

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tanaman Kelapa Sawit

Menurut Sastrosayono (2003), asal tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jack) secara pasti belum bisa diketahui. Namun, ada dugaan kuattanaman ini berasal dari dua tempat, yaitu Amerika Selatan dan Afrika (*Guenia*). Spesies *Elaeis melanococca* atau *Elaeis oleivera* diduga berasal dari Amerika Selatan dan spesies *Elaeis guineensis* berasal dari Afrika. Menurut Fauzi dkk(2007) kelapa sawit pertama kali diperkenalkan di Indonesia pada tahun 1848 yang ditanam di Kebun Raya Bogor. Budidaya perkebunan kelapa sawit di Indonesia dilakukan oleh Adrien Hallet yang kemudian diikuti oleh K. Schadt yang menandai lahirnya perkebunan kelapa sawit di Indonesia.

Kelapa sawit merupakan salah satu tanaman perkebunan yang dapat tumbuh dengan baik terutama di daerah-daerah dengan ketinggian kurang dari 500 meter (Batubara 2009 dalam Efriyantoni 2011). Iklim yang cocok untuk tanaman kelapa sawit adalah yang memiliki curah hujan lebih dari 1.500 mm/tahun dan yang optimum adalah 2.000 mm/tahun serta tersebar merata sepanjang tahun. Kelapa sawit mulai berproduksi pada umur 3,5-4 tahun dengan produksi pertama adalah 10-15 ton tandan/Ha/tahun. Jumlah produksi ini terus bertambah dengan bertambahnya umur dan puncak produksi dicapai pada umur 8-9 tahun yaitu 20-30 ton tandan/Ha/tahun (Widyastuti, 2006 dalam Miswandi 2015).

Dalam susunan taksonominya kelapa sawit tergolong dalam :

Phillum : Angiospermae

Divisi : Monocotyledonae

Ordo : Palmae

Famili : Arecaceae

Tribe : Cocoineae

Genus : *Elaeis*

Species : *Guineensis*(Surbakti, 2010)

Luas perkebunan kelapa sawit di Indonesia mencapai 2690,40 ribu hektar pada tahun 2015 (Badan Pusat Statistik, 2016). Daun kelapa sawit, merupakan salah satu produk kebun kelapa sawit yang tersedia setiap dilakukan pemangkasan buah dan diduga berpotensi sebagai pakan ternak. Produksi daun kelapa sawit dilaporkan mencapai 103,6 kg bahan kering per hektar perhari (Hassan dan Ishida, 2013). Gambar daun kelapa sawit dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Daun kelapa sawit

2.2. Limbah Lapangan dan Limbah Pengolahan Kelapa Sawit

Limbah perkebunan kelapa sawit dapat digolongkan menjadi dua kelompok, yaitu limbah lapangan dan limbah pengolahan. Limbah lapangan merupakan sisa tanaman yang ditinggalkan pada waktu panen, peremajaan atau pembukaan area perkebunan baru, contohnya pelepah daun kelapa sawit, sedangkan limbah pengolahan merupakan hasil ikutan yang terbawa pada waktu panen hasil utama kemudian dipisahkan dari produk utama. Limbah pengolahan terdiri dari tiga kategori : (1) limbah yang diolah menjadi produk lain karena memiliki arti ekonomis yang besar seperti inti sawit, (2) limbah yang didaur ulang untuk menghasilkan energi dalam pengolahan dan pupuk, misalnya tandan kosong, cangkang, dan serat (serabut) buah sawit, dan (3) limbah yang dibuang sebagai sampah pengolahan, contoh limbah jenis ini menurut wujudnya adalah sebagai berikut : bahan padat yaitu lumpur dari dekanter pada pengolahan buah sawit, bahan cair yaitu limbah cair pabrik kelapa sawit dan bahan gas yaitu gas cerobong dan uap air buangan pabrik kelapa sawit (Said, 2003).

2.2.1. Pelepah Kelapa Sawit

Menurut Mansyur (1980) dalam Junaidi (2010) pelepah kelapa sawit salah satu produk yang melimpah saat pemangkasan buah. Pemangkasan dilakukan pada pelepah-pelepah yang tua di dasar tandan buah untuk mengurangi naungan, memudahkan terjadinya penyerbukan, menjaga kebersihan, memperbesar buah dan mengurangi penguapan yang berlebihan dari daun. Jumlah pelepah kelapa sawit yang dipanen tiap pemangkasan 1-3 pelepah per pohon, merupakan potensi yang cukup besar untuk dimanfaatkan sebagai pakan. Satu hektar lahan terdapat 148 pohon dan diperkirakan dapat menghasilkan 3.500-10.600 pelepah pertahun (Hassan dan Ishida, 1990, dalam Efriyantoni, 2009). Produksi pelepah sawit mencapai 40-50 pelepah/pohon/tahun.

Menurut Nurhidayah (2005) dalam Efriyantoni (2009), daun kelapa sawit sangat potensial sebagai bahan pakan ternak ruminansia, dimana satu pelepah daun kelapa sawit dapat menghasilkan 3,33 kg daun kelapa sawit segar dan kandungan bahan keringnya mencapai 35%. Potensi ketersediaan daun kelapa sawit sebagai pakan sekitar 34,50 kg bahan kering per hektar per hari. Berdasarkan hasil penelitian Saripudin (2008) diketahui rata-rata berat pelepah kelapa sawit adalah 18 kg, pemotongan dilakukan setiap 15 hari, jumlah pelepah yang dipotong setiap pemangkasan adalah 1 – 2 pelepah, dengan demikian areal seluas 1 Ha yang di tanam dengan 140 pohon kelapa sawit dapat menampung 3,11 satuan ternak (ST).

Abu Hassan dan Ishida (1992) dalam Efriyantoni (2009), melaporkan bahwa pelepah kelapa sawit dapat dipergunakan sebagai bahan pakan ternak ruminansia, sebagai sumber pengganti hijauan atau dapat dalam bentuk silase yang dikombinasikan dengan bahan lain atau konsentrat sebagai bahan campuran. Studi awal yang dilakukan Abu Hassan dan Ishida (1992) dalam Efriyantoni (2009) menunjukkan bahwa tingkat pencernaan bahan kering pelepah dapat mencapai 45%. Hal yang sama berlaku untuk daun kelapa sawit yang secara teknis dapat dipergunakan sebagai sumber atau pengganti pakan hijauan tetapi harus diberi perlakuan terlebih dahulu.

Oshio et al (1988) dalam Efryantoni (2009) menyatakan bahwa daun pelepah kelapa sawit mengandung protein sebesar 11,23%, lemak 5,84% dan lignin 18,46%. Kandungan lignin yang cukup tinggi, maka sebelum diberikan kepada ternak dilakukan perlakuan fisik, kimia ataupun biologi misalnya dengan menggunakan probiotik atau dikombinasikan dengan suplementasi, seperti penggunaan NaOH yang bertujuan untuk meningkatkan pencernaan dan memutuskan ikatan selulosa atau hemiselulosa dengan lignin, sehingga energi tersedia dapat meningkat, teknik ini telah dicobakan pada batang dan pelepah sawit. Tabel 1 memperlihatkan komposisi serat daun kelapa sawit.

Tabel 2.1. Kandungan Fraksi Serat Daun Pelepah Kelapa Sawit.

Bahan Pakan	% Bahan Kering					
	Selulosa	Hemiselulosa	Lignin	ADF	NDF	ADL
Daun Sawit*	16,6	27,7	27,6	-	-	-
Daun Sawit**	-	18,29	-	49,10	67,30	25,34

Sumber: * Jafat dan Hassan (1990) dalam Hanafi (2004)

** Laboratorium Ilmu Nutrisi dan Kimia Fakultas Pertanian dan Peternakan UIN Suska Riau (2010)

2.3 Ransum Komplit

Ransum adalah jumlah total bahan makanan yang diberikan kepada hewan untuk periode 24 jam (Hartadi dkk, 2006). Ransum harus mengandung semua zat-zat makanan yang seimbang, dapat dicerna, dan *palatable*, sehingga dapat dikonsumsi ternak sesuai kebutuhannya.

Ransum komplit adalah makanan yang cukup gizi untuk hewan tertentu dalam tingkat fisiologi tertentu, dicampur dan dibentuk untuk diberikan sebagai satu-satunya makanan dan mampu dalam merawat hidup pokok atau produksi (atau keduanya) tanpa tambahan bahan atau substansi lain kecuali air (Hartadi et al., 2006).

Ransum komplit penelitian ini ditujukan untuk pakan ruminansia yang terdiri dari campuran antara hijauan dan konsentrat. Konsentrat merupakan suatu bahan makanan yang digunakan bersama bahan makanan lain untuk

meningkatkan keserasian gizi dari keseluruhan makanan dan dimaksudkan untuk disatukan dan dicampur sebagai pelengkap atau makanan lengkap. Konsentrat ransum komplit penelitian terdiri dari daun kelapa sawit, tongkol jagung, molasses dan *Aspergillus niger*.

Jagung memiliki kandungan energi yang tinggi, tetapi rendah akan kandungan serat, protein dan mineral (Gohl, 1981). Jagung amat disukai ternak, mudah disimpan, dan sumber karoten. Komposisi zat makanan jagung kuning berdasarkan bahan kering yaitu 2% abu, 10,3% protein kasar, 4,7% lemak kasar,

2,5% serat kasar, 80,5% BETN, 0,03% Ca, 0,26% P, dan 86% TDN (Hartadi *et al.*, 2006).

Molasses adalah produk sampingan dari industri penyulingan gula (Cheeke, 1999). Penggunaan molasses dapat meningkatkan palatabilitas, mengurangi sifat berdebu ransum dan berfungsi sebagai sumber energi (Perry *et al.*, 2003). Komposisi zat makanan molasses berdasarkan bahan kering yaitu 10,4% abu, 5,4% protein kasar, 0,3% lemak kasar, 10% serat kasar, 73,9% BETN, 1,09% Ca dan 0,12% P (Hartadi *et al.*, 2006).

Aspergillus niger dan *Trichoderma viride* adalah 2 spesies fungi yang sudah dan sering digunakan dalam pengolahan pakan berserat. Daun eceng gondok yang memiliki kelemahan yaitu kandungan serat kasarnya tinggi sehingga diperlukan pengolahan lanjut yaitu dengan fermentasi menggunakan *Aspergillus niger*. Mangisah *et al.*, (2005) melaporkan bahwa daun eceng gondok yang difermentasi menggunakan *Aspergillus niger* menaikkan protein kasar sebesar 65,41% yaitu dari 11,39% menjadi 18,84%, sedangkan serat kasarnya turun sebesar 57% dari 36,59% menjadi 15,73%.

2.4. Fermentasi dan Faktor yang Mempengaruhi

Fermentasi adalah suatu proses yang dilakukan mikroorganisme terhadap substrat secara aerob dan anaerob untuk menghasilkan asam organik. Pada prinsipnya fermentasi adalah mengaktifkan kegiatan mikroba tertentu untuk tujuan mengubah sifat bahan agar dihasilkan sesuatu yang bermanfaat, misalnya

asam dan alkohol yang dapat mencegah pertumbuhan mikroba beracun (Widayati 2002 dalam Miswandi 2009).

Menurut Rachman (2001) dalam Miswandi (2009) proses fermentasi memerlukan medium tertentu kerana medium yang tidak sesuai dapat menyebabkan perubahan jenis produk dan perubahan rasio diantara berbagai produk hasil metabolisme mikroba selama fermentasi berlangsung.

Tiga faktor utama yang mempengaruhi proses fermentasi, (1) bahan yang akan difermentasi, (2) penambahan zat aditif untuk meningkatkan kualitas hasil fermentasi, beberapa zat aditif yang sering digunakan adalah limbah ternak, urea, air, molasses. Aditif digunakan untuk meningkatkan kadar protein atau karbohidrat pada material pakan. Biasanya kualitas pakan yang rendah memerlukan aditif untuk memenuhi kebutuhan nutrisi ternak, dan (3) kadar air yang tinggi berpengaruh dalam proses fermentasi. Kadar air yang berlebihan akan menyebabkan tumbuhnya jamur dan akan menghasilkan asam yang tidak diinginkan seperti asam butirat (Parakkasi, 1987 dalam Miswandi 2009). Buckle dkk, (1987) menambahkan bahwa beberapa faktor yang juga mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme meliputi suplai zat gizi, waktu, suhu, air, pH dan ketersediaan oksigen.

1. Lama Fermentasi

Lama fermentasi yang dibutuhkan dalam proses fermentasi adalah 3-5 hari, waktu yang sesuai akan menghasilkan etanol yang optimum. Menurut Effendi (2002), semakin lama fermentasi kadar alkohol yang dihasilkan akan optimum dan akhirnya akan menurun.

2. Konsentrasi Inokulum

Konsentrasi inokulum yang terlibat dalam fermentasi sangat mempengaruhi efektifitas penghasil produk. Jika konsentrasi inokulum yang digunakan terlalu sedikit maka proses fermentasi berjalan dengan lambat (Astawan dan Mita, 1991), sedangkan konsentrasi inokulum yang terlalu banyak akan mempengaruhi persaingan pengambilan nutrisi oleh khamir, sehingga sangat berpengaruh pada pertumbuhan khamir dan kadar alkohol yang dihasilkan.

Semakin tinggi penambahan konsentrasi inokulum belum tentu menghasilkan kadar alkohol yang tinggi (Fardiaz, 1988).

3. Keasaman (pH)

Sebagian besar organisme dapat berfungsi dengan baik dalam selang pH antara 3-4 unit pH. Karena sangat pentingnya pH, maka sebagian besar proses fermentasi dikendalikan dengan cara buffer atau suatu sistem pengendali pH. Khamir biasanya lebih senang dalam pH 3-6, kapang 3-7, dan sel-sel kariatik yang lebih tinggi 6,5-7,5 (Judoamidjojo, 1992).

4. Mikroba

Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi jumlah etanol yang dihasilkan dari fermentasi adalah mikroorganisme dan media yang digunakan. Selain itu hal-hal yang perlu diperhatikan selama fermentasi adalah pemilihan khamir, konsentrasi nutrisi, keasaman, ada tidaknya oksigen dan suhu dari perasan substrat. Keberhasilan pengembangan proses fermentasi tergantung pada perolehan strain yang baik melalui seleksi dan mutasi.

5. Temperatur

Pembentukan produk oleh mikroorganisme juga tergantung pada temperatur yang sama dengan pertumbuhannya. Tetapi temperatur optimum untuk pertumbuhan dan pembentukan produk tidak harus sama dan harus diamati secara terpisah (Judoamidjojo, 1992). Temperatur fermentasi sangat menentukan macam mikroba yang dominan. Pada suhu 10-30°C terbentuk etanol lebih banyak karena ragi bekerja optimal. (Winarno, 1984).

6. Makanan (Nutrisi)

Semua mikroorganisme memerlukan nutrisi yang menyediakan energi biasanya diperoleh dari substansi yang mengandung karbon. Dalam banyak keadaan bila konsentrasi nutrisi semakin meningkat, maka suatu daerah penghambatan substrat akan terjadi. Dalam industri fermentasi dibutuhkan substrat yang murah, mudah tersedia dan efisien penggunaannya. Selulosa mulai banyak digunakan sebagai substrat fermentasi karena mudah didapat dan harganya murah. Sumber selulosa

pada umumnya dalam bentuk limbah, misalnya jerami, bonggol jagung, limbah kayu dan sampah organik. Biasanya penggunaan selulosa sebagai sumber karbon tidak dapat langsung, tetapi harus mengalami hidrolisa terlebih dahulu secara kimia ataupun enzimatik. Glukosa yang dihasilkan dari hidrolisis selulosa dapat digunakan untuk memproduksi etanol (Fardiaz, 1988).

2.5 Komposisi Fraksi Serat

Kualitas nutrisi bahan makanan ternak merupakan faktor utama dalam memilih dan menggunakan bahan pakan tersebut sebagai sumber zat makanan untuk memenuhi kebutuhan hidup pokok dan produksinya. Kualitas nutrisi bahan pakan terdiri atas komposisi nilai gizi, serat, energi dan aplikasinya pada nilai palatabilitas dan daya cernanya (Raffali, 2010). Penentuan nilai gizi dapat dilakukan dengan analisis proksimat namun dengan analisis proksimat fraksi serat tidak dapat digambarkan secara terperinci berdasarkan nilai manfaatnya dan pencernaan pada ternak. Untuk dapat menyempurnakannya fraksi serat tersebut dapat dianalisis secara terperinci dengan menggunakan analisis Van Soest (Amalia dkk, 2008).

Van Soest (1987) dalam Marwanto (2002) menyatakan bahwa *Neutral Detergent fiber* (NDF) adalah zat makanan yang tidak larut dalam detergentneutral, merupakan bagian terbesar dari dinding sel tanaman. Bahan ini terdiri dari

selulosa, hemiselulosa, lignin, dan silika, sedangkan *Acid Detergent Fiber* (ADF) merupakan zat yang tidak larut dalam detergen asam, yang terdiri dari selulosa, lignin, dan silika. Menurut Apriyantono dkk (1989) ADF sebagian besar terdiri dari selulosa dan lignin dan sebagian kecil hemiselulosa, oleh karena itu ADF dianggap hanya terdiri dari selulosa dan lignin.

Buckle (1987) menyatakan bahwa lignin adalah gabungan beberapa senyawa, bukan satu. Gabungan senyawa yang erat hubungannya satu sama lain, mengandung karbon, hidrogen dan oksigen. Lignin sangat tahan terhadap setiap degradasi enzimatik. Kadar lignin tanaman bertambah dengan bertambahnya umur tanaman, sehingga daya cerna makin rendah dengan meningkatnya lignifikasi.

Menurut Said (1996) selulosa hampir tidak pernah ditemui dalam keadaan murni di alam, melainkan berikatan dengan bahan lain, yaitu lignin dan hemiselulosa. Serat selulosa alami terdapat di dalam dinding sel tanaman dan material vegetatif lainnya. Susunan dinding sel terdiri dari lamella tengah, dinding primer, serta dinding sekunder yang terbentuk selama pertumbuhan dan pendewasaan sel yang terdiri dari lamella transisi, dinding sekunder utama dan dinding sekunder bagian dalam. Dibandingkan dengan dinding primer, dinding sekunder lebih tebal dan paling banyak mengandung selulosa. Selulosa murni mengandung 44,4% C, 6,2% H dan 49,3% O.

Selanjutnya dijelaskan bahwa hemiselulosa terdiri dari 2-7 residu gula yang berbeda. Jenis hemiselulosa selalu dipilih berdasarkan residu gula yang ada. Hemiselulosa ditemukan dalam tiga kelompok, yaitu *xylan*, *mannan* dan *galaktan*. Hidrolisis hemiselulosa akan menghasilkan tiga jenis monosakarida yaitu, xylosa dan arabinosa dalam jumlah lebih banyak dan glukosa dalam jumlah yang lebih sedikit. Hidrolisis hemiselulosa dapat difermentasi oleh beberapa macam mikroorganisme yang mampu menggunakan gula pentosa sebagai substratnya. Produk biokonversi hemiselulosa antara lain metana, asam organik dan alkohol (Said, 1996).

Van Soest dan Jones (1968) dalam Yasin (2010) membuktikan bahwa silika dapat menurunkan pencernaan hijauan, sehingga semakin tingginya kandungan silika pada hijauan, koefisien cernanya cenderung menurun. Silika dan lignin ini bagaikan kaca pelapis, yang melapisi zat-zat yang berguna dan bernilai energi tinggi seperti protein, selulosa, hemiselulosa, di samping itu ikatan serat di dalamnya juga sangat kuat.

Pengolahan Bahan Lignoselulosik Untuk Pakan Ternak

Pada umumnya limbah pertanian mempunyai sifat sebagai berikut : 1). Nilai nutrisi rendah terutama protein dan cernaannya; 2). Bersifat Bulky sehingga biaya angkutan menjadi mahal karena membutuhkan tempat yang lebih banyak untuk satuan bert tertentu; 3). Kelembabannya tinggi dan menyulitkan penyimpanan; 4). Sering terdapat komponen yang kurang disukai ternak dan

mengandung racun; 5). Selain itu merupakan polusi yang potensial dan penampilannya kurang menyenangkan (Devendra, 1980). Adapun keterbatasan-keterbatasan lain adalah : 1). Dinding selnya terselimuti oleh kompleks/kristal-kristal silika (Van Soest, 1982) dan 2). Proses lignifikasi yang telah lanjut dan struktur selulosanya sudah terbentuk kristal, tidak lagi terbentuk amorf (Jackson, 1977). Untuk mengatasi hal itu perlu dilakukan suatu pengolahan yang sesuai sehingga bahan pakan ligniselulosik memiliki kualitas yang cukup sebagai pakan ternak ruminansia.

Ada beberapa pengolahan yang dapat dilakukan untuk meningkatkan pencernaan potensial serat kasar (Preston dan Leng, 1987). Peningkatan kuantitas bagian yang dapat dicerna pada pakan yang berkualitas rendah, dapat dilakukan melalui proses kimia, fisik dan biologis (Hungate, 1966). Perlakuan fisik berupa pemotongan, penggilingan, peleting, penghancuran dan lain-lain. Perlakuan biologis dengan menggunakan jamur (fungi). Proses kimiawi pencernaan limbah-limbah pertanian dapat ditingkatkan dengan penambahan alkali dan asam (Pigden dan Bender, 1978). Walker dan Kohler (1978) menyatakan bahwa perlakuan-perlakuan kimia yang telah dicoba diteliti antara lain terdiri dari perlakuan NaOH, KOH, $\text{Ca}(\text{OH})_2$, dan urea. Perlakuan asam antara lain HCl , dan H_2SO_4 . dalam kesempatan ini yang akan dibahas hanya pengolahan biologi dan kimiawi saja, yaitu silase dan amoniasi.

2.6 Silase

Silase merupakan makanan ternak yang sengaja disimpan dan diawetkan dengan proses fermentasi dengan maksud untuk mendapatkan bahan pakan yang masih bermutu tinggi serta tahan lama agar dapat diberikan kepada ternak pada masa kekurangan pakan ternak.

Prinsip pengawetan ini didasarkan atas adanya proses peragian didalam tempat penyimpanan (silo). Sel-sel tanaman untuk sementara waktu akan terus hidup dan mempergunakan O_2 yang ada didalam silo. Bila O_2 telah habis terpakai, terjadi keadaan anaerob didalam tempat penyimpanan yang tidak memungkinkan bagi tumbuhnya jamur/cendawan. Bakteri pembentuk asam akan berkembang

dengan pesat dan akan merubah gula dalam hijauan menjadi asam-asam organik seperti asam asetat, asam susu dan juga alkohol. Dengan meningkatnya derajat keasaman, kegiatan bakteri-bakteri lainnya seperti bakteri pembusuk akan terhambat. Pada derajat keasaman tertentu ($\text{pH} = 3,5$) bakteri asam laktat tidak pula dapat bereaksi lagi dan proses pembuatan silase telah selesai (Ahlgren, 1956).

Dalam pembuatan silase ada tiga faktor yang berpengaruh. Pertama : hijauan yang cocok dibuat silase adalah rumput, tanaman tebu, tongkolgandum, tongkol jagung, pucuk tebu, batang nenas dan jerami padi. Kedua : penambahan zat aditif untuk meningkatkan kualitas silase. Beberapa zat aditif adalah limbah ternak (manure ayam dan babi), urea, air, molases. Aditif digunakan untuk meningkatkan kadar protein atau karbohidrat pada material pakan. Biasanya kualitas pakan yang rendah memerlukan aditif untuk memenuhi kebutuhan nutrisi ternak. Ketiga : kadar air yang tinggi berpengaruh dalam pembuatan silase. Kadar air yang berlebihan menyebabkan tumbuhnya jamur dan akan menghasilkan asam yang tidak diinginkan seperti asam butirat. Kadar air yang rendah menyebabkan suhu menjadi lebih tinggi dan pada silo mempunyai resiko yang tinggi terhadap kebakaran (Pioneer Development foundation, 1991)

Keberhasilan pembuatan silase tergantung pada tiga faktor utama yaitu :

1. Ada tidaknya serta besarnya populasi bakteri asam laktat.
2. Sifat-sifat fisik dan kimiawi bahan hijauan yang digunakan.
3. Keadaan lingkungan.

Untuk mengetahui baik atau tidaknya silase diperlukan kriteria tertentu.

Kriteria silase yang baik dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Kriteria	Baik Sekali	Baik	Sedang	Buruk
Jamur	Tidak ada	Sedikit	Lebih banyank	Banyak
Bau	Asam	Asam	Kurang asam	Busuk
PH	3,2 – 4,5	4,2 – 4,5	4,5 – 4,8	> 4,8
Kadar N-NH_3	< 10%	10 – 15%	< 20%	> 20%

Sumber : Deptan (2000)

Pembuatan silase selain dapat meningkatkan zat gizi hijauan pakan, juga dapat disimpan lebih lama sehingga membantu penyediaan hijauan pakan ternak

sepanjang tahun. Penggunaan berbagai aditif sebagai sumber energi mempercepat proses pemecahan komponen serat misalnya dengan campuran enzim pemecah selulosa dan hemiselulosa.

Adapun faktor-faktor yang perlu diperhatikan dalam proses pembuatan Silase yaitu:

a. Tingkat kematangan dan Kelembaban Bahan

Tingkat kematangan tanaman yang tepat memastikan tercukupinya jumlah gula fermentasi (*fermentable sugar*) untuk proses pertumbuhan bakteri silase dan memberikan nutrisi maksimum untuk ternak. Tingkat kematangan juga memiliki pengaruh yang besar pada kelembaban hijauan pakan ternak, tercukupinya kelembaban untuk fermentasi bakteri sangat penting dan membantu dalam proses pembungkusan untuk mengeluarkan oksigen dari silase.

b. Panjang pemotongan

Panjang pemotongan yang paling bagus adalah antara $1/4 - 1/2$ inci, tergantung pada jenis tanaman, struktur penyimpanan dan jumlah silase. Potongan material tanaman dengan panjang tersebut akan menghasilkan silase dengan kepadatan yang ideal dan memudahkan pada saat proses pemanenan. Mengatur mesin pemotong dengan hasil potongan yang terlalu halus dapat memberikan dampak negatif terhadap produksi lemak. Memotong hijauan pakan ternak terlalu panjang juga dapat mengakibatkan silase sulit untuk memadat, serta udara akan terperangkap di dalam silase yang pada akhirnya mengakibatkan pemanasan dan penurunan kualitas. Pemotongan secara berulang secara umum tidak disarankan, kecuali jika kondisi bahan silase terlalu kering.

c. Pengisian, Pembungkusan, dan Penutupan

Proses pemanenan dan pengisian harus dilakukan secepat mungkin. Penundaan pengisian akan berakibat pada terjadinya proses respirasi yang berlebih dan meningkatkan *loss* hasil silase. Pembungkusan dilakukan sesegera mungkin pada saat akan menyimpan silase. Setelah diisi, fermentor harus ditutup rapat dan kedap udara untuk menghindari penetrasi udara ke dalam silase.

2.7 Peralatan Yang Digunakan dalam Pembuatan Silase

2.7.1. Grinding

Merupakan mesin pencacah bahan baku. Bahan baku dimasukkan kedalam mesin pencacah yang akan digerakkan oleh motor listrik, maka bahan baku akan menjadi halus sebelum dilakukan proses fermentasi. Proses grinding yaitu proses penghancuran, pengecilan, serta penghalusan ukuran partikel zat padat agar didapat zat padat dengan ukuran yang lebih halus. Peralatan penghancur diklasifikasikan menurut cara kekuatan yang ditetapkan sebagai berikut, antar dua permukaan, seperti pada penghancur dan shcering. Pada permukaan padat, seperti pada tumbukan, dan oleh tindakan melingkupi medium, seperti dalam suatu gilingan koloid. Suatu penggolongan yang lebih praktis adalah untuk membagi peralatan itu kedalam mesin penghancur, mesin penggiling, mesin penggiling yang bagus dan alat pemotong. (kimia analisis dan industri, 2009)

2.7.2. Fermentor

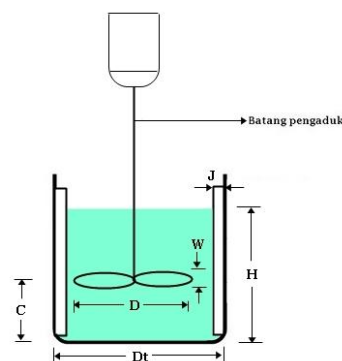
Bioreaktor (fermentor) merupakan bejana fermentasi aseptis untuk produksi senyawa oleh mikrobia melalui fermentasi. Bioreaktor dirancang untuk proses fermentasi secara anaerob dan aerob. Bioreaktor berfungsi :

- a. Sebagai tempat terjadinya proses fermentasi
- b. Menyediakan kondisi lingkungan yang cocok bagi mikrobia didalamnya untuk :
 - Menghasilkan biomassa
 - Menghasilkan enzim
 - Menghasilkan metabolit dsb.
- c. Memberikan lingkungan terkontrol bagi pertumbuhan mikroorganisme atau campuran tertentu mikroorganisme untuk memperoleh produk yang diinginkan.

Fermentor yang dibuat untuk rancang alat pakan ternak berukuran dengan diameter 24cm dan tinggi 48 cm. Produk-produk berbasis mikroba seperti biofertilizer, biokontrol, biopestisida, biodekomposer, ataupun produk biomassa mikroba memerlukan fermentor untuk memproduksinya. Fermentor untuk memproduksi mikroba ini tidak harus berteknologi tinggi. Fermentor dapat dibuat dengan peralatan sederhana, namun fungsional.

2.7.3. Pengaduk

Pengadukan adalah operasi yang menciptakan terjadinya gerakan dari bahan yang diaduk seperti molekul- molekul, zat-zat yang bergerak atau komponennya menyebar (terdispersi).



Gambar 2.2. Dimensi sebuah Tangki Berpengaduk

dimana :

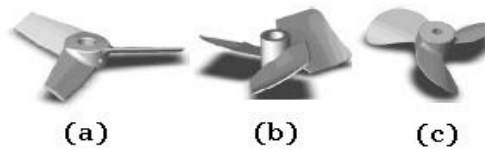
C = tinggi pengaduk dari dasar tangki	H = tinggi fluida dalam tangki
D = diameter pengaduk	J = lebar baffle
D_t = diameter tangki	W = lebar pengaduk

Jenis – Jenis Pengaduk

Secara umum, terdapat tiga jenis pengaduk yang biasa digunakan secara umum, yaitu pengaduk baling – baling (propeller), pengaduk turbin, pengaduk dayung dan pengaduk *helical ribbon*.

- Pengaduk jenis baling-baling (*propeller*)

Ada beberapa jenis pengaduk yang biasa digunakan. Salah satunya adalah baling-baling berdaun tiga.



Gambar 2.3. Pengaduk jenis Baling-baling (a), Daun Dipertajam (b), Baling-baling kapal (c)

Baling-baling ini digunakan pada kecepatan berkisar antara 400 hingga 1750 rpm (revolutions per minute) dan digunakan untuk cairan dengan viskositas rendah.

- **Pengaduk Dayung (*Paddle*)**

Berbagai jenis pengaduk dayung biasanya digunakan pada kecepatan rendah diantaranya 20 hingga 200 rpm. Dayung datar berdaun dua atau empat biasa digunakan dalam sebuah proses pengadukan. Panjang total dari pengadukan dayung biasanya 60 - 80% dari diameter tangki dan lebar dari daunnya $\frac{1}{6}$ - $\frac{1}{10}$ dari panjangnya.



Gambar 2.4. Pengaduk Jenis Dayung (*Paddle*) berdaun dua

Sebuah dayung jangkar atau pagar, yang terlihat pada gambar 4 biasa digunakan dalam pengadukan. Jenis ini menyapu dan mengeruk dinding tangki dan kadang-kadang bagian bawah tangki. Jenis ini digunakan pada cairan kental dimana endapan pada dinding dapat terbentuk dan juga digunakan untuk meningkatkan transfer panas dari dan ke dinding tangki. Pengaduk dayung sering digunakan untuk proses pembuatan kanji, cat, bahan perekat dan kosmetik.

- **Pengaduk Turbin**

Pengaduk turbin adalah pengaduk dayung yang memiliki banyak daun pengaduk dan berukuran lebih pendek, digunakan pada kecepatan tinggi untuk cairan dengan rentang kekentalan yang sangat luas. Diameter dari sebuah turbin biasanya antara 30 - 50% dari diameter tangki. Turbin biasanya memiliki empat atau enam daun pengaduk. Turbin dengan daun yang datar memberikan aliran yang radial.

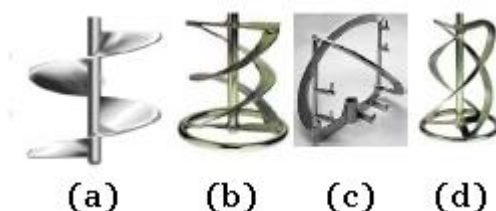


Gambar 2.5. Pengaduk Turbin pada Bagian Variasi.

Jenis ini berguna dalam suspensi padatan karena aliran langsung ke bawah dan akan menyapu padatan ke atas. Terkadang sebuah turbin dengan hanya empat daun miring digunakan dalam suspensi padat. Pengaduk dengan aliran aksial menghasilkan pergerakan fluida yang lebih besar dan pencampuran per satuan daya dan sangat berguna dalam suspensi padatan.

- **Pengaduk Hellical Ribon**

Jenis pengaduk ini digunakan pada larutan pada kekentalan yang tinggi dan beroperasi pada rpm yang rendah pada bagian laminar. Ribbon (bentuk seperti pita) dibentuk dalam sebuah bagian helical (bentuknya seperti baling-baling helicopter dan ditempelkan ke pusat sumbu pengaduk). Cairan bergerak dalam sebuah bagian aliran berliku-liku pada bagian bawah dan naik ke bagian atas pengaduk.



Gambar 2.6. Pengaduk Jenis (a), (b) & (c) *Hellical-Ribbon*, (d) *Semi-Spiral*