

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN HIPOTESIS

2.1 Tinjauan Pustaka

2.1.1 Jerami Padi

Jerami padi adalah salah satu jenis limbah tanaman pangan yang potensial dimanfaatkan sebagai bahan pakan ternak ruminansia. Jerami merupakan tumbuhan non kayu yang berasal dari padi yang telah diambil buah (gabah)nya sehingga tinggal batang dan daun yang merupakan limbah pertanian terbesar. Salah satu hal yang mendasar adalah bahwa jerami padi memiliki keterbatasan karena memiliki kandungan serat kasar yang tinggi, protein kasar yang rendah, dan ketersediaannya dipengaruhi oleh musim panen yang berlangsung hampir bersamaan di suatu daerah (Amin *et al.*, 2015).

Menurut Pratiwi *et al.*, (2016) menjelaskan bahwa dalam limbah jerami padi, terdapat kandungan selulosa sebesar 37,71%, hemiselulosa sebesar 21,99%, dan lignin sebesar 16,62%. Pemanfaatan jerami sebagai pakan ternak sendiri memiliki kelemahan utama pada daya cerna serta nilai gizi yang rendah. Daya cerna yang rendah tersebut disebabkan karena tingginya kandungan lignoselulosa, lignin dan silika, serta nilai gizi yang rendah karena sedikitnya kandungan energi, protein, mineral dan vitamin (Yanuartono *et al.*, 2019). Berbagai upaya yang dilakukan untuk meningkatkan nilai nutrisi jerami padi adalah perlakuan fisik, kimiawi dan biologis (Wang *et al.*, 2016). Tujuan dari upaya tersebut adalah untuk meningkatkan kandungan nutrisi, palabilitas dan pencernaan. Hasil Penelitian menunjukan kandungan protein kasar jerami padi di Indonesia juga bervariasi. Menurut Amin *et al.*, (2015) bahwa jerami padi yang berasal dari Mataram mengandung protein kasar 4,74%.

2.1.2 Amoniasi Fermentasi (amofer)

Amofer adalah gabungan dari dua teknik pengolahan yakni amoniasi dan fermentasi yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas bahan pakan ternak (Candrasari *et al.*, 2019). Amoniasi merupakan salah satu metode yang telah banyak diterapkan untuk meningkatkan nilai nutrisi jerami (Sheikh *et al.*, 2018). Rahayu *et al.*, (2018) menyatakan perlakuan amoniasi jerami padi bertujuan untuk memutus ikatan lignoselulosa dan lignohemiselulosa sehingga mampu meningkatkan kualitas jerami padi dan meningkatkan kecernaannya.

Menurut Yanuartono *et al.*, (2019) Prinsip amoniasi adalah penggunaan urea sebagai sumber amonia yang dicampurkan dalam jerami atau bahan pakan berserat tinggi lainnya. Amoniasi dengan menggunakan urea dapat meningkatkan kandungan gizi dan memiliki kemampuan mencerna limbah serat. Urea yang ditambahkan dalam proses amofer diharapkan dapat memecah ikatan-ikatan lignin, selulosa dan silika yang terdapat pada bahan pakan (Tampoebolon *et al.*, 2019).

Fermentasi adalah suatu proses yang memanfaatkan mikroba dengan tujuan mengubah substrat menjadi produk tertentu (Iglesias *et al.*, 2014). Bakteri yang sering digunakan pada proses fermentasi yaitu *Actinomyces*, *Pseudomonas*, *Lactobacillus*, *Trichoderma*, *Acetobacter*, dan *Rhizobium*, bakteri tersebut dapat mempercepat dan meningkatkan proses fermentasi (Candrasari *et al.*, 2019). Fermentasi jerami tidak hanya dapat meningkatkan manfaatnya, akan tetapi juga mampu mengurangi polusi karena proses pembakaran di ladang sehingga diharapkan dapat menjaga efek keseimbangan ekologis.

Fermentasi dapat dilakukan dengan proses anaerob memanfaatkan campuran beberapa bakteri seperti bakteri proteolitik, lignolitik, selulolitik, lignoselulolitik dan lipolitik. Bakteri tersebut dapat dimanfaatkan sebagai *starter* inokulan dan berperan meningkatkan nilai nutrisi karena memiliki kemampuan untuk menghasilkan enzim laktase, selulase, maupun xilanase yang secara berturut turut mampu menghidrolisis senyawa lignin, selulosa maupun hemiselulosa yang banyak terkandung dalam jerami padi. Selain kemampuan tersebut, fermentasi mikroba juga dapat meningkatkan palatabilitas, asupan pakan

dan kinerja ternak (Yanuartono *et al.*, 2019). Menurut hasil penelitian Mulijanti *et al.*, (2014) menyatakan bahwa fermentasi jerami padi mampu meningkatkan kandungan protein kasar menjadi 10,48% dan menurunkan serat kasar menjadi 16,74%.

2.1.3 Mikroorganisme Lokal (MOL)

Mikroorganisme Lokal (MOL) adalah larutan hasil fermentasi yang mengandung mikroorganisme hasil produksi sendiri dari bahan alami yang tersedia di lingkungan sekitar kita. Bahan tersebut merupakan tempat yang cocok untuk hidup dan berkembangnya mikroorganisme yang berguna dalam mempercepat penghancuran bahan-bahan organik atau sebagai tambahan nutrisi bagi tanaman. Dalam proses fermentasi larutan mol, bahan dasarnya dapat berasal dari hasil pertanian, perkebunan, maupun limbah rumah tangga organik. Sumber bahan yang mudah didapat di sekitar kita dan pembuatannya yang mudah menjadikan keuntungan tersendiri dalam pembuatan MOL serta tidak membutuhkan biaya besar (Palupi, 2015).

Bahan utama pembuatan MOL terdiri dari 3 jenis yaitu sumber karbohidrat yang berfungsi sebagai sumber energi bagi mikroorganisme, biasanya diperoleh dari air cucian beras, singkong, gandum, nasi basi. Berikutnya sumber glukosa yang berfungsi sebagai sumber energi dan mudah cerna oleh mikroorganisme, diantaranya dari gula pasir, molases, gula merah, air nira. Bahan yang terakhir yaitu sumber mikroorganisme sebagai tempat berasalnya mikroorganisme yang akan digunakan, biasanya dapat diperoleh dari sayur dan buah busuk, bonggol pisang (Lindung, 2015). Hasil penelitian Suningsih dan Ibrahim (2018) proses amoniasi dan fermentasi jerami padi dengan penambahan *starter* MOL dapat meningkatkan dan memperbaiki kualitas nutrisi dari jerami padi tersebut. Ginting dan Pase (2018) menyatakan MOL dapat meningkatkan kualitas nutrisi bahan pangan dan pakan, yaitu dapat meningkatkan protein kasar dan menurunkan serat kasar.

2.1.4 Protein Kasar

Protein kasar merupakan senyawa yang mengandung unsur nitrogen dapat berupa protein dan bukan protein. Menurut Indah (2016) protein kasar adalah hasil kali dari jumlah nitrogen di dalam bahan pakan dengan faktor 6,25 karena sebagian besar protein mengandung 16% proteibakhtran nitrogen. Penentuan kadar protein secara kuantitatif menggunakan metode *kjeldahl* untuk mengukur kandungan protein kasarnya. Metode *kjeldahl* merupakan metode yang digunakan untuk menganalisis nitrogen total pada protein di dalam suatu sampel. Metode ini dapat digunakan untuk menetapkan kadar protein yang tidak larut. Sampel dan pereaksi untuk analisis menggunakan metode *kjeldahl* hanya dibutuhkan sedikit dan dibutuhkan waktu analisis yang relatif cepat (Bakhtra *et al.*, 2016).

Analisis kadar protein dengan metode *kjeldahl* pada dasarnya dibagi menjadi tiga tahapan yaitu tahap destruksi, tahap destilasi dan tahap titrasi. Destruksi adalah pemecahan senyawa organik menjadi senyawa anorganik. Pada tahap ini sampel dipanaskan dalam asam sulfat pekat sehingga terjadi penguraian menjadi unsur-unsurnya yaitu C, H, O, dan N. Hasil destruksi kemudian dilakukan penetralan dengan menggunakan alkali melalui proses destilasi yang akan memisahkan komponen berdasarkan perbedaan titik didih (Almaidah dan Winahyu, 2022). Tahap berikutnya yaitu destilasi, tahap destilasi adalah pemisahan zat berdasarkan titik didih. Kerja dari proses destilasi yaitu penguapan campuran kemudian diikuti dengan proses pendinginan serta pengembunan. Perbedaan titik didih yang semakin besar akan membuat proses destilasi berjalan dengan baik serta dihasilkan destilat yang semakin murni (Rassem *et al.*, 2016). Titrasi merupakan tahap akhir dari metode *kjeldahl*, titrasi ini merupakan titrasi langsung, dimana nitrogen langsung dititrasi oleh titran. Titran merupakan asam klorida yang harus diketahui dahulu konsentrasinya dengan cara dibakukan, setelah itu dapat digunakan untuk menitrasi sampel. Titrasi dilakukan sampai tercapai titik ekuivalen yang ditandai dengan berubah warna pada larutan titrat (Bakhtra *et al.*, 2016).

Protein terdiri atas asam amino yang berfungsi sebagai penyusun tubuh ternak yang dibutuhkan oleh ternak ruminansia. Sumber protein dapat diperoleh dari Ampas tahu, biji-bijian dan hijauan terutama pakan leguminosa. Protein hewani merupakan zat pakan terbesar (75-80% dari bahan kering), sedangkan sisanya adalah lemak, karbohidrat, dan mineral (Udding dan Muning, 2014). Menurut hasil penelitian Suningsih dan Ibrahim (2018) menyatakan bahwa perlakuan amoniasi fermentasi jerami padi dapat meningkatkan kandungan protein kasar, kandungan protein kasar amoniasi fermentasi jerami padi menunjukkan nilai lebih tinggi (7,40%) daripada jerami padi tanpa perlakuan (6,44%).

2.1.5 Serat Kasar

Serat kasar adalah semua zat organik yang tidak larut dalam H₂SO₄ 1,25% dan dalam NaOH 3,25% yang berturut-turut dimasak selama 30 menit (Ratri, 2017). Menurut Sondakh *et al.*, (2018) serat kasar digunakan oleh mikroorganisme rumen sebagai bahan makanan sumber energi yang kemudian akan diubah menjadi asam lemak terbang (VFA). Serat kasar memainkan peran penting dalam nutrisi ruminansia karena diperlukan untuk menjaga kesehatan hewan dan menjaga fungsi dan fisiologi rumen yang sesuai. Serat kasar dalam pakan yang dikonsumsi ternak juga dapat memberikan dampak negatif terhadap pencernaan jika tidak diperhatikan kuantitas dan kualitasnya (Banakar *et al.*, 2018).

Serat kasar terdiri dari selulosa, hemiselulosa dan lignin (Dahlan, 2020). Menurut Fitriani (2017) kandungan serat kasar yang tinggi dalam pakan komplit dapat menurunkan daya koefisien cerna dalam bahan pakan tersebut, karena serat kasar mengandung bagian yang sukar untuk dicerna. Afandi (2014) menyatakan bahwa fermentasi yaitu proses perombakan dari struktur keras secara biologis sehingga bahan dari struktur yang kompleks menjadi sederhana, maka daya cerna ternak menjadi lebih efisien. Menurut hasil penelitian Suningsih dan Ibrahim (2018) menyatakan bahwa perlakuan amoniasi fermentasi jerami padi dapat menurunkan kandungan serat kasar, kandungan serat kasar amoniasi fermentasi

jerami padi menunjukkan nilai lebih rendah (19,85%) daripada jerami padi tanpa perlakuan (29,16%).

2.1.6 Molasses

Molasses atau tetes tebu merupakan hasil samping (by product) pada proses pembuatan gula. Molasses berwujud cairan kental yang diperoleh dari tahap pemisahan kristal gula. Molasses mengandung sebagian besar gula, asam amino dan mineral (Rochani, 2015). Molasses merupakan produk sampingan dari industri gula, mengandung senyawa nitrogen, unsur trace, dan memiliki kandungan yang cukup tinggi, terutama sukrosa sekitar 34%, serta kandungan total karbon sekitar 37%. Oleh karena itu molasses banyak dimanfaatkan sebagai bahan tambahan untuk pakan dengan kandungan nutrisi atau zat gizi yang cukup baik (Kusuma, 2017). Kandungan yang terdapat pada molasses antara lain 20% air, 3,5% protein, 58% karbohidrat, 0,80% Ca, 0,10% pospor dan 10,50% bahan mineral lain (Ismi, 2017).

Molasses dapat dimanfaatkan sebagai media pertumbuhan bakteri asam laktat (BAL) dan ragi sebagai sumber probiotik ternak karena mengandung senyawa seperti sukrosa, glukosa, fruktosa, karbohidrat lainnya, nitrogen, lemak, fosfolipid, pigmen dan vitamin yang dibutuhkan dalam perkembangbiakan bakteri (Toghyani *et al.*, 2015). Penambahan molasses pada proses fermentasi dapat meningkatkan ketersediaan sumber energi siap pakai yang berfungsi sebagai nutrisi bagi pertumbuhan bakteri, sehingga proses pertumbuhan dan perkembangan bakteri terjadi dengan sempurna (Nurlaela *et al.*, 2016). Hasil penelitian Dhalika, *et al.*, (2021) menyatakan bahwa penambahan molasses dalam proses fermentasi dapat memberikan kontribusi penting dalam menyediakan karbohidrat yang mudah larut, yang sangat diperlukan untuk mendukung pertumbuhan bakteri, khususnya kelompok bakteri asam laktat.

2.1.7 Limbah Tomat

Tomat merupakan salah satu sayur sangat dikenal dan banyak dikonsumsi masyarakat luas, Tomat merupakan salah satu komoditas hortikultura yang sangat potensial untuk dikembangkan, karena mempunyai nilai ekonomi tinggi dan berpotensi sebagai produk ekspor (Wulandari, 2015). Menurut (Yuniastri *et al.*, 2020), kandungan nutrisi dan gizi buah tomat per 100 gram diantaranya kalori (19 kal), protein (0,9 g), lemak (0,2 g), karbohidrat (4,0 g), vitamin A (1.496 SI), vitamin B (0,05 mg), vitamin C (38 mg), kalsium (3 mg), fosfor (24 mg), besi (0,4 mg), dan air (95 g).

Menurut Badan Pusat Statistik (BPS), produksi tomat di Indonesia mencapai 1,12 juta ton pada 2022. Jumlah tersebut lebih banyak 0,21% dibandingkan pada tahun sebelumnya yang sebanyak 1,11 juta ton. Produksi tomat yang terus meningkat, belum diimbangi dengan penanganan paska panen yang memadai serta metode penyimpanan yang optimum, karena tomat mudah busuk bila tidak segera dimanfaatkan. Tidak optimumnya pengelolaan tomat pasca panen oleh masyarakat, menyebabkan banyak dijumpai tomat membusuk di berbagai pasar tradisional yang akhirnya menjadi bagian dari limbah pasar. Tomat-tomat yang sudah tidak layak konsumsi mudah ditemukan di setiap pasar tradisional. Tomat yang telah busuk menjadi media yang baik bagi pertumbuhan mikroorganisme pengurai (Handayani *et al*, 2015).

Limbah tomat juga dapat digunakan sebagai media biakan (inokulan) bagi mikroorganisme lokal (MOL) tertentu yang mampu mendegradasi bahan-bahan organik. Menurut Afcarina (2017), mikroorganisme lokal adalah mikroorganisme yang terbuat dari bahan-bahan alami sebagai medium berkembangnya mikroorganisme yang berguna untuk mempercepat penghancuran bahan organik. Larutan MOL mengandung unsur hara mikro dan makro selain itu juga mengandung bakteri yang berpotensi sebagai perombak bahan organik dan perangsang pertumbuhan (Lubis, 2020). Menurut penelitian Amalia dan Widiyaningrum (2016) fluktuasi pH MOL limbah tomat menunjukkan angka yang relatif stabil pada kondisi normal, yaitu antara 6,8 – 7. Perubahan pH berawal dari pH agak asam karena terbentuknya asam-asam organik sederhana, kemudian pH

meningkat pada inkubasi lebih lanjut akibat terurainya protein dan terjadi pelepasan amonia. Perubahan pH menunjukkan adanya aktivitas mikroorganisme dalam mendegradasi bahan organik.

2.1.8 *Effective microorganisms* (EM4)

Larutan *effective microorganisms* 4 yang disingkat EM4 ditemukan pertama kali oleh Prof. Dr. Teuro Higa dari Universitas Ryukyus, Jepang. Larutan EM4 ini berisi mikroorganisme fermentasi. Jumlah mikroorganisme fermentasi EM4 sangat banyak, sekitar 80 genus (Rasminto, 2019). *Effective microorganisms* (EM4) merupakan kultur campuran dari mikroorganisme yang menguntungkan yang mengandung mikroorganisme fermentasi dan sintetis yang terdiri dari bakteri asam laktat (*Lactobacillus Sp*), bakteri fotosintetik (*Rhodospseudomonas Sp*), *actinomyces Sp*, *Streptomyces SP* dan *Yeast (ragi)* dan jamur pengurai selulose (Hastuti *et al.*, 2021). Larutan EM4 memiliki kandungan mikroorganisme fermentor yang terdiri dari mikroorganisme yang dapat bekerja secara efektif dalam fermentasi bahan organik (Dinata *et al.*, 2023).

Mikroorganisme yang terdapat pada EM4 berperan aktif dalam proses fermentasi yaitu merubah selulosa menjadi alkohol dan perubahan alkohol menjadi asam asetat. Alkohol merupakan sumber karbon yang sangat diperlukan dalam pertumbuhan sel. Asam asetat adalah produk metabolit yang dimana pembentukannya bergantung pada besarnya populasi bakteri asam asetat dan ketersediaan etanol. Asam asetat inilah yang berperan dalam menurunkan keasaman pH campuran selama fermentasi (Prasetio dan Widyastuti, 2020).

Effective microorganisms (EM4) pada amofer jerami padi digunakan sebagai zat adiktif yang memiliki fungsi untuk meningkatkan efektivitas fermentasi. EM4 merupakan salah satu bentuk isolat mikroba komersial yang mengandung 90% bakteri jenis BAL, pelarut fosfat, bakteri fotosintetik dan beberapa mikroba pengurai selulosa (Pradiksa *et al.*, 2022). Penggunaan *Effective microorganisms* (EM4) pada produksi fermentasi bertujuan untuk meningkatkan efektivitas proses fermentasi. Penambahan EM4 selama proses fermentasi juga memperkaya kandungan nutrisi yang berguna untuk ternak

ruminansia (Pradiksa *et al.*, 2022). Hasil penelitian Fajarudin *et al.*, (2013) penambahan EM4 pada proses fermentasi mampu meningkatkan pertumbuhan mikroorganisme sehingga dapat bekerja secara maksimal dalam memecah sel-sel yang belum terpecah dan meningkatkan kandungan protein kasar.

2.1.9 Gula Merah

Gula merah merupakan produk yang dihasilkan oleh pemekatan nira palma termasuk kelapa yang secara tradisional melalui pemanasan atau dimasak (Hasan *et al.*, 2020). Gula merah mengandung karbohidrat kompleks dengan 368 kilo kalori. Jenis karbohidrat yang dimiliki oleh gula merah adalah glukosa dan fruktosa (Clemens, 2016). Gula Merah yang digunakan sebagai sumber glukosa yang dijadikan sumber energi bagi mikroorganisme dalam berkembang biak.

Gula merah mengandung asam amino bebas yaitu lisin, *tryptophan*, asam glutamate, asam aspartate, alanine dan glisin (Supriyani, 2020). Gula kelapa memiliki komposisi yaitu kadar air 10,92%, sukrosa 68,35%, dan gula pereduksi 6,58%. Selain itu gula kelapa juga memiliki lemak 10%, protein 1,64%, kalsium 0,76% dan fosfor 0,37% (Supriyani *et al.*, 2020).

2.2 Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini diantaranya adalah:

- H0: Kandungan protein kasar dan serat kasar amofer jerami padi tanpa penambahan *starter*, dengan penambahan *starter* MOL limbah tomat menggunakan sumber glukosa yang berbeda(gula merah dan molasses) dan EM4 menunjukkan hasil yang sama atau tidak berbeda.
- H1: Kandungan protein kasar dan serat kasar amofer jerami padi tanpa penambahan *starter*, dengan penambahan *starter* MOL limbah tomat menggunakan sumber glukosa yang berbeda(gula merah dan molasses) dan EM4 menunjukkan hasil yang berbeda.