

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara agraris dimana sebagian besar penduduk Indonesia bekerja di sektor pertanian atau bermata pencaharian sebagai petani, peternak, dan nelayan. Terutama di dukung oleh iklim tropis, curah hujan yang tinggi, dan kesuburan tanahnya. Salah satunya, tanaman jenis palawija yang memiliki sumber karbohidrat terbesar. Jenis palawija yang menjadi sumber karbohidrat terbesar adalah singkong/ubi kayu.

Ubi kayu banyak di manfaatkan sebagai bahan pangan sumber karbohidrat 54,2%, tepung tapioka 19,70%, pakan ternak 1,80%, non pangan 8,50%, dan diekspor 15,80%. Pemanfaatan ubi kayu untuk di jadikan pakan ternak dan tepung tapioka masih sangat minim. Oleh karena itu, harus dilakukan pengembangan yang dapat meningkatkan produksi tepung tapioka dan pakan ternak dengan bahan baku ubi kayu. (Vidyana dkk, 2019).

Ubi kayu yang di produksi menjadi tepung tapioka memiliki hasil akhir berupa limbah padat dan cair. Limbah padat dari hasil produksi tepung tapioka yaitu, kulit ubi kayu, dan onggok tapioka. Setiap ton ubi kayu dapat menghasilkan 250 kg tepung tapioka dan 114 kg onggok. Hal ini mendukung produksi pakan ternak dari ubi kayu. Onggok tapioka memiliki kandungan protein yang sangat rendah setelah menjadi bahan akhir dari pembuatan tepung tapioka. Tetapi, kandungan serat kasar pada onggok tapioka sangat besar. Hal ini tentunya menyebabkan onggok tapioka sulit untuk dicerna oleh ternak. Karena hewan jenis unggas memiliki alat fermentor yang berada di bagian akhir. Apabila tidak ada penanganan terhadap onggok tapioka dapat menyebabkan berbagai masalah di lingkungan hidup. Mulai dari masalah pencemaran lingkungan dan masalah

kesehatan. Karena onggok tapioka yang terurai akan mengeluarkan bau yang tidak sedap dan mengundang datangnya hewan pembawa penyakit.

Permasalahan dari onggok tapioka yaitu rendahnya kandungan protein yang ada dalam onggok tapioka. Kandungan nutrisi pada onggok yaitu protein kasar 1,88%; serat kasar 15,62%; lemak kasar 0,25%; Bahan Ekstrak Tanpa Nitrogen 81,10%. Kandungan nutrisi yang rendah pada onggok tapioka mengharuskan adanya perlakuan untuk meningkatkan nutrisi pada onggok tapioka. Untuk meningkatkan nutrisi pada onggok tapioka yaitu dengan cara fermentasi (Wizna dkk, 2009).

Pada penelitian ini, mencoba memanfaatkan ragi tempe karena dalam ragi tempe terdapat jenis kapang yang berperan dalam proses fermentasi dan bahan alternatif yang murah, efisien dan ragi adalah bahan non patogen. Dalam ragi tempe jenis mikroba yang paling dominan adalah kapang *Rhizopus oligosporus* dan *Rhizopus oryzae* yang dapat meningkatkan kandungan protein onggok dan menurunkan kandungan HCN (Obloh dkk, 2002).

Pada penelitian purwanti (2012) tentang kualitas onggok tapioka yang difermentasi menggunakan *Aspergillus niger* penambahan kapang jenis *Aspergillus niger* sebanyak 2% yang difermentasi selama 6 hari dapat meningkatkan kandungan protein kasar dari 5,66% menjadi 13,9% dan menurunkan kandungan Bahan Ekstrak Tanpa Nitrogen (BETN) dari 89,05% menjadi 79,97%.

Berdasarkan beberapa uraian diatas maka perlu dilakukan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui penggunaan jenis kapang yang berbeda dengan menggunakan ragi tempe untuk meningkatkan kandungan protein dan untuk meningkatkan persediaan bahan pakan ternak.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh jumlah ragi tempe dan lama fermentasi terhadap kandungan nutrisi pada onggok tapioka yang dijadikan sebagai pakan ternak.

1.3 Kegunaan Penelitian

1. Penelitian diharapkan dapat memberikan informasi kepada masyarakat dan peternak bagaimana cara memanfaatkan onggok tapioka untuk dijadikan pakan ternak.
2. Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan tinggi program Sarjana (S1) di Fakultas Pertanian Universitas Islam Sumatera Utara dan untuk mendapatkan gelar Sarjana Pertanian (SP)

1.4 Hipotesis Penelitian

1. Diduga ada pengaruh jumlah ragi tempe terhadap peningkatan kandungan nutrisi pada onggok tapioka.
2. Diduga ada pengaruh lama fermentasi berpengaruh terhadap peningkatan kandungan nutrisi pada onggok tapioka.
3. Diduga ada pengaruh interaksi jumlah ragi tempe dan lama waktu fermentasi terhadap peningkatan kandungan nutrisi pada onggok tapioka.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Fermentasi

Fermentasi adalah proses penyiapan substrat, menambahkan mineral, menanamkan mikroba, dilanjutkan proses inkubasi pada suhu dan waktu tertentu dengan keadaan *aerob/anaerob* dengan tujuan untuk meningkatkan kandungan nutrisi (Pasaribu, 2007).

Menurut Madigan (2011), fermentasi adalah penguraian senyawa-senyawa organik untuk menghasilkan energi dan penguraian substrat menjadi bahan baru oleh mikroba dan menghasilkan perubahan bahan organik melalui enzim. Prinsip dasar fermentasi yaitu membuat pertumbuhan mikroorganisme dan aktivitas metabolisme yang akan dikembangbiakkan dengan tujuan agar mikroba mengubah sifat dari suatu bahan juga menekan pembusukan dari mikroba patogen (Fatimah, 2023).

Fermentasi adalah cara untuk meningkatkan kualitas onggok tapioka selama proses fermentasi terjadinya detoksifikasi pada zat antinutrisi dalam substrat, terjadinya peningkatan aroma, rasa, tekstur, dan untuk peningkatan daya simpan pakan. Keberadaan sumber karbon dan nitrogen terutama asam amino diperlukan untuk pertumbuhan hifa. *Rhizopus* dengan cepat tumbuh dan menghabiskan sumber karbon yang dapat difermentasi sehingga dapat menghambat pertumbuhan kapang kompetitor jika ada. Kapang tempe bersifat aerobik, apabila proses fermentasi kekurangan oksigen maka pertumbuhan *Rhizopus* sp. akan terhambat dan menstimulasi pertumbuhan bakteri pembusuk. Oksigen yang terlalu banyak juga tidak diharapkan karena menyebabkan metabolisme terlalu cepat sehingga suhu naik dan pertumbuhan *Rhizopus* sp. terhambat. Oksigen yang terlalu banyak juga menyebabkan sporulasi (Pitriyatin, 2010).

Proses fermentasi secara tradisional dilakukan dengan menggunakan mikroorganisme yang berada pada bahan baku. Fermentasi tradisional dapat dilakukan dengan menginokulasikan produk fermentasi yang sudah jadi (*backslopping*) atau menggunakan wadah yang digunakan pada proses fermentasi tanpa dilakukan pembersihan (Nuraida, 2022).

Proses fermentasi tidak hanya mengubah sifat sensori dan gizi, tetapi mikroorganisme yang tumbuh selama proses fermentasi juga dapat menghasilkan senyawa yang memiliki aktivitas biologis. Dalam fermentasi bahan pakan nabati, pertumbuhan Bakteri Asam Laktat (BAL) meningkatkan konversi senyawa fenolik seperti flavonoid menjadi metabolit yang lebih aktif dengan peran enzim *glycosylhydrolase*, *esterase*, *decarboxylase*, dan *phenolic acid reductase*. Sebagai contoh dari *anthocyanidins* terbentuk *pyranoanthocyanidins* atau *3-desoxypranoantho-cyanidins* yang berperan melindungi kerusakan oksidatif dan kimia (Marco *et al.* 2017).

Jenis mikroba yang digunakan dalam proses fermentasi akan mempengaruhi produk akhir yang akan di hasilkan dari bahan pokok. Penghidrolisisan substrat dilakukan oleh mikroorganisme yang menghasilkan enzim. Kapang dapat memproduksi enzim amilase, pektinase, protease, dan lipase. Dan mendukung kapang untuk tumbuh pada bahan yang mengandung pati, pektin, dan lipid (Fibriani, 2017).

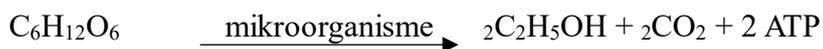
Substrat adalah tempat tumbuh untuk mikroorganisme yang akan menjadi sumber energi bagi pertumbuhan mikroba tersebut. Jumlah substrat untuk media fermentasi mempengaruhi kecepatan reaksi dari katalisis oleh enzim.

Meningkatnya kecepatan reaksi di pengaruhi lamanya waktu dan untuk menjadikan kompleks kompleks enzim substrat (Faizah, 2017).

Ph atau tingkat keasaman akan berpengaruh terhadap proses mikroorganisme untuk berkembang biak saat proses fermentasi terjadi. Ph yang baik akan membuat enzim bekerja dengan maksimal, karena setiap enzim memiliki faktor pH yang berbeda untuk bekerja secara maksimal (Anita dkk., 2013)

Suhu juga berhubungan dengan pertumbuhan mikroba pembantu fermentasi. Secara umum, mikroorganisme digolongkan menjadi 3, yaitu termofil, mesofil, psikrofil. Hal ini akan mempengaruhi proses mikroba untuk berkembang biak. Fermentasi dapat terjadi apabila terdapat faktor pendukung fermentasi terpenuhi. Faktor yang mempengaruhi proses fermentasi adalah mikroba, substrat, pH, oksigen, dan suhu. Selama proses fermentasi hal yang perlu diperhatikan adalah substrat, biokatalisator, dan produk (Fatimah, 2023).

Menurut Riadi (2007), persamaan yang umum pada proses fermentasi yaitu :



Menurut Lieke Riadi keuntungan dari fermentasi adalah sebagai berikut :

1. Investasi modal rendah dan mengurangi pengeluaran.
2. Rendahnya pemakaian air.
3. Rendahnya kebutuhan energi untuk proses fermentasi karena tidak adanya agatasi.
4. Tidak terbentuk busa karena tidak ada air berlebih selama proses fermentasi.
5. Media yang sederhana.
6. Kebutuhan ruang fermentasi lebih kecil.
7. Dapat digunakan pada skala operasi yang bervariasi.

8. Tidak dibutuhkannya aerasi.
9. Lebih mudah mengontrol kontaminasi bakteri.
10. Mengurangi induksi dan supresi dari spora.
11. Rendahnya biaya untuk proses “*downstream*”.

Menurut Gandjar dan Syamsyuridjal (2006) kurva pertumbuhan mikroba memiliki beberapa fase antara lain :

1. Fase lag yaitu fase penyesuaian sel-sel dengan lingkungan, pembentukan enzim-enzim untuk mengurai substrat.
2. Fase akselerasi yaitu mulainya sel-sel aktif membelah dan fase lag menjadi aktif.
3. Fase log/eksponensial merupakan fase perbanyakan jumlah sel dan aktifitas sel menjadi meningkat.
4. Fase deselerasi merupakan waktu sel-sel mulai kurang aktif membelah.
5. Fase stasioner yaitu fase dimana jumlah sel yang bertambah dan jumlah sel yang mati relatif seimbang.
6. Fase kematian dipercepat merupakan fase sel yang mati atau tidak aktif lebih banyak daripada sel-sel yang masih hidup.

2.2 Urea

Urea dapat meningkatkan pencernaan pakan yang memiliki kandungan serat tinggi karena urea yang ditambahkan ke pakan akan dipecah menjadi NH_3 dan CO_2 oleh mikroba dan urea sebagai penyedia nitrogen untuk pertumbuhan mikroba apabila kandungan nitrogen pada bahan rendah (Sangadji dkk, 2019).

Saat proses fermentasi terjadi amoniasi urea dimana hasil hidrolisis urea akan di serap oleh jaringan pada kapang dan akan berikatan dengan gugus asetil

dari kapang, kemudian membentuk gram ammonium asetat hal ini akan terukur sebagai protein kasar (Amin dkk, 2022).

Pada penambahan urea pada taraf 5% terjadi peningkatan kandungan protein kasar pada ampas sagu sebanyak 17,62% dengan waktu fermentasi 21 hari. Saat fermentasi terjadi kapang menggunakan kandungan nitrogen pada urea sebagai bahan untuk proses pembentukan sel tubuh kapang, sehingga akan memperbanyak jumlah miselium yang tumbuh dan kapang dapat berkembang biak dengan baik (Nazullawaty, 2013).

Meskipun penggunaan urea pada pakan sangat menguntungkan, namun di sisi lain urea juga dapat merugikan bagi ternak jika jumlah penggunaan urea tidak di kontrol. Hal ini dapat menyebabkan keracunan pada ternak apabila penambahan urea dengan jumlah besar pada pakan ternak yang di fermentasi (Yanuartono dkk., 2019).

2.3 Onggok Tapioka

Limbah Tapioka terdiri atas limbah padat dan limbah cair. Limbah padat berupa kulit dan onggok. Kulit diperoleh dari proses pengupasan, sedangkan onggok yang berupa serat dan pati diperoleh dari proses penyaringan (Kesmes, 2023).



Gambar 2. 1 Onggok

Onggok tapioka merupakan limbah dari industri tapioka dengan bentuk padatan yang diperoleh dari proses penyaringan ubi kayu setelah proses pamarutan. Pada proses penyaringan diperoleh suspensi pati sebagai filtratnya dan ampas yang tertinggal sebagai onggok tapioka. Komponen penting yang ada pada onggok tapioka adalah pati dan serat kasar (Pasaribu, 2007).

Menurut Wizna dkk, (2009) kandungan nutrisi yang dimiliki onggok adalah protein kasar 1,88%, serat kasar 15,62%, lemak kasar 0,25%, dan BETN 81,10%

Tabel 1. Kandungan Nutrisi Onggok Tapioka

Kandungan Nutrien	Satuan	Nilai
Bahan Kering	(%)	85,69
Protein Kasar	(%)	1,88
Serat Kasar	(%)	15,62
Lemak Kasar	(%)	0,25
Bahan Ekstrak Tanpa Nitrogen	(%)	81,10
Asam Sianida	(ppm)	175

(Wizna dkk, 2009)

Hasil analisa komponen pada onggok tergantung pada varietas, cara pengolahan, kualitas ubi kayu yang akan di proses menjadi tepung tapioka dan cara penanganan onggok tapioka yang dihasilkan (Rosningsih, 2015).

Onggok tapioka merupakan media yang baik untuk pertumbuhan mikroorganisme karena memiliki keseimbangan bahan organik dan anaorganik didalamnya yang merupakan nutrisi bagi pertumbuhan mikroorganisme. Onggok tapioka juga tidak memiliki bahan-bahan beracun bagi pertumbuhan dan perkembangbiakan mikroorganisme (Kesmes, 2023).

Kandungan pati pada onggok tapioka yang mencapai 40-70% membuatnya potensial untuk dijadikan sebagai bahan baku pembuatan pakan karena substrat dapat dimanfaatkan oleh mikroba sebagai sumber energi untuk bertahan hidup (Dewinta, 2018).

2.4 Mineral Mix

Mineral mix adalah zat makanan yang diperlukan dalam jumlah kecil, tetapi memegang peran penting dalam berbagai aktivitas tubuh. Ternak tidak dapat membuat mineral dalam tubuhnya, karena itu harus didapatkan dari pakan yang dikonsumsi (Metri, 2022).

Mineral mix mengandung berbagai jenis mineral yang dibutuhkan oleh hewan. Kalsium (Ca) dan Fosfat (P) merupakan mineral yang erat hubungannya satu dengan yang lain terutama untuk pembentukan tulang (Sayuti, 1989).

Keberadaan magnesium (Mg) dalam pakan sangat diperlukan untuk sintesis semua protein, asam nukleat, lemak dan karbohidrat serta kontraksi otot juga membutuhkan magnesium (Elmiati, 2022).

Mineral sangat penting untuk keberlangsungan hidup ternak. Hampir semua mineral ditemukan dalam jaringan ternak dan mempunyai fungsi yang sangat penting dalam proses metabolisme ternak. Mineral mempunyai peranan penting dalam mempercepat sintesis protein oleh mikroba melalui enzim-enzim mikroba. Mineral Co berperan dalam sintesis vitamin B12. Mineral Cu dan Co bersama-sama dapat memperbaiki daya cerna serat kasar (Sampurna, 2013).

2.5 Ragi Tempe

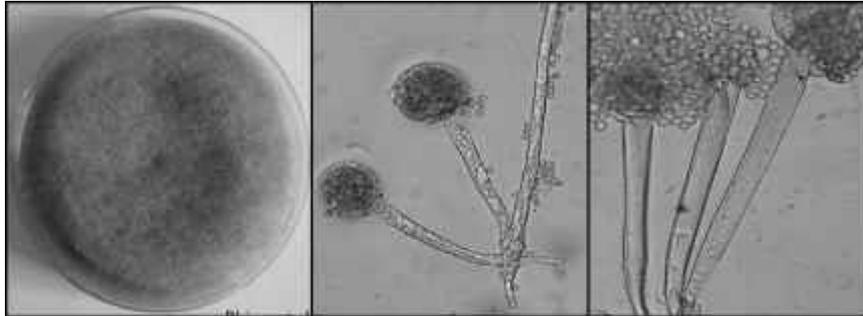
Ragi tempe merupakan kultur *starter* untuk fermentasi tempe. Proses fermentasi tempe melibatkan beberapa jenis kapang, antara lain *Rhizopus oligosporus*, *Rhizopus oryzae*, *Rhizopus arrhizu*, dan *Rhizopus stolonifer*, tetapi jenis *Rhizopus oligosporus* jenis yang paling sesuai pada pembuatan tempe. Kandungan mikroorganisme yang paling dominan pada ragi tempe adalah *Rhizopus oryzae* dan *Rhizopus oligosporus* (Astawan dkk., 2017).

Starter tempe menjadi empat kategori, yaitu *starter* alami, *starter* semi murni, dan *starter* campuran. Tempe yang dikeringkan dan ditumbuk, laru, serta usar termasuk ke dalam *starter* alami. *Starter* murni merupakan kultur *Rhizopus* sp. yang ditumbuhkan pada media steril, sedangkan *starter* semi murni dibuat dengan cara menumbuhkan kapang *Rhizopus* sp. pada nasi atau kedelai yang sudah dimasak namun tidak disterilisasi. Jenis-jenis mikroba pada ragi tempe dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti pengasaman selama perendaman, proses perebusan, kontaminasi silang selama proses pendinginan, komposisi kultur *starter*, dan lingkungan ketika substrat difermentasi (Nout dan Kiers, 2005)

Rhizopus oligosporus merupakan mikroorganisme jenis kapang yang menghasilkan enzim protease. Jamur ini banyak tumbuh di tanah, buah, dan sayuran yang membusuk, serta roti yang sudah lama. Karakteristik *Rhizopus oligosporus* yaitu abu-abu kecoklatan dengan tinggi 1 mm atau lebih. Sebagian kapang filamen dari kelas *zygomycetes* merupakan jamur yang penting dalam proses pembuatan pakan. karena, *Rhizopus oligosporus* merupakan bagian dari proses fermentasi sebagai komponen utamanya. Karakteristik dari *Rhizopus oligosporus* yaitu, jamur ini tumbuh pada suhu 30-40 °C, menghasilkan metabolit yang mungkin untuk menghambat dan mengalahkan jamur lainnya dan bakteri yang bersifat patogen (Niveditha dan Sridhar, 2014).

Rhizopus oligosporus termasuk dalam kelompok dengan dinding halus atau agak kasar, dengan panjang lebih dari 1000 µm dan diameter 10-18 µm. Sporangia globosa memiliki warna hitam kecoklatan saat masak, dengan diameter 100-180 µm. Klamidospora banyak, tunggal atau rantai pendek, tidak berwarna, dengan

berisi granula, terbentuk pada hifa, sporangiofor dan sporangia dengan bentuk elip atau silindris dan ukurannya 7-30 μm atau 12-45 μm (Madigan, 2016).



Gambar 2. 2 *Rhizopus oligosporus*

Klasifikasi *Rhizopus Oligosporus* yang dijelaskan oleh Saurav (2023)

Kerajaan : Fungi

Filum : Zygomycota (Glomeromycota)

Kelas : Zygomycetes

Ordo : Mucorales

Family : Mucoraceae

Genus : Rhizopus

Spesies : Oligosporus

Rhizopus oryzae berasal dari ordo *mucorales*, dari kelas *zygomycotas*.

Kapang jenis *R. oryzae* memiliki kemampuan proteolitik atau mampu memecah gugus protein menjadi gugus yang lebih sederhana sehingga mudah dicerna oleh tubuh. *Rhizopus oryzae* mampu meningkatkan kandungan nutrisi terutama protein kasar dan menurunkan kandungan serat kasar dengan bantuan enzim protease serta selulase (Nuryana dkk, 2016).

Rhizopus oryzae dapat meningkatkan nilai protein dan menurunkan kandungan serat kasar. Kemampuan pemecahan pati dari *Rhizopus oryzae* paling

tinggi dari *Rhizopus* jenis lain. *Rhizopus oryzae* tumbuh dengan baik pada suhu optimum 37 °C (Widoyo, 2010).

Klasifikasi *Rhizopus Oryzae*

Domain	: Eukaryota
Kerajaan	: Fungi
Divisi	: Mucoromycota
Ordo	: Mucorales
Family	: Mucoraceae
Genus	: <i>Rhizopus</i>
Spesies	: <i>Oryzae</i>

2.6 Dedak Padi

Dedak merupakan hasil sampingan dari pemisahan beras dengan sekam (kulit gabah) pada gabah yang telah dikeringkan melalui proses pemisahan dengan cara digiling atau ditumbuh yang dapat digunakan sebagai pakan ternak. Proses pemisahan dedak ini akan mendapatkan 10% dedak, 50% beras, dan hasil ikutan seperti pecahan butir beras, sekam dan sebagainya, akan tetapi persentase ini tergantung umur dan varietas padi yang ditanam (Nuraini dkk., 2016).

Dedak padi didapat dari proses penggilingan padi menjadi beras. Dedak padi berkualitas baik kandungan protein 12,4%, lemak 13,6%, serat kasar 11,6%. Dedak padi kaya akan kandungan thiamin dan niasin (Astawan dan Febrinda, 2010).

Dedak padi merupakan selaput antara beras dengan sekam padi. Dedak padi memiliki kandungan serat kasar yang cukup tinggi, yaitu 13%. Serat kasar yang tinggi merupakan faktor pembatas penggunaannya dalam penyusunan ransum ternak (Hidayah, 2010).

Dedak merupakan produk sampingan (*side product*) pada proses penggilingan padi. Dedak memiliki kandungan lemak 13% yang menyebabkan dedak mudah tengik. Kandungan mineral Ca yang sangat rendah (0,05%) dan P yang cukup tinggi ($\pm 1,5\%$) menjadi faktor pembatas penggunaan untuk unggas kecil (Andiani, 2018).

2.7 Pakan Ternak

Bahan makanan yang diberikan kepada ternak, seperti dedak padi, pollard, bungkil kelapa, bungkil kedelai, dan tepung ikan secara tunggal disebut dengan istilah pakan. Istilah pakan digunakan untuk menyebutkan campuran dari beberapa jenis bahan pakan, baik nabati maupun hewani yang disusun sedemikian rupa, sehingga kandungan zat makanan yang ada dalam ransum tersebut dapat memenuhi kebutuhan nutrisi untuk hidup pokok maupun untuk produksi. Ransum komplit adalah kandungan pakan yang sudah lengkap kandungan zat makanan yang dibutuhkan oleh ternak, sedangkan konsentrat perlu tambahan bahan pakan dengan perbandingan tertentu, sehingga kebutuhan zat makanan terpenuhi (Perdinan, 2018).

Pakan adalah komponen terbesar dari biaya produksi secara intensif biaya pakan mencapai sekitar dari total biaya produksi. Umumnya bahan pakan berasal dari tanaman yang kurang dikenal, limbah pertanian dan limbah produk peternakan ataupun industri (Widodo, 2010).

Pakan ternak yang sempurna merupakan gabungan beberapa bahan pembuatan pakan yang apabila dikonsumsi oleh ternak dapat mensuplai zat-zat makanan sesuai dengan kebutuhan hewan, sehingga hewan ternak dapat berkembang dengan baik (Bagus, 2013).

Balance ration adalah pakan yang memiliki kandungan nutrisi dalam jumlah dan proporsi yang memenuhi kebutuhan fisiologi, reproduksi dan produksi ternak. *Balance ration* dapat mensuplai zat-zat yang berbeda secara proporsional bagi ternak yang mengkonsumsinya apabila diberikan kepada ternak dapat memenuhi kebutuhan hidup ternak yaitu kebutuhan pokok dan kebutuhan produksi tanpa menimbulkan gangguan kesehatan bagi ternak yang mengkonsumsinya. Oleh karena itu, perlu dilakukan analisa bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan pakan ternak (Sampurna, 2013).

Untuk menjamin keberanglangsungan produksi pakan ternak, perlu dipilih bahan pakan yang memenuhi kriteria kelayakan sebagai bahan baku pakan. Beberapa kriteria tersebut yaitu, tidak bersaing penggunaannya dengan bahan makanan/bahan pangan manusia, mudah diperoleh, tersedia secara terus menerus/kontinyu dalam jumlah yang memadai, dan harga bahan baku yang murah (Nuraini dkk., 2016).