

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **Kopi Robusta (*Coffea canephora*)**

Tanaman kopi termasuk dalam marga *Coffea*, suku *Rubiaceae*. Oleh Chevalier dan Wellman marga *Coffea* dibagi menjadi empat seksi, yaitu *Eucoffea*, *Argocoffea*, *Mascarocoffea*, dan *Paracoffea* (Walyaro, 1983). Populasi asal kopi robusta berpusat di daerah barat dan tengah Afrika. Penyebaran kopi robusta di Indonesia dimulai dari pulau Jawa (Berthaud dan Charrier, 1988). Kopi robusta (golongan robustoida) dicirikan dengan habitat pertumbuhan yang tegak kokoh dan lebar dengan daun dan biji berukuran lebih besar dari kopi arabika. Indonesia sebagai salah satu produsen terbesar kopi robusta setelah Brazil dan Vietnam (Hulupi, 2016).

Dalam 1 Hektar area pertanaman kopi akan memproduksi limbah segar sebesar 1,8 ton atau setara dengan 630 kg tepung limbah kering (Anonim, 2006). Buah kopi atau sering juga disebut sebagai kopi gelondong basah hasil panen memiliki kadar air antara 60-65%. Dari pengolahan kopi gelondong kering didapati 45% kulit gelondong kering yang terdiri dari kulit cangkang, lendir, dan kulit buah dengan perbandingan bobot kering 11,9 : 4,9 : 28,7 (Widyotomo, 2016). Bressani (1979) menyatakan bahwa jumlah limbah kopi yang perlu ditangani sebesar 44,6% dari berat buah kopi kering.

Kulit kopi merupakan limbah dari pengolahan biji kopi. Limbah pengolahan biji kopi antara lain kulit daging buah memiliki proporsi 48% dari berat buah kopi

gelondongan basah. Buah kopi atau sering juga disebut sebagai kopi gelondong basah hasil panen memiliki kadar air antara 60-65%. Biji kopi masih terlindung oleh kulit buah, daging buah, lapisan lendir, kulit tanduk dan kulit ari. Kulit kopi cukup potensial untuk digunakan sebagai bahan pakan ternak ruminansia. Kandungan nutrisi yang terkandung dalam kulit daging buah kopi yaitu protein kasar 5,81%, serat kasar 24,20%, lemak 1,07%, Ca 0,23%, P 0,02%, dan BETN 33,4% (Guntoro dkk., 2004).

Pemanfaatan limbah sebagai pakan ternak bertujuan untuk meningkatkan ketersediaan pakan yang ekonomis dan berkelanjutan. Limbah pertanian dan agroindustri pertanian memiliki potensi yang cukup besar sebagai sumber pakan ternak ruminansia. Beberapa limbah pertanian yang sering kita temui diantaranya jerami padi, bungkil sawit, kulit kacang, jerami jagung dan kulit kopi (Murni dkk., 2008<sup>a</sup>).

### **Fermentasi**

Fermentasi adalah disimilasi senyawa-senyawa organik yang disebabkan oleh aktivitas mikroorganisme. Disimilasi merupakan suatu proses kimia yang melepaskan energi melalui perombakan nutrisi pada proses disimilasi, senyawa substrat yang merupakan sumber energi diubah menjadi senyawa yang lebih sederhana atau tingkat energinya lebih rendah. Proses disimilasi merupakan aktivitas katabolik sel (Pelczar and Chan, 1986).

Secara umum fermentasi dibagi dalam dua model yaitu fermentasi media cair (*Liquid State Fermentation/LSF*) dan fermentasi media padat (*Solid State*

*Fermentation/SSF*). Fermentasi media cair merupakan fermentasi yang melibatkan air sebagai fase kontinu dari sistem pertumbuhan sel (Satiawiharja, 1992 disitasi oleh Murni dkk., 2008<sup>b</sup>). Fermentasi media padat adalah fermentasi yang berlangsung dalam substrat yang tidak terlarut, namun mengandung air yang cukup sekalipun tidak mengalir bebas (Dharma, 1992 disitasi oleh Murni dkk., 2008<sup>b</sup>)

Murni dkk. (2008<sup>a</sup>) menyatakan bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi fermentasi media padat diantaranya :

1) Kadar Air

Kadar optimum tergantung pada substrat, organisme dan tipe produk akhir. Kisaran kadar air yang optimal adalah 50%-70%. Kadar air yang tinggi akan menurunkan porositas, pertukaran gas, difusi oksigen, volume gas, tetapi meningkatkan resiko kontaminasi dengan bakteri yang tidak diinginkan.

2) Temperatur

Temperatur berpengaruh terhadap laju reaksi biokimia selama proses fermentasi.

3) Pertukaran Gas

Pertukaran gas antara fase gas dengan substrat mempengaruhi proses fermentasi.

Fermentasi dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu spontan dan tidak spontan. Fermentasi spontan adalah yang tidak ditambahkan mikroorganisme dalam bentuk starter atau ragi dalam proses pembuatannya, sedangkan fermentasi

tidak spontan adalah yang ditambahkan starter atau ragi dalam proses pembuatannya. Mikroorganisme tumbuh dan berkembang secara aktif merubah bahan yang difermentasi menjadi produk yang diinginkan pada proses fermentasi (Suprihatin, 2010).

Menurut Widyastuti dan Sofarianawati (1999) pemegang peran utama pada proses fermentasi pakan adalah bakteri asam laktat (BAL). Bakteri tersebut akan tetap hidup dalam keadaan anaerob sampai pakan dikonsumsi oleh ternak. Sebagian bakteri tersebut merombak selulosa dan hemiselulosa menjadi gula sederhana. Sebagian lagi menggunakan gula sederhana tersebut menjadi asam asetat, asam laktat, atau asam butirat. Bagi ternak yang mengkonsumsi pakan fermentasi, asam laktat akan diubah menjadi sumber energi. Suprihatin dan Purwitasari (2010) menambahkan terdapat empat spesies bakteri asam laktat yang penting dalam proses fermentasi yaitu *Leuconostoc mesenteroides*, *Lactobacillus brevis*, *Pediococcus pentosaceus* dan *Lactobacillus plantarum*. *Lactobacillus* merupakan mikroorganisme yang berfungsi dalam pembentukan asam laktat sehingga tidak perlu ditambah bakteri untuk memulai fermentasi. Mikroorganisme jenis *Leuconostoc* dan *Lactobacillus* dapat tumbuh cepat dengan adanya garam dan terbentuknya asam untuk menghambat mikroorganisme yang tidak diharapkan. Pertumbuhan yang cepat dari *Streptococcus thermophilus* akan menghasilkan asam laktat yang menyebabkan penurunan pH yang akan memacu pertumbuhan *Lactobacillus* (Chotimah, 2009).

## Lama Fermentasi

Lama fermentasi berpengaruh terhadap pertumbuhan mikroba. Pertumbuhan suatu mikroorganisme pada media *potato dextrose agar (PDA)* adalah pembesaran ukuran, volume dan berat sel. Sel-sel tersebut terus membelah secara cepat. Selama kondisi optimum, pertumbuhan dan pembelahan sel berlangsung sampai sejumlah besar populasi sel terbentuk (Buckle *et al.*, 1985).

Berdasarkan laju pertumbuhan mikroorganisme ada empat fase, yaitu fase lag, fase log, fase stasioner, dan fase kematian. Pengertian fase lag adalah fase peningkatan aktivitas mikroorganisme untuk menyiapkan proses pembelahan sel, namun belum terjadi penambahan jumlah sel dalam populasi. Fase log adalah fase peningkatan jumlah mikroorganisme secara eksponensial. Fase stasioner adalah fase penghentian dalam peningkatan jumlah mikroorganisme secara eksponensial. Pada fase eksponensial, terjadi keseimbangan antara jumlah mikroba yang mati dengan jumlah mikroba yang hidup. Fase terakhir adalah fase kematian, merupakan fase penurunan jumlah mikroba secara logaritmik (Tortora *et al.*, 2010).

Deliani (2008) menyatakan bahwa semakin lama fermentasi maka mikroorganisme yang memecah substrat akan semakin banyak sehingga kemampuan mikroorganisme menghasilkan asam laktat akan semakin tinggi. Dalam penelitian Probowati dkk. (2012) menunjukkan bahwa lama fermentasi dapat meningkatkan *Volatile Fatty Acid (VFA)* dan Amonia ( $\text{NH}_3$ ) pakan limbah pertanian.

## **Gula Merah**

Gula merah adalah jenis gula yang dibuat dari nira, yaitu cairan yang dikeluarkan dari bunga pohon dari keluarga palma, seperti kelapa, aren, dan siwalan. Bunga yang belum mekar diikat kuat pada bagian pangkalnya sehingga proses pemebaran bunga menjadi terhambat. Sari makanan yang seharusnya dipakai untuk pemebaran bunga menumpuk menjadi cairan gula. Hal ini menyebabkan pembengkakan pada bagian yang diikat. Setelah itu batang bunga yang membengkak dipotong sehingga mengeluarkan cairan yang disebut nira. Kemudian nira yang sudah terkumpul direbus hingga kental dan dicetak (Dachlan, 1984).

Muchtadi dkk. (2010) menyatakan bahwa gula merah yang paling banyak terdapat dipasaran adalah gula aren dan gula kelapa. Gula aren berasal dari nira pohon aren yang diperoleh dengan penyadapan tangkai bunganya dan dapat mulai disadap pada umur 5-12 tahun. Tiap tanaman dapat disadap selama 3 tahun dan tiap tahun dapat disadap 3-4 tangkai bunga. Gula kelapa berasal dari nira pohon kelapa yang diperoleh dari hasil penyadapan tandan bunga (mayang) kelapa. Kelapa ini mulai dapat disadap umur 6-8 tahun serta lamanya saat disadap 25-30 tahun, pengambilan nira yaitu dengan cara memotong tangkai bunganya .

Gula merah dalam proses fermentasi digunakan sebagai sumber bahan makanan bagi bakteri selama proses fermentasi berlangsung. Bakteri akan menggunakan sumber karbohidrat sebagai sumber makannya. Ketika sumber karbohidrat di dalam medium telah habis terpakai, maka bakteri beralih

menggunakan sumber nitrogen. Penambahan karbohidrat dimaksudkan untuk mempercepat terbentuknya asam laktat serta menyediakan sumber energi yang cepat tersedia bagi bakteri (Eko dkk., 2012).

### ***Indigenous Microorganism (IMO)***

*Indigenous microorganism (IMO)* atau mikroorganisme lokal (MOL) adalah mikroorganisme yang terbuat dari bahan-bahan alami sebagai medium berkembangnya mikroorganisme yang berguna untuk mempercepat penghancuran bahan organik (Panudju, 2011). Menurut Mukti (2008) mikroorganisme pengurai kebanyakan hidup secara saprofit yaitu menggunakan sisa-sisa tumbuhan dan hewan sebagai substrat dan sumber energi untuk perkembangannya. Mikroorganisme yang tumbuh dan berkembang pada suatu bahan dapat menyebabkan berbagai perubahan pada fisik maupun komposisi kimia, seperti adanya perubahan warna, pembentukan endapan, kekeruhan, pembentukan gas, dan bau asam (Hidayat dkk., 2010).

Mulyono (2014) menyatakan bahwa perbanyakan *indigenous microorganism (IMO)* memerlukan air kemudian bahan yang mengandung glukosa/gula seperti gula pasir, gula merah, air kelapa atau batang tebu. Selanjutnya diperlukan bahan yang mengandung karbohidrat/tepung seperti air cucian beras, limbah nasi, singkong, jagung atau ubi. Terakhir adalah bahan yang kandungan mikroba pengurainya sudah tinggi seperti buah-buahan busuk, nasi basi, batang pisang yang sudah busuk, dan sebagainya bahkan bahan organik yang belum busuk pun bisa dimanfaatkan seperti rebung, sabut kelapa, atau bahan organik lainnya.

*Indigenous microorganism (IMO)* dapat diisolasi dari tanah rumpun bambu menggunakan nasi dan dicampur dengan gula aren kemudian difermentasi selama satu minggu (Krishnayanti dkk., 2010). Rhizosfer bambu memiliki keragaman mikroorganisme yang tinggi (Susanti, 2015). Puspitasari (2016) menyatakan bahwa pada rhizosfer bambu talang terdapat jamur *Penicillium*, *Aspergillus*, *Pestalotia*, *Trichoderma*, *Dactylium*, dan *Paecilomyces*, sedangkan menurut Aggarwal *et al.* (2010) pada rhizosfer tanaman bambu sehat ditemukan cendawan antagonis seperti *Aspergillus*, *Penicillium*, dan *Trichoderma*. Mikroorganisme pada serasah daun bambu dapat dikembangkan sebagai biodekomposer. Mikroorganisme tersebut adalah *Saccharomyces Cerrevisiae*, *Lactobacillus sp* serta jamur *Aspergillus sp* (Rao and Subba, 1994).

Faktor-faktor yang menentukan kualitas larutan *IMO* antara lain media fermentasi, kadar bahan baku atau substrat, bentuk dan sifat mikroorganisme yang aktif di dalam proses fermentasi, pH, temperatur, dan lama fermentasi (Mulyono, 2014). Rao (2010) menyatakan bahwa suhu pertumbuhan bakteri adalah pada kisaran 15-45°C, sedangkan pada suhu mesofil (25-35°C) pertumbuhan paling banyak. Derajat keasaman (pH) yang optimum pada pertumbuhan bakteri antara 6,5-7,5.

### **Bakteri Asam Laktat (BAL)**

Bakteri asam laktat (BAL) yaitu kelompok bakteri gram positif, katalase negatif yang dapat memproduksi asam laktat dengan cara memfermentasi karbohidrat, selnya berbentuk kokus, tersusun berpasangan atau berbentuk rantai, tidak bergerak, tidak berspora, anaerob fakultatif, bersifat non motil dan mesofil



(Ray and Bhunia, 2004). Bakteri asam laktat yang menghasilkan dua molekul asam laktat dari fermentasi glukosa termasuk didalam kelompok bakteri asam laktat bersifat homofermentatif, sedangkan bakteri asam laktat yang menghasilkan satu molekul asam laktat dan satu molekul etanol serta satu molekul karbon dioksida dikenal dalam kelompok bakteri asam laktat bersifat heterofermentatif (Reddy *et al.*, 2008).

Bakteri asam laktat menghasilkan antibakteri berupa asam organik, bakteriosin, metabolit primer, hidrogen peroksida, diasetil, karbondioksida, asetaldehid dan menurunkan pH lingkungannya dengan mengeksresikan senyawa yang mampu menghambat bakteri patogen. Beberapa genera yang memproduksi bakteriosin dan mempunyai aktivitas hambat besar terhadap pertumbuhan beberapa bakteri pathogen adalah *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Streptococcus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus*, *Bifidobacterium* dan *Propionibacterium* terdapat di dalam saluran pencernaan (Usmiati, 2012).

### **Analisis Proksimat**

Analisis proksimat pertama kali dikembangkan di *Weende Experiment Station* Jerman oleh Henneberg dan Stockmann. Analisis ini sering juga dikenal dengan analisis *WEENDE*. Analisis proksimat menggolongkan komponen yang ada pada bahan pakan berdasarkan komposisi kimia dan fungsinya yaitu : air (*moisture*), abu (*ash*), protein kasar (*crude protein*), lemak kasar (*ether extract*), dan bahan ekstrak tanpa nitrogen (*nitrogen free extract*) (Suparjo, 2010). Metode analisis proksimat meliputi kadar abu dengan metode pengabuan kering (*dryashing*) , kada air dengan metode oven, kadar lemak dengan metode soxhlet ,

kadar protein dengan metode kjeldahl dan karbohidrat dengan metode by different (AOAC, 2005).

Analisis proksimat memiliki beberapa keunggulan yakni merupakan metode umum yang digunakan untuk mengetahui komposisi kimia suatu bahan pangan, tidak membutuhkan teknologi yang canggih dalam pengujiannya, menghasilkan hasil analisis secara garis besar, dapat menghitung nilai total digestible nutrient (TDN) dan dapat memberikan penilaian secara umum pemanfaatan dari suatu bahan pangan. Analisis proksimat juga memiliki beberapa kelemahan diantaranya tidak dapat menghasilkan kadar dari suatu komposisi kimia secara tepat, tidak dapat menjelaskan tentang daya cerna serta tekstur dari suatu bahan pangan (Suparjo, 2010).

### **Protein Kasar**

Sudarmono dan Sugeng (2008) meyakini bahwa protein merupakan komponen penting yang diperlukan ternak. Protein berguna untuk memperbaiki dan mengganti sel yang rusak dan juga dapat digunakan menjadi sumber energi jika diperlukan. Kebutuhan protein dicukupi dari pemberian pakan. Jika kebutuhan protein tidak tercukupi maka akan mengakibatkan gangguan proses pertumbuhan, sedangkan ternak dewasa membutuhkan protein untuk mengganti jaringan tubuh yang rusak dan untuk produksi. Kandungan protein pada bahan pakan yang dibutuhkan minimal 13%-19% tergantung pada kondisi hewan ternak.

Protein merupakan salah satu zat makanan yang berperan dalam penentuan produktivitas ternak. Jumlah protein dalam pakan ditentukan dengan kandungan

nitrogen bahan pakan kemudian dikali dengan faktor protein 6,25. Angka 6,25 diperoleh dengan asumsi bahwa protein mengandung 16% nitrogen. Kelemahan analisis proksimat untuk protein kasar itu sendiri terletak pada asumsi dasar yang digunakan. Pertama, dianggap bahwa semua nitrogen bahan pakan merupakan protein, kenyataannya tidak semua nitrogen berasal dari protein dan kedua, bahwa kadar nitrogen protein 16%, tetapi kenyataannya kadar nitrogen protein tidak selalu 16% (Soejono, 1990). Menurut Siregar (1994) senyawa-senyawa non protein nitrogen dapat diubah menjadi protein oleh mikrobia, sehingga kandungan protein pakan dapat meningkat dari kadar awalnya. Sintesis protein dalam rumen tergantung jenis makanan yang dikonsumsi oleh ternak. Jika konsumsi Nitrogen (N) makanan rendah, maka N yang dihasilkan dalam rumen juga rendah. Jika nilai hayati protein dari makanan sangat tinggi maka ada kemungkinan protein tersebut didegradasi di dalam rumen menjadi protein berkualitas rendah.

Pamungkas dkk. (2014) menyatakan bahwa kadar protein kulit kopi meningkat sejalan dengan waktu fermentasi. Hal ini terjadi karena semakin lama fermentasi mikroorganisme semakin banyak sehingga pemecahan substrat menjadi optimal. Sependapat dengan Siswati dkk. (2010) yang menyatakan bahwa semakin lama waktu fermentasi semakin besar pula kadar protein yang dihasilkan, karena mikroorganisme dapat merombak substrat menjadi protein tubuh.

### **Serat Kasar**

Komposisi pakan ternak ruminansia yang utama adalah serat yang didapat dari hijauan atau limbah industri pertanian. Serat dalam ransum pakan ruminansia berguna untuk pencernaan alami dalam pencernaan ternak (Ratnakomala, 2009).

Sudarmono dan Sugeng (2008) menyatakan bahwa serat kasar yang harus diberikan kepada ternak sapi minimal 13% dari total bahan kering ransum pakan.

Serat kasar terdiri dari selulosa, hemiselulosa, dan lignin, dimana kandungan serat kasar dipengaruhi spesies, umur dan bagian tanaman. Kematangan fisik hijauan mempengaruhi kandungan lignin. Proses lignifikasi lebih banyak menghambat pencernaan dinding sel rumput daripada legum. Tingginya kandungan lignin pada bahan pakan akan berpengaruh terhadap kerja enzim mikroba rumen dalam mencerna zat-zat makanan di dalam rumen (Sutardi dkk., 1993).

Lignin berperan memperkuat struktur dinding sel dengan mengikat selulosa dan hemiselulosa yang sulit dicerna oleh mikroorganisme rumen. Selulosa dan hemiselulosa merupakan komponen utama penyusun dinding sel tanaman dan hampir tidak pernah ditemui dalam keadaan murni di alam, melainkan berikatan dengan bahan lain yaitu lignin yang membentuk lignoselulosa dan lignohemiselulosa. Selulosa dan hemiselulosa pada kompleks lignoselulosa dan lignohemiselulosa tidak dapat dihidrolisis oleh enzim selulase dan hemiselulase kecuali bila ikatan kompleks ini bisa diregangkan (Murni dkk., 2008<sup>b</sup>).

Tai dkk. (2015) menyatakan bahwa kadar hemiselulosa kulit kopi menurun sejalan dengan lamanya fermentasi. Lama fermentasi juga meningkatkan kadar *acid detergent fiber (ADF)*, *neutral detergent fiber (NDF)*, selulosa dan lignin kulit kopi serta merubah fraksi serat kulit kopi.

### **Lemak Kasar**

Lemak merupakan sekelompok besar molekul-molekul alam yang terdiri atas unsur-unsur karbon, hidrogen, dan oksigen meliputi asam lemak, malam, sterol, vitamin-vitamin yang larut di dalam lemak (contohnya A, D, E, dan K), monogliserida, digliserida, fosfolipid, glikolipid, terpenoid (termasuk di dalamnya getah dan steroid) dan lain-lain. Lemak secara khusus menjadi sebutan bagi minyak hewani pada suhu ruang, lepas dari wujudnya yang padat maupun cair, yang terdapat pada jaringan tubuh yang disebut adiposa (Poedjiadi, 1994).

Kadar lemak dalam bahan makanan dapat ditentukan dengan metoda ekstraksi beruntun di dalam alat soxhlet, menggunakan pelarut lemak seperti petroleum benzene atau ether. Ekstraksi dilakukan berturut-turut selama beberapa jam dengan dipanaskan. Setelah diperkirakan selesai cairan pelarut diuapkan dan residu yang tertinggal ditimbang dengan teliti kemudian dihitung dengan rumus yang sudah ditentukan (Sediaoetama, 2012).

### **Kadar Air**

Kadar air dalam pakan menentukan kesegaran dan daya simpan pakan, kadar air yang tinggi mengakibatkan mudahnya bakteri, kapang, dan khamir untuk berkembang biak, sehingga akan terjadi perubahan pada pakan. Kadar air setiap bahan berbeda tergantung pada kelembaban suatu bahan pakan. Semakin lembab tekstur suatu bahan pakan, maka akan semakin tinggi persentase kadar air yang terkandung di dalamnya. Kadar air adalah persentase kandungan air suatu bahan pakan yang dapat dinyatakan berdasarkan berat basah atau berdasarkan berat

kering. Kadar air juga salah satu karakteristik yang sangat penting pada bahan pakan, karena air dapat mempengaruhi penampakan, tekstur, dan palabilitas bahan pakan (Winarno, 2004).

Prinsip metode penetapan kadar air dengan oven biasa atau Thermogravimetri yaitu menguapkan air yang ada dalam bahan dengan cara dipanaskan pada suhu 105°C. Penimbangan bahan dengan berat konstan yang berarti semua air sudah diuapkan dan cara ini relatif mudah dan murah. Penentuan kadar air dengan menggunakan metode oven menurut Sudarmadji (2007) memiliki beberapa kelemahan yaitu sebagai berikut:

- 1 Bahan yang dapat mengikat air secara kuat sulit melepaskan airnya meskipun sudah dipanaskan.
- 2 Bahan lain disamping air juga ikut menguap dan ikut hilang bersama dengan uap air misalnya alkohol, asam asetat, minyak atsiri dan lain-lain.
- 3 Dapat terjadi reaksi selama pemanasan yang menghasilkan air atau zat mudah menguap. Contohnya gula mengalami dekomposisi atau karamelisasi, lemak mengalami oksidasi.

### **Hipotesis Penelitian**

Semakin lama waktu fermentasi, kadar serat kasar kulit kopi semakin rendah dan kadar protein kulit kopi semakin tinggi.