,91	9,58	9,26	8,92
BETN	46,79	47,47	48,15	48,82
TDN	67,33	67,30	67,28	67,25

2.4.2 Uji *In Vitro*

Analisis *in vitro* dilakukan dengan mengikuti prosedur yang ditetapkan oleh Menke dan Steingass (1988). Tahap pertama adalah menyiapkan cairan rumen, yang kemudian difiltrasi menggunakan lapisan kain kasa untuk menghilangkan partikel besar. Cairan ini mengandung mikroorganisme yang akan melakukan fermentasi pada sampel pakan. Selanjutnya, cairan rumen dicampurkan dengan medium buffer yang mengandung zat-zat seperti fosfat, karbonat, dan nitrogen untuk menjaga pH serta memberikan nutrisi tambahan bagi mikroba rumen selama proses fermentasi. Sampel pakan yang telah disiapkan kemudian dimasukkan ke dalam tabung fermentasi, dengan berat sekitar 200 mg per tabung. Tabung fermentasi dilengkapi dengan alat pengukur volume gas yang terhubung ke tabung. Campuran cairan rumen dan buffer ditambahkan ke dalam tabung berisi sampel, dengan perbandingan sekitar 30-40 ml cairan rumen per tabung. Setelah pencampuran, tabung fermentasi dikocok untuk memastikan keseragaman antara cairan rumen dan sampel pakan. Proses fermentasi dilakukan dengan menginkubasi campuran dalam kondisi anaerob pada suhu 39°C, selama 2,4,6,8,10,12,24,48,72 dan 96 jam. Kemudian catat setiap volume yang dihasilkan.

2.5 Parameter Pengamatan



yang diamati pada penelitian ini yaitu produksi gas. Produksi gas itu diamati karena memberikan wawasan mendalam tentang dan kualitas bahan pakan. Gas yang dihasilkan selama proses metana, dapat menjadi indikator seberapa baik pakan dicerna rumen.

2.6 Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis ragam menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 3 ulangan. Model matematik yang digunakan adalah sebagai berikut:

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

Keterangan:

- Y_{ij} : Hasil pengamatan dari perlakuan ke-i dengan ulangan ke-j
- μ : Rata-rata nilai pengamatan
- τ_i : pengaruh perlakuan penambahan rumput laut *Caulerpa sp* ke-i (i= 1, 2, dan 3)
- ε_{ij} : Pengaruh galat percobaan dari perlakuan ke-i pada pengamatan ulangan ke-j (j = 1, 2, 3,)

Data yang diperoleh dianalisis dengan analisis ragam dan dilanjutkan dengan uji lanjut Duncan menggunakan paket software IBM Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) 26 for windows.

