

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN HIPOTESIS

2.1. Tinjauan Pustaka

2.1.1. Kulit Kacang Hijau

Tanaman kacang hijau ialah salah satu tanaman semusim dan digolongkan dalam suku (famili) *leguminosae*. Klasifikasi tanaman kacang hijau (*Vigna radiata* L) sebagai berikut : Kingdom : *Plantae*, Divisi : *Spermatophyta*, Kelas : *Dicotyldoneae*, Ordo : *Leguminales*, Famili : *Leguminosae*, Genus : *Phaseolus*, Spesies : *Vigna radiata* L (Ichsania, 2019). Tanaman ini berumur pendek yaitu sekitar 60 hari dan dapat dilakukan panen beberapa kali dan berahir pada hari ke-80 setelah tanam (Aidah, 2020). Menurut data Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Jawa Tengah tahun 2022 luas lahan panen kacang hijau sekitar 34.095,60 hektar dan di Kabupaten Banyumas sendiri luasan lahan panen kacang hijau yaitu sekitar 256,90 hektar (BPS 2022). Luasan panen tersebut akan menghasilkan produk limbah yang melimpah. Produk limbah kacang hijau yang melimpah salah satunya yaitu kulit kacang hijau.

Limbah kacang hijau seperti kulit kacang hijau dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak ruminansia (Hasanah, 2020). Menurut Krishaditersanto R (2022) kulit kacang hijau memiliki kandungan nuriem sebagai berikut : Bahan Kering (BK): 89,76% ; Protein Kasar (PK): 2,95 %, Serat Kasar (SK): 53,94%, Lemak Kasar (LK): 0,27%, dan Abu: 9,98. Menurut Lokapirnasari *et al.*, (2018) penggunaan 1% bakteri *Lactococcus* *sp.* dan 1% *Lactobacilus* *sp.* yang terdapat pada proses fermentasi dapat meningkatkan nilai nutrisi di limbah kulit kacang yang dapat digunakan sebagai alternatif bahan pakan ternak. Penggunaan 1% *Lactococcus* *sp.* dapat meningkatkan BETN sebesar 4,38%, sedangkan penggunaan 1% *Lactobacilus* *sp.* dapat meningkatkan BETN sebesar 3,92%.

2.1.2. Fermentasi

Fermentasi merupakan suatu cara pengolahan secara *anaerob* dengan memanfaatkan peran mikroorganisme untuk menguraikan senyawa kompleks menjadi sederhana yang menghasilkan kualitas fisik dan mengurangi antinutrisi serta meningkatkan palatabilitas (Christi *et al.*, 2018). Proses fermentasi bertujuan untuk meningkatkan nilai nutrisi (Rihadini *et al.*, 2017). Fermentasi dapat meningkatkan nilai gizi bahan berkualitas rendah serta berfungsi dalam pengawetan bahan pakan yang terkandung dalam suatu bahan pakan (Novianty, 2014). Menurut Novianty (2014) penurunan bahan kering suatu bahan pakan dipengaruhi oleh respirasi dan fermentasi. Respirasi akan menyebabkan kandungan nutrisi banyak yang terurai sehingga akan menurunkan bahan kering, sedangkan fermentasi akan menghasilkan asam laktat dan air lebih.

Menurut penelitian Suningsih *et al.* (2019) fermentasi pada bahan pakan kering dapat meningkatkan kandungan nutrisi seperti protein kasar sebesar 3-5% dan menurunkan serat kasar sebesar 1-10%. Percepatan fermentasi serta pertumbuhan berbagai mikroorganisme memerlukan nutrisi tambahan, selain karbohidrat, mikroorganisme juga membutuhkan mineral dan nitrogen yang cukup untuk dapat berkembang dan produksi secara optimal (Akbar *et al.*, 2015).

2.1.3. Mikroorganisme Lokal

Mikroorganisme Lokal (MOL) adalah larutan hasil fermentasi yang berbahan dasar dari berbagai sumber daya yang tersedia dari limbah rumah tangga organik, hasil pertanian, maupun perkebunan (Jeksen dan Mutiara, 2018). Menurut Kurniawan (2018) beberapa bahan utama dalam pembuatan MOL terdiri dari tiga jenis komponen dasar, yaitu :

- a. Karbohidrat: air cucian beras (tajin), nasi basi, singkong, kentang, gandum, dan dedak padi.
- b. Glukosa: cairan gula pasir, cairan gula merah, air kelapa dan molases.
- c. Sumber bakteri: sampah dapur yang mudah membusuk, seperti sayur-sayuran busuk, buah-buahan busuk, bonggol pisang, eceng gondok, dll.

Pendapat lain menurut Firdaus dalam Huda (2020) dalam pembuatan MOL dibutuhkan tiga bahan utama yaitu sumber karbohidrat yang berfungsi sebagai sumber energi bagi mikroorganisme, biasanya diperoleh dari air cucian beras, singkong, gandum, nasi basi dan dedak padi. Berikutnya sumber glukosa yang berfungsi sebagai sumber energi dan mudah dimakan oleh mikroorganisme; diantaranya dari gula pasir, molases, gula merah, air kelapa, air nira. Bahan yang terakhir, sumber mikroorganisme dimana tempat berasalnya mikroorganisme yang akan digunakan, sayur dan buahan busuk. Sumber karbohidrat selain digunakan sebagai sumber energi juga digunakan sebagai media pengembangbiakan MOL, ditinjau dari jumlah koloni bakteri. Pembuatan MOL juga memerlukan sumber glukosa. Sumber glukosa sendiri berfungsi sebagai sumber energi yang bersifat spontan bagi mikroorganisme, dimana lebih mudah dimakan oleh mikroba tersebut. Menurut Yunilas *et al.* (2022) MOL berbasis limbah sayur sebagai bioaktivator dalam fermentasi terbukti memiliki potensi dan mampu menghasilkan lama pemeraman terbaik pada hari ke 14.

2.1.4. Limbah Tomat

Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.) merupakan tanaman sayuran yang termasuk dalam famili *Solanaceae*. Dalam ilmu botani tanaman tomat diklasifikasikan sebagai berikut; Kingdom: *Plantae*, Divisi: *Spermatophyta*, Subdivisi: *Angiospermae*, Kelas: *Dicotyledoneae*, Ordo: *Tubiflora*, Famili: *Solanaceae*, Genus: *Lycopersicon*, Spesies: *Lycopersicon esculentum* (Nurdiana, 2017). Jenis sayuran ini memiliki sifat cepat busuk bila tidak segera diolah dan akan berakhir menjadi limbah (Deasy dan Widiyaningrum, 2016). Limbah tomat dapat digunakan sebagai media biakan (inokulan) bagi mikroorganisme lokal (MOL) tertentu yang mampu mendegradasi bahan-bahan organik (Priskila *et al.*, 2022). Tomat yang telah busuk dapat menjadi media yang baik untuk pertumbuhan mikroorganisme pengurai (Deasy dan Widiyaningrum, 2016). Analisis proksimat kandungan gizi limbah tomat adalah: 10,73% protein; 2,81% lemak kasar, 0,19% Ca; 0,28% P; 25,19% serat kasar; 1013.14 kkal/kg energi metabolisme, dan 557,37 ppm likopen (Mahata *et al.*, 2016). Menurut Masnah

(2022) fermentasi jus limbah pasar mempengaruhi kualitas kandungan bahan kering, protein kasar, lemak kasar, dan serat kasar.

2.1.5. Molases

Molases atau tetes tebu adalah hasil samping (*by product*) pada proses pembuatan gula berwujud cairan kental yang diperoleh dari tahap pemisahan kristal gula (Rochani *et al.*, 2016). Molases merupakan sumber energi yang esensial dengan kandungan gula didalamnya, oleh karena itu molases banyak dimanfaatkan sebagai bahan tambahan untuk pakan dengan kandungan nutrisi atau zat gizi yang cukup baik. Kandungan nutrisi molases yaitu kadar air 23%, bahan kering 77%, protein kasar 4,2%, lemak kasar 0,2%, serat kasar 77%, BETN 57,1%, abu 0,25% (Larangahan *et al.* 2019 dalam Rifai, 2021). Menurut Rosyadi *et al.*, (2014) dalam Waluyo *et al.*, (2024) molases terdiri dari sebagian besar gula, asam amino dan mineral, bersifat asam dengan pH 4,5-5,6 dan kadar sukrosa 25-40%. Molases masih mengandung senyawa nitrogen, *trace element* dan kandungan gula yang cukup tinggi terutama kandungan sukrosa sekitar 34% dan kandungan total karbon sekitar 37% (Priandika, 2017). Molases sering digunakan sebagai bahan pakan sebagai sumber energi dan meningkatkan palatabilitas, aktivitas mikroba rumen, sintesis protein mikroba (Yanuartono *et al.*, 2019).

Komposisi penting dalam molases adalah TSAI (*Total Sugar as Inverti*) yaitu gabungan dari sukrosa dan gula reduksi atau jumlah total gula yang terdapat dalam suatu larutan dihitung sebagai gula reduksi setelah larutan tersebut diinversi. Molases memiliki TSAI antara 50-65%, angka ini sangat penting bagi industri fermentasi karena semakin besar TSAI akan semakin menguntungkan (Kuswuruj 2009 dalam Rochani *et al.*, 2016). Menurut Simanjutak 2009 dalam Alridho (2024) keuntungan molases untuk pakan yaitu kadar karbohidrat tinggi (48-60% sebagai gula), kadar mineral cukup dan disukai ternak (Yudhith 2010 dalam Alridho, 2024). Menurut Gazali (2014) pakan berbahan limbah pertanian yang ditambah sumber karbohidrat seperti molases *liquid* dengan difermentasi berpengaruh nyata terhadap kandungan nutrisi seperti lemak kasar dan BETN.

2.1.6. Gula Merah

Gula merah merupakan jenis gula yang dibuat dari air nira yang berasal dari kelapa, aren, lontar, nipah yang dibuat dalam berbagai bentuk (Fitri, 2019). Gula merah mengandung berbagai nutrisi seperti karbohidrat dalam bentuk sukrosa yang menjadi sumber energi, mineral, vitamin (B1,B2,B6), serat dan antioksidan. Gula merah memiliki kandungan protein 2,12%; karbohidrat 47,37%; lemak 0,07% (Wijaya *et al.*, 2020). Gula merah dapat dijadikan sumber glukosa sebagai sumber utama dalam pembuatan MOL (Kurniawan, 2018). Menurut Yunilas, *et al.* (2022) kandungan gula larutan MOL berfluktuasi sekitar 5-6%, dan fermentasi berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap kandungan glukosa dalam larutan MOL. Beberapa bakteri asam laktat (BAL) pada proses fermentasi secara anaerob mampu bertahan hidup pada pH rendah dengan kondisi dorman dan dapat aktif kembali jika ditambahkan nutrisi pada media cair (larutan MOL) seperti penambahan gula mudah larut (Yunilas, *et al.* 2022).

2.1.7. *Effective Microorganism 4* (EM4)

Effective Microorganism (EM4) merupakan kultur campuran yang berisi berbagai bakteri fermentasi seperti *Lactobacillus sp*, pelarut fosfat, bakteri fotosintetik, *Streptomyces sp*, jamur pengurai selulosa dan ragi yang berperan dalam merombak makromolekul bahan organik seperti karbohidrat, lemak, dan protein menjadi molekul penyusun yang lebih sederhana (Megawati dan Aji, 2015). Bentuk EM4 berupa cairan yang berwarna kecoklatan dan beraroma segar (Anwar dan Nurbaeti, 2021). Penggunaan mikroorganisme untuk keberhasilan proses fermentasi dapat berasal dari berbagai inokulan. Salah satu inokulan yang dapat digunakan yaitu EM4 yang bermanfaat untuk meningkatkan kualitas pakan (Allaily *et al.*, 2023). Menurut Fadhilah, *et al.* (2023) penambahan EM4 dalam fermentasi pakan ternak mempengaruhi karakteristik pakan seperti warna, jumlah jamur dan tekstur.

Dalam EM4 terdapat mikroorganisme berupa *Lactobacillus* yang bermanfaat untuk memfermentasi bahan organik menjadi senyawa asam laktat, bakteri *photosyntetic* yang berfungsi menyerap gas beracun dan panas dari proses

fermentasi (Wina 2005 dalam Fadhilah, *et al.* 2023). Menurut Seran *et al.*, (2020) fermentasi limbah pertanian terhadap kandungan bahan kering menggunakan EM4 berpengaruh sangat nyata terhadap peningkatan kandungan organik dan memberi dampak pada peningkatan kandungan bahan kering.

2.1.8. Bahan Kering

Bahan kering adalah salah satu bagian dari hasil pembagian fraksi yang berasal dari bahan pakan setelah dikurangi kadar airnya (Pelealu, 2022). Kadar air adalah persentase kandungan air suatu bahan yang dapat dinyatakan berdasarkan berat basah (*wet basis*) atau berat kering (*dry basis*) (Immawatiri, 2014). Menurut Sutardi (2003) dalam Mukhlis (2017) pada prinsipnya bahan pakan terdiri atas air dan bahan kering. Bahan kering terdiri atas bahan organik dan bahan anorganik yaitu bahan organik dipecah kembali menjadi zat-zat makanan yang lebih sederhana (Febriana, 2018).

Menurut Septian *et al.*, (2022) kualitas fermentasi limbah pertanian menggunakan *starter* memberikan pengaruh nyata terhadap kandungan bahan kering, semakin tinggi penggunaan *starter* semakin turun kandungan bahan kering hasil fermentasinya. Penambahan *starter* yang berbentuk cair mengakibatkan peningkatan konsentrasi air pada bahan fermentasi. Selain itu penurunan kandungan bahan kering diduga diakibatkan oleh aktivitas mikroba yang memanfaatkan bahan organik untuk kebutuhan energinya. Menurut Kuncoro *et al.*, (2015) dalam Septian *et al.*, (2022) penurunan kadar bahan kering pakan fermentasi terjadi karena hilangnya bahan kering yang digunakan bakteri untuk terus menjalankan aktivitasnya. Menurut Siswinarti (2023) proses fermentasi terjadi melalui serangkaian reaksi bahan kimia yang mengubah bahan kering substrat menjadi energi (panas), molekul air (H_2O), dan CO_2 . Bahan kering dapat berkurang karena proses ini. Perubahan bahan kering dapat disebabkan oleh proses dekomposisi substrat dan perubahan kadar air (Faharuddin, 2014).

2.1.9. Bahan Organik

Bahan organik adalah bagian dari bahan kering (Fathul 2010 dalam Nugroho *et al.*, 2020). Bahan organik antara lain protein, karbohidrat, lemak dan vitamin. Bahan organik yang berada dalam pakan tersedia dalam bentuk tidak larut (Suardin *et al.*, 2014). Bahan organik utamanya berasal dari golongan karbohidrat, yaitu BETN dengan komponen penyusun utama pati dan gula yang digunakan oleh bakteri untuk menghasilkan asam laktat. Bahan organik yang terkandung dalam bahan pakan, protein, lemak, serat kasar, bahan ekstrak tanpa nitrogen, sedang bahan anorganik seperti calsium, phospor, magnesium, kalium, natrium. Menurut Suningsih *et al.*, (2019) penambahan berbagai *starter* dalam proses fermentasi limbah pertanian menunjukkan kualitas fisik yang sama dan mampu memperbaiki kualitas nutrisi limbah pertanian.

Kandungan bahan organik ini dapat diketahui dengan melakukan analisis proximat dan analisis terhadap vitamin dan mineral untuk masing masing komponen vitamin dan mineral yang terkandung didalam bahan yang dilakukan di laboratorium dengan teknik dan alat yang spesifik (Novianty N, 2014). Analisis proximat merupakan suatu metode analisis kimia untuk mengidentifikasi kandungan nutrisi seperti protein, karbohidrat, lemak dan serat pada suatu zat makanan (Suleman *et al.*, 2019). Metode analisis proximat dapat menggunakan metode AOAC, metode *Association of Official Analytical Chemist* (AOAC) yaitu metode analisis proximat standar Internasional (Hadisutanto *et al.*, 2020).

2.2. Hipotesis

1. Kandungan BK dan BO fermentasi kulit kacang hijau tanpa *starter*, menggunakan *starter* MOL limbah tomat bersumber glukosa yang berbeda (gula merah dan molases) dan EM4 menunjukkan perbedaan.
2. Kandungan BK dan BO fermentasi kulit kacang hijau tanpa *starter*, menggunakan *starter* MOL limbah tomat bersumber glukosa yang berbeda (gula merah dan molases) dan EM4 tidak menunjukkan perbedaan.