

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Eceng Gondok

Tanaman eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) berasal dari Amerika Selatan. Tanaman ini merupakan sejenis tanaman bakung yang hidup terapung di atas permukaan air, banyak tumbuh liar di perairan seperti waduk, danau, rawa dan sungai (Villamagna, 2009). Eceng gondok termasuk dalam divisio *Embryophytasi phanogama*, sub divisio *Angiospermae*, kelas *Monocotyledonene*, famili *Pontedericeae*, dan genus *Eichhornia*. Tanaman ini memiliki ciri-ciri antara lain tinggi tanaman ini antara 0,4-0,8 m, batang dengan buku pendek, garis tengah antara 1-2,5 cm dengan panjang hingga 30 cm. Daun eceng gondok berbentuk telur atau agak bulat, berwarna hijau terang dan berdiameter 15 cm, kelopak bunga berwarna ungu muda atau agak kebiruan. Eceng gondok berkembang biak dengan cara vegetatif (Fuskhah, 2000).

Eceng gondok umumnya dianggap sebagai gulma yang tumbuh banyak hampir di perairan yang mudah menyesuaikan diri dengan lingkungannya dan cepat berkembang biak. Tumbuhan ini hidup terapung pada permukaan air atau mengembangkan perakarannya di dalam lumpur sehingga dalam waktu singkat dapat menutupi permukaan perairan dan menyebabkan menurunnya ekosistem perairan di sekitarnya. Perkembangan dan penyebaran eceng gondok sangat cepat. Kecepatan pertumbuhan eceng gondok tergantung pada faktor lingkungan seperti kandungan zat hara perairan, kedalaman air, salinitas, pH dan intensitas

cahaya. Produksi eceng gondok sangat dipengaruhi oleh faktor kedalaman dan kandungan zat hara dari lokasi tumbuhnya. Suhu air yang cocok untuk pertumbuhan eceng gondok adalah 28°C–30°C dengan pH 7. Daun eceng gondok mengalami pertambahan 7,5–12,5% perhari. Produksi eceng gondok di Kebun Raya Bogor adalah 106,5 ton/ha/tahun, di Rawa Pening 255 ton/ha/tahun dan di Curug Jatiluhur 264,3 ton/ha/tahun (Fuskhah, 2000). Menurut hasil penelitian Muktiani *et al.* (2013), eceng gondok di Rawa Pening dapat menghasilkan 74–232 ton BK/ha/tahun dengan kandungan kadar air sebesar 92%, dimana dapat memenuhi kebutuhan pakan ternak sapi sebesar 52 ekor unit ternak (UT) pertahunnya. Perkembangbiakan eceng gondok tentu ada keuntungan dan kerugian yang dimilikinya. Di sisi lain sebagai gulma air yang merugikan, eceng gondok berperan menyerap bahan berat beracun di dalam air, pembuatan kerajinan, bahan baku pupuk, sebagai biogas yang diperoleh dengan cara fermentasi serta pakan ternak. Namun pemanfaatan eceng gondok sebagai bahan pakan memiliki beberapa kelemahan yaitu kadar air yang tinggi, teksturnya yang halus, mengandung banyak hemiselulosa dan protein sulit dicerna.

Eceng gondok selain memiliki banyak kandungan serat selulosa dan hemiselulosa, tanaman ini juga memiliki kandungan nutrisi yang baik. Menurut penelitian Astuti (2008) bahwa dalam 100 % BK mengandung protein kasar 9,8–12,0%, abu 11,9–23,9%, lemak kasar 1,1–3,3% dan serat kasar 16,8–24,6%. Eceng gondok juga mempunyai kandungan mineral kalsium (Ca) yang tinggi yaitu 0,65% dengan imbangannya Ca:P sangat baik yaitu 3:1. Namun demikian, eceng gondok juga memiliki kekurangan yaitu kadar air yang sangat tinggi yaitu

93% dan sifat bioakumulasi terhadap polutan yang ada di sekitarnya. Kandungan logam berat timbal (Pb) dari berbagai perairan cukup tinggi, misalnya hasil penelitian Mako *et al.*(2011) terhadap berbagai perairan mendapatkan bahwa kadar Pb yaitu berkisar antara 15,0–19,0 ppm. Kadar Pb pada eceng gondok ditentukan oleh lingkungan tempat tumbuh. Hasil penelitian Muktiani *et al.* (2013) bahwa eceng gondok di Rawa Pening hanya mengandung kadar Pb 0,23 ppm. Kadar air yang tinggi menyebabkan eceng gondok mudah busuk, oleh sebab itu eceng gondok jika dimanfaatkan sebagai bahan pakan perlu diolah terlebih dahulu agar bahan ini tidak cepat busuk dan mudah diangkut serta dapat diberikan kepada ternak setiap saat.

Eceng gondok memiliki potensi yang besar untuk pakan, baik untuk ternak ruminansia (sapi, domba dan kambing) maupun nonruminansia (unggas) dan kelinci. Penelitian awal untuk memanfaatkan eceng gondok sebagai pakan hijauan telah dilakukan antara lain untuk domba, kambing, sapi potong, sapi perah dan ayam. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan mengenai penggunaan eceng gondok sebagai pakan ternak diketahui bahwa pemberian eceng gondok sampai 15% pada ayam pedaging sampai umur 6 minggu tidak berpengaruh terhadap konsumsi, bobot badan hidup dan konversi pakan (Mahmilia, 2005), kemudian pada penambahan eceng gondok dalam ransum ayam petelur sebesar 10% tidak merugikan baik terhadap produksi telur atau dalam kualitas telurnya yang menunjukkan adanya pengaruh terhadap kuning telur, sedangkan penambahan 15% dan 30% eceng gondok ke dalam ransum itik tidak menunjukkan perbedaan nyata dalam konsumsi ransum ataupun terhadap

pertambahan bobot badan itik (Marlina dan Askar, 2001). Sedangkan penggunaan eceng gondok segar sebagai pakan sapi pada fase pertumbuhan penggunaannya tidak lebih dari 30% dari bahan kering ke dalam pakan (Tham, 2012). Menurut hasil penelitian Ekawati *et al.* (2014) bahwa pemberian pakan berupa silase eceng gondok sebesar 5% dari bobot badan domba menghasilkan PBBH sebesar 106,43 g/hari. Selain kandungan nutrisi yang baik eceng gondok juga mudah untuk didapatkan karena masih tersedia banyak di alam dan masih belum dimanfaatkan dengan baik.

2.2. Silase

Silase adalah hasil awetan segar hijauan pakan setelah mengalami proses ensilase yang berlangsung dalam suasana asam dan *anaerob*, hijauan pakan disimpan dalam keadaan segar dengan kandungan air 60-70% di dalam suatu tempat yang disebut silo. Muwakhid (2010) menyatakan bahwa silase merupakan bahan pakan dari hijauan maupun limbah pertanian yang diawetkan melalui proses fermentasi *anaerob* dengan kandungan air 60-70%. Prinsip dasar pembuatan silase adalah memacu terjadinya kondisi *anaerob* dan asam laktat dalam waktu relatif singkat. Ada beberapa hal penting agar diperoleh kondisi tersebut yaitu menghilangkan udara dengan cepat, menghasilkan asam laktat yang membantu menurunkan pH, mencegah masuknya oksigen ke dalam silo dan menghambat pertumbuhan jamur selama penyimpanan. (Jennings, 2006). Tujuan pembuatan silase antara lain sebagai persediaan pakan yang dapat digunakan pada saat kekurangan hijauan pakan, menampung kelebihan produksi hijauan pakan, memanfaatkan hijauan pakan pada saat pertumbuhan terbaik yang belum

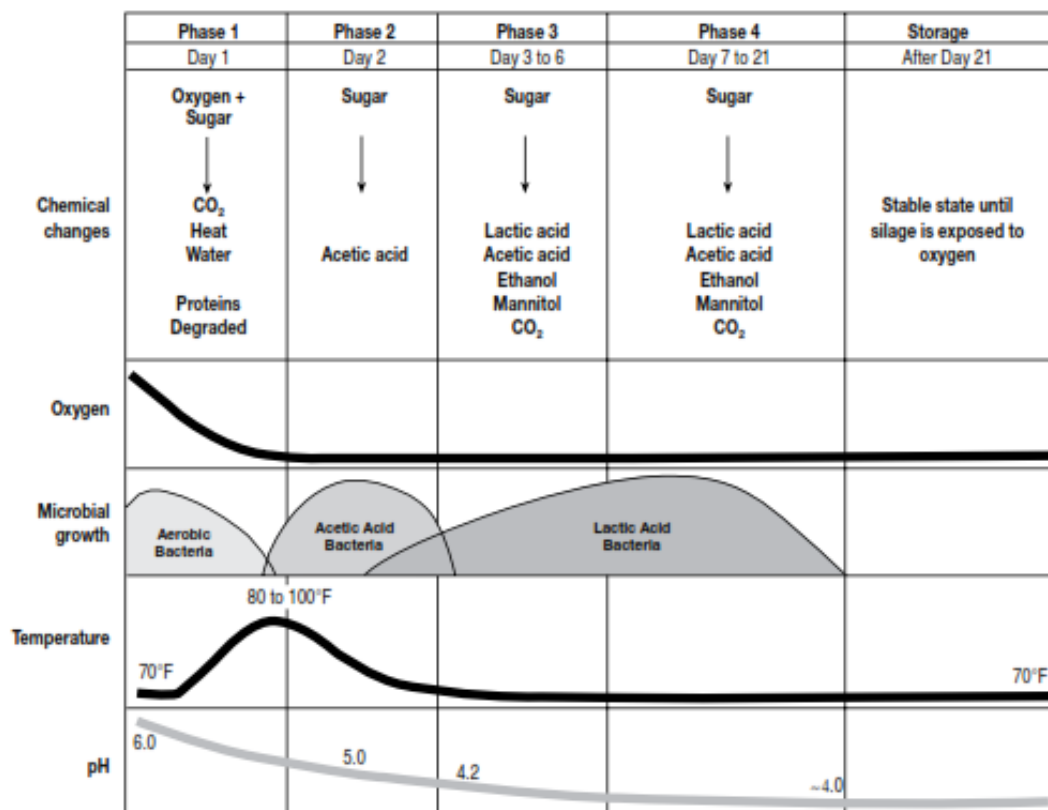
dimanfaatkan secara langsung dan mendayagunakan limbah pertanian (*agricultural waste product*) maupun hasil ikutan pertanian (*agricultural by-product*).

Hijauan pakan yang baik digunakan untuk bahan silase harus memenuhi syarat-syarat antara lain a) mengandung cukup substrat yang fermentabel dalam bentuk *water soluble carbohydrate* (WSC) atau karbohidrat terlarut air seperti glukosa dan fruktosa pada rumput-rumputan dengan konsentrasi 10-30 g/kg BK, sedangkan disakarida berupa sukrosa sekitar 20-80 g/kgBK; b) memiliki kemampuan mempertahankan pH (*buffering capacity*) rendah. *Buffering capacity* bahan pakan leguminosa lebih tinggi dibandingkan rumput sehingga dalam pembuatan silase perlu diperhatikan; c) Kandungan bahan kering dalam keadaan segar di atas 200 g/kg (lebih dari 20%).

Pembuatan silase dapat dilakukan dengan 2 cara yaitu secara kimiawi dan biologis. Secara kimiawi dibuat dengan penambahan asam organik atau anorganik seperti asam klorida, natrium bisulfat dan sulfur dioksida, sedangkan secara biologis dibuat dengan penambahan sumber karbohidrat seperti onggok, *molasses* dan dedak padi sebagai substrat yang kemudian difermentasikan secara *anaerob*. Beberapa hal perlu diperhatikan dalam pembuatan silase antara lain pH harus dipertahankan kurang dari 4,2 (pH lebih dari 4,8 ensilase gagal dan terjadi peragian), suhu optimum untuk bakteri asam laktat antara 25-35°C, lama pembuatan tidak boleh lebih dari 3 hari, bahan silase harus dipadatkan. Kepadatan untuk mendapatkan silase dengan kualitas baik berkisar antara 600-700 kg/m³ (Sunarso, 1997).

Pembuatan silase melalui proses yang disebut ensilase. Ensilase terdiri dari 2 proses yaitu oksidasi atau respirasi dan fermentasi. Proses ensilase terjadi dalam 2 kondisi yaitu: a) kondisi *aerob* yang biasanya berlangsung selama \pm 5 jam, b) kondisi *anaerob* terjadi sesudah semua oksigen habis terpakai. Dijelaskan lebih lanjut bahwa suasana asam dan *anaerob* yang optimal pada proses fermentasi digunakan untuk mematikan bakteri pembusuk dan jamur, sehingga hijauan pakan yang diawetkan akan tahan lebih lama. Proses pembuatan silase atau ensilase secara garis besar terdiri dari empat fase yaitu: (1) Fase *aerob* (respirasi tanaman), dimulai sejak tanaman dipotong dan dimasukkan ke dalam silo. Tanaman yang dipotong akan tetap hidup dan berespirasi selama beberapa jam, hal ini disebabkan oleh beberapa dinding sel masih utuh dan enzim pada tanaman (*protease*) masih berfungsi. Pada waktu yang bersamaan bakteri *aerobic* tumbuh di batang dan daun tanaman dan menghasilkan karbondioksida, air dan panas hasil pencernaan karbohidrat yang tersimpan pada tanaman. Panas yang dihasilkan oleh bakteri *aerobic* menyebabkan kenaikan suhu awal pada silase, kondisi normal tidak lebih dari 20°F atau 68°C lebih tinggi dari suhu lingkungan pembuatan silase. Fase ini berlangsung selama 3-5 jam tergantung dari kandungan oksigen. (2) Fase Fermentasi (Produksi asam asetat), fase ini dimulai setelah oksigen habis terpakai dan bakteri *anaerobic* tumbuh yaitu bakteri asam asetat. Bakteri ini mengubah karbohidrat menjadi asam asetat. Kondisi ini menurunkan pH dari 6-5. Penurunan pH menyebabkan jumlah bakteri asam asetat menurun akibat tidak tahan kondisi asam dan menghambat fungsi enzim *protease* pada tanaman. Fase ini berlangsung selama 1 -2 hari. (3) Fase fermentasi (produksi asam laktat),

terjadi setelah jumlah bakteri asam asetat menurun. Kondisi ini menyebabkan pertumbuhan dan perkembangan bakteri asam laktat meningkat. Bakteri asam laktat mengubah karbohidrat menjadi asam laktat, asam asetat, etanol, manitol dan karbondioksida. Fase ini berlangsung selama 3 hari. (4) Fase fermentasi (puncak produksi asam laktat) dan penyimpanan, merupakan fase terpanjang dari proses fermentasi yaitu berlangsung selama 2 minggu. pH akan berkisar antara 3,5-4,2. Fase-fase dalam proses ensilase tersebut selengkapnya dapat dilihat pada Ilustrasi 1.

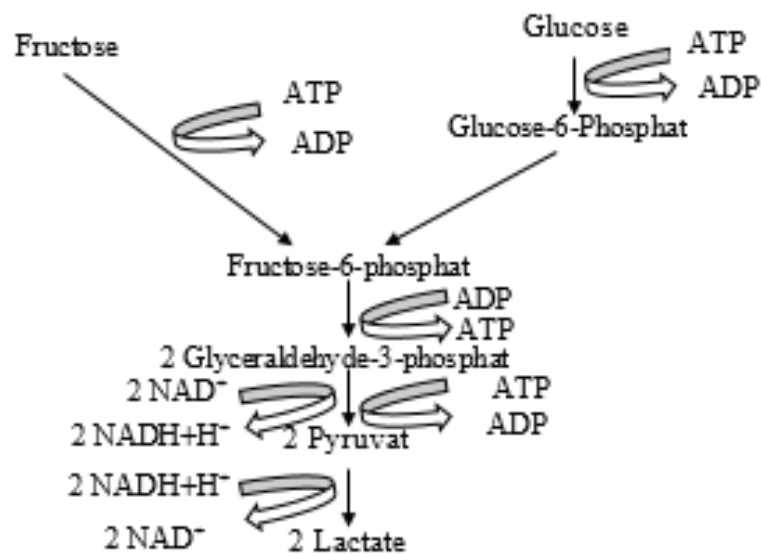


Ilustrasi 1. Fase-Fase dalam Proses Ensilase

Proses ensilase selesai dalam waktu 2-3 minggu. Lama waktu proses ensilase tergantung dari komposisi bahan dan aktivitas mikroorganisme yang menentukan cepat lambat tercapainya kondisi asam yang dikehendaki. Produk fermentasi yang dihasilkan selama proses ensilase adalah asam laktat, asam asetat, asam butirat, etanol, gas-gas fermentasi (CO_2 , CH_4 , CO , NO dan NO_2), air dan panas bebas. Faktor yang mempengaruhi kualitas silase meliputi hijauan (jenis, umur dan manajemen hijauan), teknik pembuatan (silo, pemadatan) dan kegiatan mikroorganisme.

McDonald (1981) menyatakan bahwa bakteri asam laktat memiliki peranan penting pada proses fermentasi karbohidrat mudah larut terutama glukosa dan fruktosa. Bakteri asam laktat akan menggunakan karbohidrat yang terlarut dalam air (*water soluble carbohydrate*) dan menghasilkan asam laktat. Asam laktat ini akan berperan dalam penurunan pH silase (Ennahar *et al.*, 2003). Selama proses fermentasi, asam laktat yang dihasilkan akan berperan sebagai zat pengawet sehingga dapat menghindarkan pertumbuhan mikroorganisme pembusuk. Bakteri asam laktat diharapkan secara otomatis tumbuh dan berkembang pada saat dilakukan fermentasi secara alami. Bakteri asam laktat dibagi menjadi dua kategori yaitu bakteri homofermentatif (*Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus pentosaceus*, *Streptococcus faecium*) yang mendegradasi karbohidrat menjadi asam laktat dan bakteri heterofermentatif (*Lactobacillus brevis*, *Lactobacillus fermentum*, *Leuconostoc mesenteroides*) yang mendegradasi karbohidrat menjadi asam laktat, CO_2 dan etanol.

Bakteri homofermentatif akan menghasilkan 2 mol asam laktat dari fermentasi 1 mol glukosa dan 2 mol fruktosa, sedangkan bakteri heterofermentatif akan menghasilkan 1 mol asam laktat dan 1 mol etanol dari fermentasi 1 mol glukosa dan 3 mol fruktosa. Fermentasi glukosa dan fruktosa oleh bakteri asam laktat homofermentatif selengkapnya dapat dilihat pada Ilustrasi 2.



Ilustrasi 2. Fermentasi Glukosa dan Fruktosa oleh Bakteri Asam Laktat Homofermentatif.

Ringkasan dari prosesnya adalah $C_6H_{12}O_6 + 2ADP \rightarrow 2CH_3CHOHCOOH + 2$ ATP (McDonald, 1981). Fermentasi glukosa dan fruktosa oleh bakteri asam laktat heterofermentatif selengkapnya dapat dilihat pada Ilustrasi 3.

BK, perombakan protein, karbohidrat mudah larut air dan profil asam organik yang dihasilkan dari ensilase; c) karakteristik utilitas (biologis) silase secara *in vitro* ditentukan berdasarkan fermentabilitas bahan organik membentuk *volatile fatty acid* (VFA), fermentabilitas protein menghasilkan amonia ((NH₃) dan pencernaan BK dan bahan organik (BO).

Karakter fisik silase meliputi perubahan warna, aroma, tekstur dan keberadaan mikroba pembusuk. Menurut Saun dan Heinrich (2008), silase berkualitas baik berwarna kuning kehijauan sampai agak coklat, aroma asam, tekstur remah dan tidak menggumpal. Silase berwarna kecoklatan menandakan terjadinya reaksi karamelisasi (*Maillard*) sehingga bahan kering dalam silase banyak terdegradasi. Reaksi *Maillard* adalah reaksi pencoklatan non enzimatis yang terjadi karena adanya reaksi antara gula pereduksi dengan gugus amin bebas dari asam amino atau protein. Gula yang bereaksi dengan asam amino akan melepaskan panas dan mendegradasi molekul-molekul besar yang sulit dicerna (Ratnakomala, 2009). Aroma asam yang timbul disebabkan oleh pembentukan asam-asam organik seperti asam laktat, asetat dan butirat dari proses degradasi pati pada proses ensilase (Siregar,1995). Keberadaan jamur pada silase dapat mengindikasikan bahwa silase terlalu lembab, jamur akan tumbuh pada kelembaban lebih dari 15%.

Karakteristik fermentatif atau kimiawi silase meliputi nilai pH, kehilangan BK dan BO, perombakan protein, karbohidrat mudah larut air dan profil asam organik seperti kadar *volatile fatty acid* (VFA) yang dihasilkan dari ensilase. Nilai pH pada silase berkualitas baik berkisar antara 3,8–4,2. Kadar air bahan

akan berkorelasi negatif terhadap nilai pH. Menurut Saun dan Heinrich (2008), kadar air yang terlalu tinggi akan menyebabkan penurunan pH lebih lambat sehingga terjadi proteolisis oleh bakteri *Clostridia*.

Kehilangan bahan kering terjadi akibat degradasi bahan kering selama proses ensilase. Pada fase awal ensilase dalam kondisi masih aerobik dan pH normal, bakteri merombak bahan kering dan nutrisi lainnya pada bahan. Protein mengalami proteolisis dapat dilihat melalui banyaknya kadar amonia pada fase awal ensilase. Proses proteolisis terjadi karena pH normal dan bakteri *Clostridial*. Amonia yang terbentuk akan mempengaruhi penurunan pH pada silase sehingga protein dalam hal ini dapat menimbulkan *buffering capacity* pada proses ensilase. Kadar amonia pada silase diharapkan kurang dari 8–10%. Kadar karbohidrat mudah larut atau *water soluble carbohydrate* (WSC) digunakan sebagai prekursor bagi mikrobia fermentatif untuk menghasilkan asam-asam organik sehingga menurunkan pH silase. Penambahan *water soluble carbohydrate* (WSC) dapat mempercepat pembentukan asam-asam organik untuk menurunkan pH sehingga menghambat pertumbuhan mikrobia pembusuk. Kadar *water soluble carbohydrate* (WSC) normal pada silase yaitu 1–3% (Seglar *et al.*, 2003).

Karakteristik biologis silase secara *in vitro* ditentukan berdasarkan fermentabilitas bahan organik membentuk *Volatile fatty acid* (VFA), fermentabilitas protein menghasilkan amonia, pencernaan bahan kering (BK) dan bahan organik (BO). *Volatile Fatty Acid* (VFA) merupakan sumber energi utama bagi ruminansia dan hasil akhir dari fermentasi bahan organik oleh mikroorganisme pada proses ensilase. *Volatile fatty acid* (VFA) menggambarkan

proses fermentasi pada ensilase. Tingkat VFA sangat bervariasi tergantung dari spesies tanaman, bahan kering saat panen, cuaca dan sinar matahari. Kadar *Volatile fatty acid* (VFA) pada silase hijauan basah berkualitas baik berkisar antara 10–14%, sedangkan pada silase bijian berkisar antara 2–4% (Saun dan Heinrinch, 2008).

Kegagalan dalam pembuatan silase disebabkan oleh beberapa faktor antara lain proses pembuatan yang salah, terjadi kebocoran silo sehingga tidak tercapai suasana yang *anaerob*, tidak tersedianya karbohidrat terlarut, kadar air awal pada bahan tinggi sehingga menyebabkan silase menjadi terlalu basah dan memicu pertumbuhan mikroorganisme pembusuk yang tidak diharapkan (Ratnakomala *et al.*, 2006). Mikroorganisme pembusuk dapat berupa mikroba *anaerob* seperti *Clostridia* dan *Enterobacteria* maupun mikroba aerob seperti kapang, khamir dan *Listeria*. Mikroba pembusuk tersebut tidak hanya menurunkan kualitas silase saja tetapi berpengaruh pada kesehatan ternak dan kualitas susu yang dihasilkan (Elferink *et al.*, 2010). Kerusakan silase diperhitungkan sebagai persentase dari silase yang rusak dibandingkan dengan jumlah total silase dalam satu silo. Silase yang mengalami kerusakan dapat terlihat dari tekstur silase yang rapuh, berwarna coklat kehitaman, berbau busuk dan banyak ditumbuhi jamur. Kerusakan silase umumnya terjadi pada permukaan dekat penutup silo.

2.3. Silo

Silo adalah tempat penyimpanan silase yang kedap udara dan tidak bocor. Prinsip dasar silo yang baik adalah kedap udara dan air, Bahan dari silo bervariasi,

bisa dari plastik, drum, bus beton, kayu dan atau semen permanen. Pembuatan silo dapat dilakukan secara permanen, semi permanen atau tidak permanen, hal ini tergantung situasi dan kondisi serta kebutuhan. Menurut Perry *et al.* (2003) pada umumnya terdapat berbagai jenis silo yang dapat digunakan sesuai kebutuhan seperti *trench silo*, *bunker silo*, *weenie bags* dan *plastic wrapped*. Silo dibagi menjadi dua berdasarkan penggunaannya yaitu 1.) Komersial meliputi *tower silo* (*vertical dan horizontal silo*), *flexible walled silo*, *plastic silo*, *vacuum silo* dan *plastic sausage silo* 2.) Eksperimental silo meliputi *laboratory silo* dan *plot scale silo* (Muck, 2011).

Setiap jenis silo mempunyai kelebihan dan kekurangan masing-masing, sehingga perlu langkah antisipatif agar silase yang dihasilkan berkualitas baik. Pemilihan silo perlu disesuaikan dengan skala usaha dan kebutuhan peternak, misalnya pada usaha peternak rakyat, diperlukan silo yang biaya pengadaannya relatif murah dan memerlukan peralatan yang sedikit selama penggunaannya, serta mudah untuk digunakan ketika memasukkan dan mengeluarkan silase dari silo (Poathong dan Phaikaew, 2001).

2.4. Jenis-Jenis Plastik

Plastik merupakan bahan sintetik atau semi sintetik yang termasuk dalam bahan organik yang digunakan sebagai kemasan. Menurut Julianti dan Nurminah (2006) beberapa jenis kemasan plastik yang banyak digunakan adalah sebagai berikut: a) PET (*Polyethylene terephthalate*) merupakan resin polyester yang tahan lama, ringan, kuat dan mudah dibentuk melalui pemanasan. Plastik jenis ini biasanya digunakan pada botol air mineral, kemasan makanan. PET dapat didaur

ulang kembali setelah digunakan. b) HDPE (*High Density Polyethylene*), merupakan resin polyester yang liat, kaku yang berasal dari minyak bumi. HDPE biasanya dapat ditemukan pada botol detergen, botol oli, drum plastik. Plastik jenis ini bisa didaur ulang kembali, c) PVC (*Polyvinyl Chloride*), memiliki tekstur yang liat dan keras dan tidak dapat didaur ulang. Plastik jenis ini dapat ditemukan pada tanda lalu lintas, pipa air, mainan. d) LDPE (*Low Density Polyethylene*), plastik jenis ini mudah dibentuk ketika panas, meskipun memiliki bentuk yang keras dan kuat. LDPE ini digunakan untuk tas plastik, botol dan wadah yang dicetak. Plastik jenis ini tidak dapat didaur ulang kembali. e) PP (*Polypropylene*), merupakan plastik polimer yang mudah dibentuk ketika panas, memiliki sifat lentur, keras dan tidak bisa didaur ulang. Plastik jenis ini umumnya digunakan pada wadah makanan, kemasan, pot tanaman, tutup botol dan sedotan. f) PS (*Polystyrene*) adalah plastik polimer yang mudah dibentuk jika dipanaskan, namun tidak dapat didaur ulang. Plastik jenis ini dibuat untuk gelas plastik, nampan dan perkakas plastik.

2.5. Gula Pereduksi

Gula pereduksi merupakan golongan gula (karbohidrat) yang memiliki kemampuan untuk mereduksi senyawa-senyawa penerima elektron. Hal ini disebabkan adanya gugus aldehid dan keton bebas dalam ujung molekul karbohidrat. Sifat tersebut nampak pada reaksi reduksi ion-ion logam misalnya ion Cu^{++} dan ion Ag^+ (Budiyanto, 2002). Gula pereduksi dapat mereduksi ion logam karena memiliki gugus aldehid atau keton bebas yang menarik kembali O_2 dari logam basa, sehingga logam basa tersebut akan tereduksi dan mengendap

sebagai Cu_2O . Semua monosakarida (glukosa, fruktosa dan galaktosa) dan disakarida (laktosa dan maltosa) termasuk gula pereduksi, kecuali sukrosa dan pati (polisakarida). Gula pereduksi umumnya dihasilkan berhubungan erat dengan aktivitas enzim, dimana semakin tinggi aktivitas enzim maka semakin tinggi juga gula pereduksi yang dihasilkan. Hal ini disebabkan oleh gugus aldehyd pada aldoheksosa mudah teroksidasi menjadi asam karboksilat dalam pH netral oleh zat pengoksidasi atau enzim. Gugus aldehyd atau gugus keton monosakarida dapat direduksi secara kimia menjadi gula alkohol, misalnya D-sorbito yang berasal dari D-glukosa. Gula pereduksi berperan dalam reaksi *Maillard* yaitu reaksi pencoklatan non-enzimatis. Gula pereduksi juga dapat bereaksi dengan protein (asam amino) (Khopar, 2003). Faktor-faktor yang mempengaruhi kandungan pereduksi adalah suhu, pH, zat-zat penghambat, kandungan karbohidrat mudah dicerna dalam bahan pakan.

Gula pereduksi dalam bahan dapat ditentukan konsentrasinya berdasarkan pada kemampuannya untuk mereduksi pereaksi lain. Analisis gula pereduksi dengan metode *Lane-Eynon* dilakukan secara volumetri dengan titrasi/titrimetri. Metode ini digunakan untuk penentuan gula pereduksi dalam bahan padat atau cair seperti laktosa, glukosa, fruktosa, maltose (Khopar, 2003).

Beberapa penelitian mengenai kandungan gula pereduksi dari hasil fermentasi berbagai macam bahan pakan telah dilakukan. Menurut Astuti (1997) kadar gula pereduksi yang dihasilkan dari silase rumput *Setaria spacelata* dengan penambahan aras aditif sumber bakteri berkisar antara 0,15–0,75%. Berdasarkan

hasil penelitian Puspitasari (2006), bahwa kadar gula pereduksi yang dihasilkan dari fermentasi limbah sampah pasar berkisar antara 3,59–8,78%.

Kadar gula pereduksi pada bahan yang difermentasi akan mempengaruhi jumlah mikroba, dikarenakan gula tersebut adalah substrat bagi mikrobia untuk menunjang aktivitas, pertumbuhan dan perkembangbiakkan serta menghasilkan asam laktat yang berguna untuk mengawetkan pakan (Kulsum, 2003).

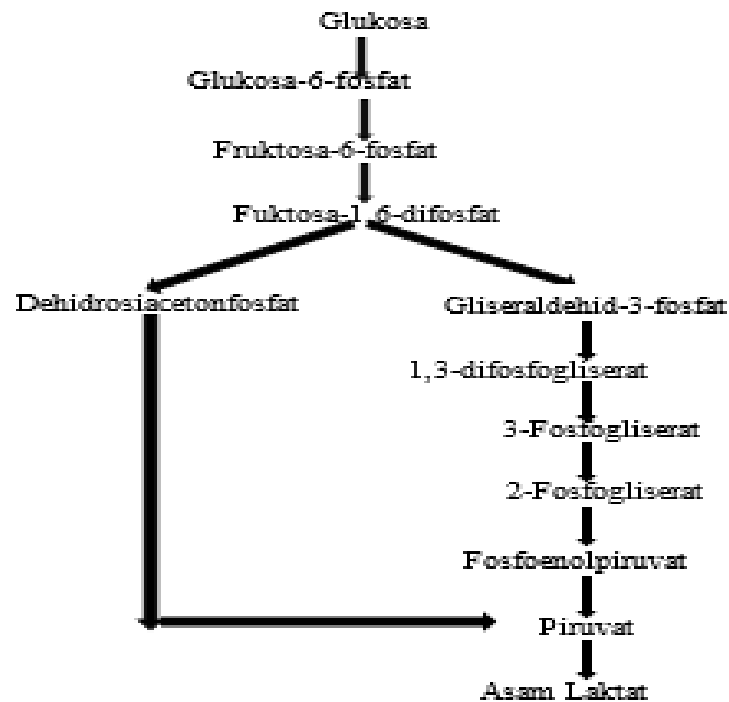
2.6. Total Asam

Total asam mendeskripsikan asam-asam organik yang dihasilkan selama proses fermentasi seperti asam laktat, asetat, gliserat dan piruvat, namun pada proses fermentasi yang menggunakan bakteri asam laktat, total asam tersebut merupakan jumlah dari asam laktat, asetat dan butirat. Asam-asam organik menentukan kualitas hasil fermentasi. Asam laktat adalah hasil dari pemecahan gula sederhana oleh bakteri asam laktat. Kandungan asam laktat normalnya berkisar 80–120 g/kg BK (McDonald, 1981).

Menurut Astuti (1997) total asam yang dihasilkan dari silase rumput *Setaria spaelata* dengan penambahan aras aditif sumber bakteri berkisar antara 11,25–27,00%. Berdasarkan hasil penelitian Puspitasari (2006), bahwa kadar total asam yang dihasilkan dari fermentasi sampah pasar berkisar antara 2,50–5,69%.

Asam yang terbentuk disebabkan oleh pemecahan karbohidrat menjadi glukosa oleh mikrobia, selanjutnya akan masuk ke dalam jalur *Embeden-Meyerhof-Pathway* atau Glikolisis (Ilustrasi 4) menjadi asam piruvat dan

selanjutnya asam piruvat diubah menjadi produk akhir yang spesifik yaitu asam laktat (Nurwantoro dan Dajrijah, 1997).



Ilustrasi 4. Jalur Embden-Mayerhof-Pathway dan Pembentukan Asam Laktat.

Total asam semakin meningkat pada penyimpanan minggu ketiga dan akan menurun kembali setelah minggu ketiga karena diduga bakteri asam laktat memasuki fase kematian sehingga menurunkan jumlah total asam yang terbentuk. Pertumbuhan bakteri asam laktat terhenti karena kehabisan gula untuk berlangsungnya proses fermentasi (Allaily *et al.*, 2011). Jumlah bakteri asam laktat menentukan kecepatan penurunan pH silase karena derajat keasaman yang dihasilkan oleh bakteri asam laktat adalah derajat keasaman yang tertinggi dibandingkan asam-asam organik lainnya yang terbentuk selama proses fermentasi (Thalib *et al.*, 2000).