

**KADAR GULA PEREDUKSI DAN TOTAL ASAM SILASE *COMPLETE*
FEED BERBAHAN ECENG GONDOK (*Eichhornia crassipes*) YANG
DIPERAM DALAM BERBAGAI JENIS SILO**

SKRIPSI

Oleh :

MUHAMMAD HASYIM



**PROGRAM STUDI S1 PETERNAKAN
FAKULTAS PETERNAKAN DAN PERTANIAN
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2016**

KADAR GULA PEREDUKSI DAN TOTAL ASAM SILASE *COMPLETE FEED* BERBAHAN ECENG GONDOK (*Eichhornia crassipes*) YANG DIPERAM DALAM BERBAGAI JENIS SILO

Oleh

MUHAMMAD HASYIM

NIM : 23010111130202

**Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelara Sarjana Peternakan pada Program Studi S1 Peternakan
Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro**

**PROGRAM STUDI S1 PETERNAKAN
FAKULTAS PETERNAKAN DAN PERTANIAN
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2016**

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Muhammad Hasyim
NIM : 23010111130202
Program Studi : S1 Peternakan

Dengan ini menyatakan sebagai berikut :

1. Karya Ilmiah yang berjudul: **Kadar gula pereduksi dan total asam silase *complete feed* berbahan eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) yang diperam dalam berbagai jenis silo** adalah hasil kerja saya sendiri.
2. Setiap ide atau kutipan dari karya orang lain berupa publikasi atau bentuk lainnya dalam karya ilmiah ini, telah diakui sesuai dengan standar prosedur disiplin ilmu.
3. Saya juga mengakui bahwa tugas akhir ini dapat dihasilkan berkat bimbingan dan dukungan penuh oleh pembimbing saya, yaitu :
Dr. Ir. Widiyanto, S.U. dan Dr. Ir. Anis Muktiyani, M. Si.

Apabila di kemudian hari dalam karya ilmiah ini ditemukan hal-hal yang menunjukkan telah dilakukannya kecurangan akademik oleh saya, maka saya bersedia gelar akademik yang telah saya dapatkan ditarik sesuai dengan ketentuan Program Studi S1 Peternakan Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro.

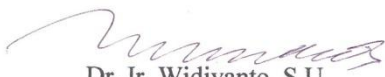
Semarang, Juni 2016



Muhammad Hasyim

Mengetahui

Pembimbing Utama


Dr. Ir. Widiyanto, S.U.

Pembimbing Anggota


Dr. Ir. Anis Muktiyani, M.Si.

LEMBAR PENGESAHAN

Judul : KADAR GULA PEREDUKSI DAN TOTAL ASAM SILASE COMPLETE FEED BERBAHAN ECENG GONDOK (*Eichhornia crassipes*) YANG DIPERAM DALAM BERBAGAI JENIS SILO

Nama Mahasiswa : MUHAMMAD HASYIM

Nomor Induk Mahasiswa : 23010111130202

Program Studi/Jurusan : S1 PETERNAKAN/PETERNAKAN

Fakultas : PETERNAKAN DAN PERTANIAN

Telah disidangkan di hadapan Tim Penguji
dan dinyatakan lulus pada tanggal : 07 JUN 2016

Pembimbing Utama



Dr. Ir. Widiyanto, S.U.

Pembimbing/Anggota



Dr. Ir. Anis Muktiani, M.Si.

Ketua Panitia Ujian Akhir Program



Ir. Surahmanto, M. S.

Ketua Program Studi



Dr. Ir. Hanny Indrat Wahyuni, M.Sc.



Prof. Dr. Ir. Mukh Arifin, M.Sc., Ph.D.

Ketua Jurusan



Prof. Dr. Ir. Bambang Sukanto, S.U.

RINGKASAN

MUHAMMAD HASYIM. 23010111130202. 2016. Kadar Gula Pereduksi dan Total Asam Silase *Complete Feed* Berbahan Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) yang Diperam dalam Berbagai Jenis Silo. (Pembimbing : **WIDIYANTO dan ANIS MUKTIANI**).

Tujuan penelitian ini adalah mengkaji kualitas silase *complete feed* eceng gondok yang diperam dengan jenis silo plastik yang berbeda bahan dan ketebalannya. Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah agar dapat memberikan informasi jenis silo yang baik dalam pembuatan silase *complete feed* eceng gondok. Penelitian dilakukan pada bulan September–Desember 2014 di Laboratorium Teknologi Pakan dan Laboratorium Ilmu Nutrisi dan Pakan, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro.

Materi yang digunakan dalam penelitian ini meliputi tanaman eceng gondok yang diperoleh dari Rawa Pening, kabupaten Semarang yang dilayukan selama sehari semalam, selanjutnya dicacah dengan *chopper*, konsentrat dan *molasses*. Bahan baku konsentrat terdiri dari onggok, dedak padi, bungkil sawit, kulit kopi, bungkil kelapa, bungkil biji kapuk, *molasses*. Peralatan yang digunakan dalam penelitian adalah *chopper*, timbangan kapasitas 50 kg ketelitian 1,000 kg, timbangan analitik kapasitas 120 g ketelitian 0,0001g, lakban, kertas label, alat tulis, blender, drum plastik, kantong plastik berwarna hitam, kantong plastik berwarna bening dan seperangkat alat-alat yang digunakan untuk analisis penentuan kadar gula pereduksi dan total asam. Data yang diperoleh dilakukan analisis sidik ragam atau *Analysis of Variance* (Anova) dengan uji F untuk mengetahui pengaruh perlakuan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan silo yang berbeda tidak berpengaruh terhadap kadar gula pereduksi dan total asam. Kadar gula pereduksi hasil penelitian ini berkisar antara 17,9-21,04%, sedangkan total asam berkisar antara 4,41-4,47%. Simpulan penelitian adalah ketiga jenis silo tersebut dapat digunakan dalam pembuatan silase *complete feed* eceng gondok tanpa mempengaruhi kualitasnya. Saran yang dapat diberikan yaitu penggunaan drum plastik sebagai silo sangat dianjurkan karena tahan lama dalam pemakaian waktu jangka panjang, harganya ekonomis dan praktis.

KATA PENGANTAR

Silo merupakan wadah atau media yang digunakan dalam pembuatan silase. Permasalahannya, peternak umumnya hanya mengetahui silo yang harganya mahal dan tidak praktis, sehingga menyebabkan peternak tidak menggunakan silase sebagai pakan ternak. Solusinya adalah perlu dicari silo yang praktis dan harga terjangkau serta menghasilkan kualitas silase yang baik. Jenis bahan silo mempengaruhi kualitas silase. Bahan silo dari plastik memiliki kelebihan yaitu air dan udara tidak bisa masuk sehingga kondisi silase tetap *an aerob*. Diharapkan dengan penelitian ini dapat mengatasi permasalahan tersebut.

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada Dr. Ir. Widiyanto, S.U sebagai pembimbing utama dan Dr. Ir. Anis Muktiani, M.Si sebagai pembimbing anggota atas bimbingan, saran dan pengarahannya sehingga penelitian dan penulisan skripsi ini dapat diselesaikan. Terima kasih kepada Dr. Ir. Endang Dwi Purbajanti, M. P. Selaku dosen wali yang telah membimbing dan mengarahkan selama kuliah.

Kepada pimpinan Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro beserta Staf, pimpinan Jurusan Peternakan, Pengelola Program Studi S1 Peternakan dan seluruh dosen, penulis ucapkan terima kasih atas bimbingan dan kesempatan yang telah penulis terima selama belajar di perguruan tinggi ini. Pada kesempatan terakhir penulis berharap semoga tulisan ini bermanfaat bagi yang membutuhkan informasi.

Semarang, Juni 2016

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR ILUSTRASI	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1. Eceng Gondok	4
2.2. Silase.....	7
2.3. Silo.....	16
2.4. Jenis-jenis Plastik	17
2.5. Gula Pereduksi.....	18
2.6. Total Asam.....	19
BAB III MATERI DAN METODE.....	22
3.1. Materi Penelitian.....	22
3.2. Metode Penelitian	22
3.3. Analisis Data.....	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1. Pengaruh Perlakuan Terhadap Uji Kadar Gula Pereduksi.....	28
4.2. Pengaruh Perlakuan Terhadap Uji Kadar Total Asam	31
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	35
5.1. Simpulan.....	35
5.2. Saran	35
DAFTAR PUSTAKA	36

LAMPIRAN.....	40
RIWAYAT HIDUP.....	55

DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1. Formulasi dan kandungan Nutrisi Silase <i>Complete Feed</i> Eceng Gondok.....	24
2. Kadar Gula Pereduksi Silase <i>Complete Feed</i> Eceng Gondok.....	28
3. Kadar Total Asam Silase <i>Complete Feed</i> Eceng Gondok.....	31

DAFTAR ILUSTRASI

Nomor	Halaman
1. Fase-Fase dalam Proses Ensilase.....	10
2. Fermentasi Glukosa dan Fruktosa oleh Bakteri Asam Laktat Homofermentatif.....	12
3. Fermentasi Glukosa dan Fruktosa oleh Bakteri Asam Laktat Heterofermentatif.....	12
4. Jalur <i>Embeden-Meyerhof-Pathway</i> dan Pembentukan Asam Laktat.....	21

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Halaman
1. Alur Pembuatan Silase <i>Complete Feed</i> Eceng Gondok.....	40
2. Kepadatan dan Kapasitas Silo.....	41
3. Kandungan Nutrisi Penyusun Silase <i>Complete Feed</i> Eceng Gondok.....	42
4. Formulasi Silase <i>Complete Feed</i> Eceng Gondok.....	43
5. Analisis Kadar Gula Pereduksi Silase <i>Complete Feed</i> Eceng Gondok.....	44
6. Analisis Kadar Total Asam Silase <i>Complete Feed</i> Eceng Gondok.....	47
7. Derajat Keasaman (pH) Silase <i>Complete Feed</i> Eceng Gondok.....	50
8. Hasil Analisis Proksimat Silase <i>Complete Feed</i> Eceng Gondok.....	51
9. Kehilangan Bahan Organik Silase <i>Complete Feed</i> Eceng Gondok.....	52
10. Kehilangan Bahan Ekstrak Tanpa Nitrogen (BETN) Silase <i>Complete Feed</i> Eceng Gondok.....	53
11. Kehilangan Serat Kasar (SK) Silase <i>Complete Feed</i> Eceng Gondok..	54

BAB I

PENDAHULUAN

Teknik pemberian pakan yang efisien pada ternak adalah dalam bentuk *complete feed*. *Complete feed* terdiri dari bahan pakan sumber serat dan konsentrat. Bahan pakan sumber serat berupa pakan hijauan yang melimpah ketika musim penghujan dan mengalami kelangkaan saat musim kemarau. Kondisi tersebut menyebabkan perlu ditemukan alternatif pakan sumber serat yang ketersediaannya melimpah tanpa tergantung pada kondisi musim tertentu. Eceng gondok merupakan alternatif pakan sumber serat yang melimpah dan mudah diperoleh sepanjang waktu karena belum dimanfaatkan secara optimal untuk pakan ternak. Namun eceng gondok memiliki kekurangan yaitu kadar air yang tinggi. Kadar air yang tinggi menyebabkan pakan mudah rusak, busuk dan tidak tahan lama dalam penyimpanan sehingga perlu dilakukan teknologi pengawetan yang tepat.

Silase merupakan salah satu teknologi dalam proses pengawetan hijauan segar melalui proses fermentasi secara *an aerob*. *Silase complete feed* adalah hijauan segar yang diformulasi dengan pakan lain (konsentrat) sehingga mencukupi kebutuhan nutrisi ternak kemudian difermentasi di dalam silo. Silase dapat disimpan dalam waktu yang lama selama tidak ada oksigen dan air yang masuk ke dalam silo. Silo merupakan wadah atau media yang digunakan dalam pembuatan silase. Silo yang dapat digunakan syaratnya adalah kedap udara dan air, mampu menahan kepadatan tertentu dan suhu tertentu. Bentuk silo bermacam-

macam sesuai penggunaannya yaitu non permanen, semi permanen dan permanen. Permasalahannya, peternak umumnya hanya mengetahui silo yang harganya mahal dan tidak praktis. Kondisi tersebut menyebabkan tidak ada keinginan peternak untuk membuat silase sebagai salah satu cara mengawetkan hijauan pakan. Solusi dari masalah tersebut adalah perlu dicari silo yang praktis, mudah diperoleh dan harga terjangkau bagi peternak, namun dapat menghasilkan kualitas silase yang baik. Silo terbuat dari berbagai macam bahan yaitu plastik, beton, baja dan fiber. Bahan pembuatan silo yang murah adalah plastik. Plastik merupakan kemasan yang umum digunakan dan beredar di masyarakat. Plastik memiliki jenis yang beragam dan memiliki karakteristik masing-masing. Salah satu karakteristik dari plastik adalah air dan udara tidak dapat menembus, sehingga apabila digunakan sebagai silo kualitas silo dapat dipertahankan.

Kualitas silase dapat dilihat berdasarkan fisik, kimiawi dan biologi. Salah satu kualitas kimiawi silase dapat dilihat dari kadar gula pereduksi dan total asam. Gula pereduksi merupakan indikator tingkat ketersediaan karbohidrat mudah dicerna, sedangkan total asam menggambarkan asam-asam organik yang dihasilkan selama proses fermentasi. Gula pereduksi dan total asam sangat berperan dalam menentukan kualitas silase yang dihasilkan, sehingga pengamatan kualitas silase dilakukan melalui analisis gula pereduksi dan total asam..

Berdasarkan hal tersebut maka dilakukan penelitian pembuatan silase menggunakan berbagai macam silo berbahan plastik. Penelitian bertujuan mengkaji kualitas silase *complete feed* eceng gondok yang diperam dengan jenis silo plastik yang berbeda bahan dan ketebalannya. Manfaat yang diharapkan dari

penelitian ini adalah agar dapat memberikan informasi jenis silo yang baik dalam pembuatan silase *complete feed* eceng gondok. Hipotesis penelitian yang akan dibuktikan adalah bahwa kualitas silase *complete feed* eceng gondok yang diperam dalam silo yang berbeda berpengaruh terhadap kadar gula pereduksi dan total asam.

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 (Fuskah, 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 penambahan 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

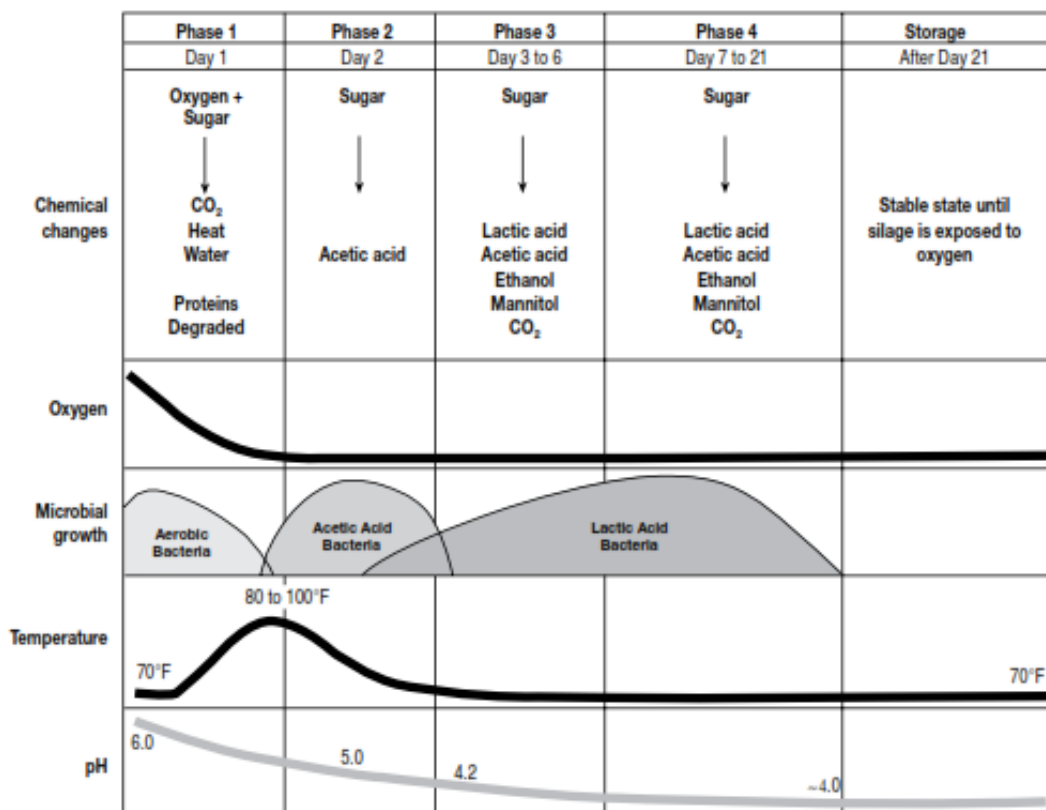
(*agricultural waste product*) maupun hasil ikutan pertanian (*agricultural by-product*).

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 ± 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.

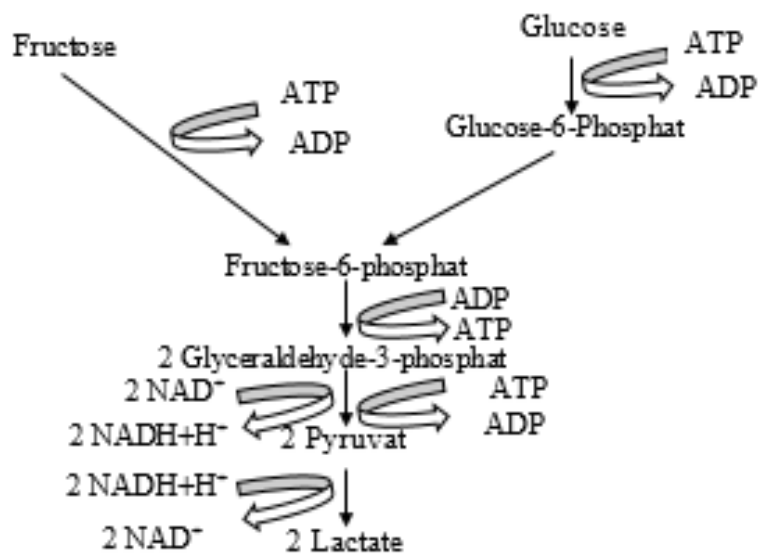


Ilustrasi 1. Fase-Fase dalam Proses Ensilase

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.

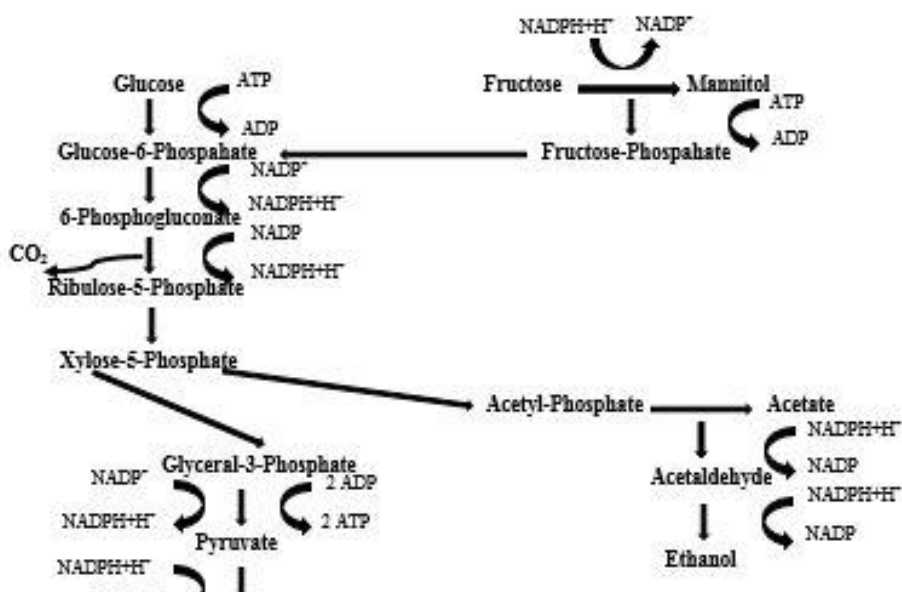
McDonald (1981) menyatakan bahwa bakteri asam laktat memiliki peranan penting pada proses fermentasi karbohidrat mudah larut terutama glukosa dan fruktosa. Bakteri asam laktat akan menggunakan karbohidrat yang terlarut dalam air (*water soluble carbohydrate*) dan menghasilkan asam laktat. Asam laktat 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 $C_6H_{12}O_6 + 2ADP \rightarrow 2CH_3CHOHCOOH + 2ATP$ (McDonald, 1981). Fermentasi glukosa dan fruktosa oleh bakteri asam laktat heterofermentatif selengkapnya dapat dilihat pada Ilustrasi 3.



Ilustrasi 3. Fermentasi Glukosa dan fruktosa oleh Bakteri Asam Laktat Heterofermentatif.

Ringkasan dari prosesnya adalah a) $C_6H_{12}O_6$ (Glucose) + ADP \rightarrow $CH_3CHOHCOOH + C_2H_5OH + CO_2 + ATP$; b) $3C_6H_{12}O_6$ (fructose) + $H_2O + 2ADP \rightarrow CH_3COHOHCOOH + 2 C_6H_{14}O_6 + CH_3COOH + CO_2 + 2 ATP$; c) $C_6H_{12}O_6$ (Glucose) + $2 C_6H_{12}O_6$ (fructose) + $H_2O + 2 ADP \rightarrow CH_3CHOHCOOH + CH_3COOH + 2 C_6H_{14}O_6 + CO_2 + 2 ATP$ (McDonald, 1981).

Keberhasilan pembuatan silase tergantung pada tiga faktor utama yaitu populasi bakteri asam laktat, sifat-sifat fisik dan kimiawi hijauan yang digunakan dan keadaan lingkungan. Beberapa faktor yang mempengaruhi kualitas silase adalah hijauan yang digunakan (jenis, umur dan manajemen hijauan), zat aditif dan kadar air di dalam hijauan. Berdasarkan penelitian Despal *et al.* (2011), kualitas silase dapat dilihat berdasarkan karakteristiknya antara lain a) karakteristik fisik silase meliputi perubahan warna, aroma, tekstur dan keberadaan mikroba pembusuk; b) karakteristik fermentatif (kimiawi) yaitu pH, Kehilangan 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

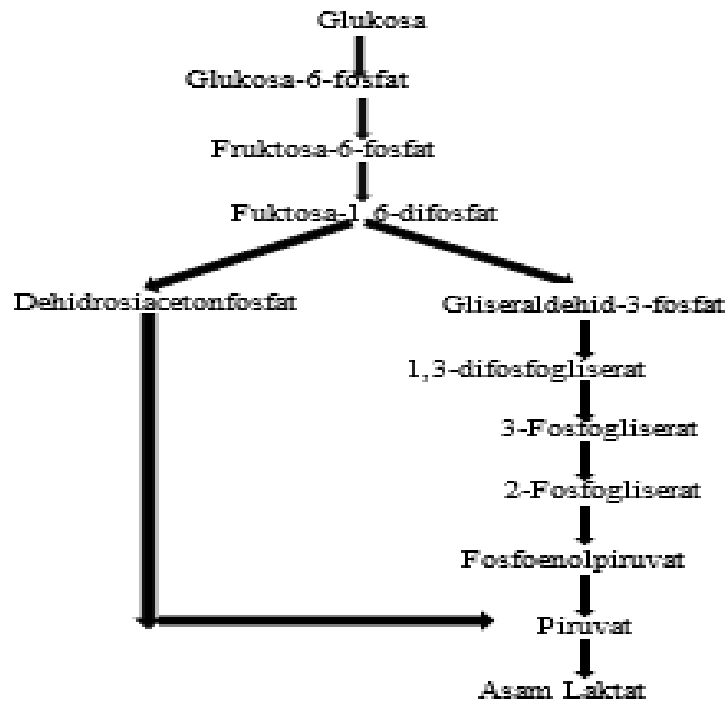
menunjang aktivitas, pertumbuhan dan perkembangbiakkan serta menghasilkan asam laktat yang berguna untuk mengawetkan pakan (Kulsum, 2003).

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 spacelata* 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).

BAB III

MATERI DAN METODE

Penelitian tentang kandungan gula pereduksi dan total asam pada silase *complete feed* eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) dengan kemasan silo berbeda dilaksanakan pada bulan September 2014 sampai dengan bulan Desember 2014 di Laboratorium Teknologi Pakan dan Laboratorium Ilmu Nutrisi dan Pakan, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro.

3.1. Materi Penelitian

Materi yang digunakan dalam penelitian meliputi tanaman eceng gondok yang diperoleh dari Rawa Pening, kabupaten Semarang yang dilayukan selama sehari semalam, selanjutnya dicacah dengan *chopper*, konsentrat dan *molasses*. Bahan baku konsentrat terdiri dari onggok, dedak padi, bungkil sawit, kulit kopi, bungkil kelapa, bungkil biji kapuk, *molasses*. Peralatan yang digunakan dalam penelitian adalah *chopper*, timbangan kapasitas 50 kg ketelitian 1,000 kg, timbangan analitik kapasitas 120 g ketelitian 0,0001g, lakban, kertas label, alat tulis, blender, drum plastik, kantong plastik berwarna hitam, kantong plastik berwarna bening dan seperangkat alat-alat yang digunakan untuk analisis penentuan kadar gula pereduksi dan total asam.

3.2. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian meliputi dari rancangan percobaan, prosedur penelitian dan parameter penelitian dijelaskan lebih mendetail

sebagai berikut:

3.2.1. Rancangan percobaan

Penelitian dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 3 perlakuan dan 5 ulangan. Perlakuan yang dicobakan adalah 3 jenis silo plastik sebagai berikut :

T1 = silo berbentuk drum berwarna biru berbahan plastik HDPE (*High Density Polyethylen*) dengan ketebalan 3,0 mm,

T2 = silo berbahan plastik jenis PET (*Polyethylene terephthalate*) berwarna hitam dengan ketebalan 0,25 mm.

T3 = silo berbahan plastik jenis PP (*Polypropylen*) berwarna bening atau transparan dengan ketebalan 0,1 mm.

3.2.2. Prosedur penelitian

Penelitian dilakukan 3 tahapan yaitu tahap persiapan, tahap pembuatan silase *complete feed* eceng gondok dan tahap pengambilan data. Tahap persiapan meliputi persiapan alat dan bahan baku pakan yang akan digunakan untuk pembuatan silase *complete feed*. Tahap pembuatan silase *complete feed* eceng gondok dilakukan dengan terlebih dahulu meniriskan eceng gondok selama sehari semalam sehingga diperoleh kadar air 91,53%, kemudian eceng gondok

dichopper dengan ukuran 3-5 cm dan ditimbang sebanyak 100 kg. Eceng gondok yang telah dicacah selanjutnya dicampur dengan konsentrat yang berkadar air 14,12% sebanyak 50 kg sehingga diperoleh kadar air *complete feed* 65,73%. *Complete feed* tersebut dimasukkan ke dalam silo sesuai perlakuan dengan kepadatan 650 kg/m³. Pemeraman dilakukan selama 14 hari dalam kondisi *an aerob*. Formulasi dan kandungan nutrisi ransum perlakuan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Formulasi dan Kandungan Nutrisi Silase *Complete feed* Eceng Gondok

Bahan Pakan*	Bahan Kering	Berat Segar
	----- (%) -----	
Onggok	12,03	5,30
Dedak padi	25,98	10,20
Bungkil sawit	11,00	4,27
Kulit kopi	7,03	2,68
Bungkil kelapa	23,01	9,06
Bungkil biji kapuk	2,98	1,21
<i>Molasses</i>	1,97	0,84
Eceng gondok	16,00	66,46
Jumlah	100	100
Nutrien	<i>Silase complete feed</i> **	
	----- (%) -----	
BK	24,27	
TDN	67,43	
PK	11,12	
Abu	13,30	
LK	5,87	
SK	24,74	
BETN	45,67	

*Susunan ransum Muktiani *et al.* (2003)

** Analisis proksimat silase *complete feed* eceng gondok sebelum diperam

3.2.3. Parameter penelitian

Parameter yang diukur dalam penelitian meliputi kadar gula pereduksi dan total asam dari silase *complete feed* eceng gondok.

3.2.3.1. Pengukuran kadar gula pereduksi, analisis kadar gula pereduksi dilakukan dengan menggunakan metode Lane-Eynon (Apriyanto *et al.*,1989). Sampel ditimbang sebanyak 3 g dan dimasukkan ke dalam *beaker glass* 100 ml, kemudian ditambahkan 50 ml alkohol 80% dan diaduk dengan stirer selama 1 jam, selanjutnya disaring dengan kertas saring Whatman dan dicuci sampai volume erlenmeyer penampung mencapai 100 ml. Filtrat dimasukkan dalam erlenmeyer 800 ml yang sebelumnya telah diisi dengan 200 ml aquades dan 20 ml larutan HCl 25%, kemudian dipanaskan dengan pendidih balik selama 2 jam. Setelah dingin ditambahkan 10 larutan NaOH 45% dan aquades sampai volume erlenmeyer 500 ml.

Larutan disaring dengan menggunakan kertas saring Whatman sampai diperoleh filtratnya. Filtrat sebanyak 10 ml dimasukkan dalam erlenmeyer 100 ml ditambah 10 ml larutan fehling dan 2 tetes indikator PP 1 %, kemudian dititrasikan dengan larutan glukosa standar sambil dipanaskan dan diaduk stirer sampai terbentuk endapan merah bata. Kadar gula pereduksi dihitung dengan rumus:

$$\text{Kadar Gula Pereduksi} = \frac{c(b-a)P}{G} \times 100\%$$

Keterangan:

a = Volume larutan glukosa standar untuk titrasi sampel (ml)

b = Volume larutan glukosa standar untuk titrasi blanko (ml)

- c = Konsentrasi glukosa standar (5mg/ml)
 P = Faktor Pengenceran (500/10 ml)
 G = Berat sampel (g)

3.2.3.2. Pengukuran kadar total asam, analisis kadar total asam dilakukan dengan cara titrasi menurut metode yang diuraikan Ruck (1963). Sampel ditimbang sebanyak 10 g dan dihomogenkan dengan air sampai volumenya 250 ml dan didiamkan selama 1 jam, kemudian disaring dengan kertas saring Whatman. Filtrat sebanyak 25 ml dititrasi dengan larutan NaOH 0,1 N dengan 2 tetes indikator phenolptalien (PP) 1%. Titrasi dihentikan apabila telah terbentuk warna merah muda.

Kadar total asam dapat ditentukan dengan menggunakan rumus:

$$\text{Kadar Total Asam (sebagai asam laktat)} = \frac{V \times N \times P \times B}{G \times 1000} \times 100\%$$

Keterangan:

- V = Volume NaOH untuk titrasi sampel (ml)
 N = Normalitas NaOH (0,1 N)
 P = Faktor Pengenceran (250/25 ml)
 B = Bobot molekul asam laktat (90)
 G = Bobot sampel (g)

3.3. Analisis Data

Model linier umum untuk rancangan yang dilakukan adalah :

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$$

Keterangan :

- Y_{ij} = hasil pengamatan pengaruh jenis silo ke-i ulangan ke-j
 μ = Rataan umum

τ_i = Pengaruh jenis silo ke-i

ϵ_{ij} = Pengaruh galat yang timbul secara acak pada jenis silo ke-i dan ulangan ke-j

Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan sidik ragam (Anova).

Menurut Steel dan Torrie (1990) apabila hasil perhitungan menunjukkan pengaruh perlakuan nyata ($p < 0,005$) dilanjutkan dengan uji beda nilai tengah dengan uji wilayah ganda duncan. Hipotesis yang akan diuji dalam penelitian ini adalah

H_0 = tidak ada pengaruh jenis silo terhadap kadar gula pereduksi dan total asam pada silase *complete feed* eceng gondok.

H_1 = minimal ada satu pengaruh jenis silo terhadap kadar gula pereduksi dan total asam pada silase *complete feed* eceng gondok.

Kriteria pengujian F adalah sebagai berikut : bila F hitung $<$ F tabel, maka H_0 diterima dan H_1 ditolak dan apabila F hitung \geq F tabel, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengaruh Perlakuan Terhadap Uji Kadar Gula Pereduksi

Hasil penelitian gula pereduksi silase *complete feed* eceng gondok yang diperam dalam jenis silo yang berbeda tercantum dalam Tabel 2.

Tabel 2. Kadar Gula Pereduksi Silase *Complete Feed* Eceng Gondok

Peubah	Perlakuan bahan silo		
	T1	T2	T3
Gula pereduksi (%)	20,54	17,90	21,04
BO sebelum peram (g/100g)	35,32	35,32	35,32
BO setelah peram (g/100g)	32,19	31,70	31,64
Kehilangan BO (%)	8,87	10,24	10,41
BETN sebelum peram (g/100g)	45,67	45,67	45,67
BETN setelah peram (g/100g)	42,06	43,89	42,04
Kehilangan BETN (%)	8,73	7,42	7,95

Hasil analisis ragam (Lampiran 4) menunjukkan bahwa perlakuan jenis silo tidak berpengaruh nyata ($P>0,05$) terhadap kadar gula pereduksi pada silase *complete feed* eceng gondok, dengan kata lain penggunaan kemasan silo yang berbeda akan menghasilkan kadar gula pereduksi yang sama. Faktor-faktor seperti jenis, ketebalan dan warna bahan silo ternyata tidak berpengaruh terhadap proses terbentuknya gula pereduksi. Hal ini tidak sesuai dengan pendapat Muck (2011) bahwa ketebalan dan jenis plastik yang digunakan pada silo akan mempengaruhi kualitas silase selama penyimpanan silase, contohnya silo yang menggunakan plastik *polyethylene* berwarna putih memiliki kualitas yang lebih baik dengan

tingkat kehilangan bahan kering sebesar 5% lebih rendah dibandingkan menggunakan plastik *polyethylene* berwarna hitam.

Gula pereduksi terbentuk dari pemecahan polisakarida (amilum) yang terdapat dalam bahan silase *complete feed*. Amilum dihidrolisis oleh bakteri amilolitik menjadi maltosa, selanjutnya maltosa didegradasi menjadi glukosa. Glukosa tersebut oleh bakteri asam laktat diubah menjadi asam laktat melalui proses glikolisis. Hal ini sesuai pendapat Poedjiadi (2006) yang menyatakan bahwa proses glikolisis diawali dengan molekul glukosa dan diakhiri terbentuknya asam laktat.

Kadar gula pereduksi yang tidak berbeda pada penelitian ini disebabkan karena ketiga jenis kemasan silo tersebut menghasilkan suhu dan kepadatan yang sama. Kepadatan pada penelitian ini adalah 650 kg/m^3 . Hal ini sesuai pendapat Sunarso (1997) bahwa kepadatan berkisar $600\text{--}700 \text{ kg/m}^3$ akan menghasilkan silase dengan kualitas yang baik. Suhu fermentasi pada penelitian ini berkisar antara $27\text{--}28 \text{ }^\circ\text{C}$. Okine *et al.* (2005) menyatakan bahwa suhu untuk mendapatkan kualitas silase yang baik berkisar antara $25\text{--}37 \text{ }^\circ\text{C}$. Kondisi tersebut menghasilkan lingkungan yang nyaman bagi mikrobia. Suhu fermentasi ini diduga juga dipengaruhi oleh suhu lingkungan tempat pembuatan silase yaitu $32 \text{ }^\circ\text{C}$.

Selain faktor yang telah disebutkan, kadar gula pereduksi yang tidak berbeda diduga dipengaruhi oleh kadar BO silase yang relatif sama yaitu berkisar antara 31,64–32,19 %. Kadar BO terkait dengan ketersediaan karbohidrat yang terlarut. Sumber karbohidrat terlarut yang tinggi pada bahan silase menyebabkan peningkatan aktivitas bakteri untuk menghasilkan asam laktat sehingga

menyebabkan kehilangan BO yang lebih besar dalam ensilase. Kondisi tersebut ditunjang bukti pH yang semakin rendah dan semakin tingginya kehilangan BO. Hal ini sesuai pendapat Surono (2006) yang menyatakan bahwa meningkatnya pembentukan asam laktat merupakan indikasi banyaknya bahan organik yang digunakan selama proses ensilase yang menyebabkan kehilangan bahan organik.

Bahan Ekstrak Tanpa Nitrogen (BETN) merupakan komponen bahan organik terutama berasal dari karbohidrat mudah dicerna. Kandungan BETN yang semakin tinggi akan memacu berkembangnya bakteri asam laktat dan perombakan BETN sehingga menyebabkan terjadinya kehilangan BETN selama ensilase.

Kehilangan BETN pada penelitian ini berkisar antara 7,42–8,73 %. Lamid (2005) menyatakan bahwa kehilangan BETN memberikan indikasi bahwa degradasi komponen polisakarida oleh mikrobia menghasilkan karbohidrat terlarut (oligosakarida) yang tinggi dimana oligosakarida berpotensi sebagai pemasok sumber energi. Proses fermentasi akan selalu menurunkan kadar BETN dalam media fermentasi. Polisakarida (amilum) didegradasi oleh mikrobia menjadi disakarida (maltosa), selanjutnya diubah oleh bakteri asam laktat menjadi monosakarida (glukosa/fruktosa) dan monosakarida yang terbentuk diubah menjadi asam laktat. Hal tersebut sejalan dengan Poedjiadi (2006) yang menyatakan bahwa polisakarida akan diubah terlebih dahulu menjadi monosakarida dalam kondisi *anaerob*, selanjutnya monosakarida yang terbentuk oleh bakteri asam laktat diubah menjadi asam laktat dengan memanfaatkan H₂O yang ada.

Rata-rata kadar gula pereduksi silase *complete feed* eceng gondok pada penelitian ini berkisar antara 17,90–21,04 %. Dilihat dari kadar gula pereduksi silase *complete feed* eceng gondok hasil penelitian ini termasuk baik. Hasil penelitian ini lebih tinggi dibandingkan hasil penelitian Astuti (1997) pada silase rumput *Setaria spaelata* yang menghasilkan kadar gula pereduksi berkisar antara 0,15–0,75 % serta hasil penelitian Puspitasari (2006) pada fermentasi limbah pasar yang menghasilkan gula pereduksi antara 3,59–8,78 %. Kadar gula pereduksi yang lebih tinggi disebabkan karena silase pada penelitian ini berupa *complete feed* mengandung karbohidrat mudah dicerna relatif lebih tinggi, sehingga menghasilkan gula pereduksi lebih banyak. Penelitian Astuti (1997) bahan silase berupa rumput dan Puspitasari (2006) menggunakan limbah sampah pasar dengan penambahan aditif berupa onggok, jagung dan dedak padi sebesar 5 %, sedangkan pada penelitian ini berbahan eceng gondok ditambah konsentrat sebesar 33 % sehingga dihasilkan gula pereduksi yang lebih tinggi.

4.1. Pengaruh Perlakuan Terhadap Uji Kadar Total Asam

Hasil penelitian total asam silase *complete feed* eceng gondok yang diperam dalam silo yang berbeda tercantum dalam Tabel 3.

Tabel 3. Kadar Total Asam Silase *Complete Feed* Eceng Gondok

Peubah	Perlakuan bahan silo		
	T1	T2	T3
Total Asam (%)	4,41	4,38	4,47
Derajat Keasaman (pH)	4,27	4,45	4,33
SK sebelum peram (gram)	24,74	24,74	24,74
SK setelah peram (gram)	22,87	23,20	22,74
Kehilangan SK (%)	7,54	6,22	8,09

Hasil analisis ragam (Lampiran 5) menunjukkan bahwa perlakuan tidak berpengaruh nyata ($P>0,05$) terhadap kadar total asam pada silase *complete feed* eceng gondok. Hal tersebut menggambarkan bahwa penggunaan kemasan silo yang berbeda akan menghasilkan kadar total asam yang tidak berbeda. Hasil yang tidak berbeda pada penelitian ini diduga disebabkan oleh ketebalan bahan silo tidak mempengaruhi kondisi lingkungan tempat hidup bakteri yang berperan dalam proses fermentasi, sehingga tidak berpengaruh terhadap proses terbentuknya total asam. Total asam berasal dari asam-asam organik seperti asam laktat, asam propionat, asam asetat dan asam butirat. Asam laktat terbentuk dari polisakarida (amilum) yang didegradasi oleh bakteri amilolitik menghasilkan glukosa, selanjutnya difermentasi oleh bakteri asam laktat menjadi laktat melalui glikolisis, sedangkan asam asetat, propionat dan butirat dihasilkan dari degradasi karbohidrat oleh bakteri asam laktat.. Asam asetat juga dihasilkan oleh bakteri asam laktat heterofermentatif (heterolaktat) yang memfermentasi heksosa menjadi asam laktat dan produk lain seperti etanol dan asam asetat. Selain itu asam asetat dapat terbentuk dari rantai karbon asam amino selama fermentasi sekunder, sedangkan asam butirat dihasilkan dari perombakan glukosa dan asam laktat oleh bakteri *clostridia* sakharolitik. Konsentrasi asam laktat yang tinggi pada silase menyebabkan bakteri pengguna laktat seperti *Megasphaera elsdinii* dapat mengkonversi asam laktat menjadi asam propionat yang selanjutnya digunakan sebagai prekursor glukoneogenesis (Lemosquet *et al.*, 2004; Martin *et al.*, 2006)

Hasil penelitian yang tidak berbeda juga dipengaruhi besarnya kehilangan serat kasar (SK) pada silase *complete feed* yang tidak berbeda. Kehilangan SK pada penelitian berkisar antara 6,22–8,09 %. Serat kasar mengandung selulosa, hemiselulosa dan lignin yang didegradasi oleh bakteri selulolitik menghasilkan VFA (*Volatile Fatty acids*) berupa asetat, propionat dan butirat. Asam-asam organik ini merupakan penyusun total asam selain asam laktat. Kadar total asam sangat dipengaruhi oleh polisakarida sebagai substrat yang dimanfaatkan oleh bakteri asam laktat dalam menghasilkan asam. Terbentuknya asam disebabkan oleh pemecahan karbohidrat menjadi gula-gula sederhana oleh mikroba, yang selanjutnya masuk ke dalam jalur *Embden-Meyerhof-Pathway* atau glikolisis (Ilustrasi 3) menjadi asam piruvat dan diubah menjadi asam laktat (Nurwantoro dan Djarijah, 2007). Bakteri asam laktat merombak senyawa-senyawa gula sederhana menjadi asam yang pada akhirnya akan meningkatkan kadar total asam. Perubahan gula sederhana menjadi asam laktat dalam proses fermentasi diikuti dengan penurunan pH. Kadar total asam akan meningkat sejalan dengan meningkatnya kadar gula pereduksi.

Rata-rata kadar total asam silase *complete feed* eceng gondok pada penelitian ini berkisar antara 4,38–4,47 %. Dilihat dari kadar total asam silase *complete feed* eceng gondok hasil penelitian ini termasuk baik. Hal ini sesuai pendapat Low dalam Thalib *et al.* (2000) menyatakan bahwa silase yang baik mengandung asam laktat antara 3–13 % berat kering. Hasil penelitian ini lebih rendah dibandingkan hasil penelitian Astuti (1997) pada silase rumput *Setaria spaciolata* memperoleh kadar total asam berkisar antara 11,25–27,00 % dan setara

dengan penelitian Puspitasari (2006) berupa fermentasi limbah pasar yang menghasilkan kadar total asam antara 2,50–5,69 %. Hal ini diduga pada penelitian Astuti (1997) bahan silase hanya berupa hijau rumput yang mempunyai *buffering capacity* yang rendah dan serat yang tinggi dibandingkan silase pada penelitian silase *complete feed* dan Puspitasari (2006) dengan bahan limbah pasar. *Buffering capacity* pada silase *complete feed* cukup tinggi disebabkan karena bahan silase *complete feed* memiliki kadar protein lebih tinggi dibandingkan pada silase rumput *Setaria spacelata* dan fermentasi limbah pasar. Protein mengalami proteolisis menghasilkan amonia sehingga menyebabkan kondisi basa. Kondisi basa menyebabkan penghambatan dalam proses penurunan pH.

Total asam yang tidak berbeda pada penelitian silase *complete feed* menyebabkan nilai derajat keasaman (pH) tidak berbeda. Nilai pH pada silase berkisar antara 4,27–4,45. Nilai pH tersebut telah dicapai kondisi optimum agar silase awet. Hal ini sesuai pendapat Saun dan Heinrich (2008) yang menyatakan bahwa pH silase yang berkualitas baik berkisar antara 3,8–4,8. Menurut McDonald (1981) bahwa pada pH 3,4–5,5 aktivitas mikroba hampir berhenti dan sisa bahan akan tetap stabil sepanjang kondisi *anaerob* tetap terjaga. Semakin rendah nilai pH maka semakin tinggi produksi asam sehingga pertumbuhan bakteri patogen dan bakteri pembusuk terhambat serta yang bertahan adalah bakteri pembentuk asam seperti bakteri asam laktat. Mikrobia yang bertahan terhadap pengaruh asam dan kondisi *anaerob* akan bertahan hidup dan berkembangbiak sedangkan bakteri-bakteri lain yang umumnya bersifat patogen tidak dapat bertahan hidup. Dijelaskan lebih lanjut bahwa pertumbuhan bakteri

asam laktat akan mengungguli pertumbuhan mikrobia lainnya seperti ba patogen dan pembusuk apabila dalam suasana asam dan *anaerob*.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketiga jenis silo tersebut dapat digunakan dalam pembuatan silase *complete feed* eceng gondok tanpa mempengaruhi kualitasnya.

5.2 Saran

Penggunaan drum plastik sebagai silo sangat dianjurkan karena tahan lama dalam pemakaian waktu jangka panjang, harganya ekonomis dan praktis. Jika menggunakan silo berbahan plastik dianjurkan jenis plastik PET dibandingkan jenis plastik PP. Hal ini dikarenakan jenis plastik PET dapat didaur ulang kembali dan jenis plastik PP tidak dapat didaur ulang sehingga kita terlibat dalam menjaga lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Allaily, Ramli, N. dan Ridwan, R. 2011. Kualitas silase ransum komplit berbahan baku pakan lokal. *Agripet*. 11 (2): 35-40.
- Apriyantono, A., D. Fardiaz., N. L. Puspitasari, Sedarwati dan S. Budiyanto. 1989. Analisis Pangan. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi. Pusat Antar Universitas Institut Pertanian Bogor.
- Astuti, R.D. 2008. Analisa Kandungan Nutrisi pada Eceng gondok. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Astuti, W. 1997. Pengaruh Penambahan Aditif Sumber Bakteri terhadap Kadar Gula Total, Gula Pereduksi dan Asam Total pada Silase Rumpuk *Setaria sphacelata*. Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro, Semarang. (Skripsi Sarjana Peternakan).
- Budiyanto, M.A.K. 2002. Dasar-Dasar Ilmu Gizi. UMM Press, Malang.
- Despal, I. G., Permana, S. N. Safarina dan A. J.Tatra. 2011. Penggunaan berbagai sumber karbohidrat terlarut air untuk meningkatkan kualitas silase daun Rami. *Media Peternakan*. 43: 69-76.
- Ekawati, E., A. Muktiani dan Soenarso. 2014. Efisiensi dan pencernaan ransum domba yang diberi silase ransum komplit eceng gondok ditambahkan starter *Lactobacillus plantarum*. *Agripet* vol 14:2.
- Elferink, SJWHO, Driehuis, F., Gottschal, J.C. dan Spoelstra, S.F. 2010. Silage Fermentation Processes and Their Manipulation. Food Agriculture Organization Press, Netherlands.
- Ennahar, S., Cai, Y. dan Fujita, Y. 2003. Phylogenetic diversity of lactic acid bacteria associated with paddy rice silage as determined by 16S ribosomal DNA analysis. *Appl. Environ. Microbiol.* 68: 444-451.
- Fuskhah, E. 2000. Eceng gondok (*Eichhornia crassipes* (Mart) Solm) sebagai alternatif sumber bahan pakan, industri dan kerajinan. *Jurnal Ilmiah Sainteks*. Vol 7 (4): 226 – 234.
- Jennings, John. 2006. Principle of Silage Making. Division of Agriculture. University of Arkansas, USA.

- Julianti, Elisa dan Mimi Nurminah. 2006. Teknologi Pengemasan. Departemen Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian USU, Medan.
- Khopar. 2003. Konsep Dasar Kimia Analitik. UI – Press, Jakarta.
- Kulsum, S. F. 2003. Pengaruh Penggunaan Bekatul dan Lama Pemeraman yang Berbeda Terhadap Kadar Gula Pereduksi dan Total Asam Silase Kulit Pisang. Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro, Semarang. (Skripsi Sarjana Peternakan).
- Lamid, M., Kusrieningrum, Mustikoweni, Chusniati S. 2005. Inokulasi bakteri selulolitik *actinobacillus sp.* asal rumen pada daun jati menurunkan serat kasar dan meningkatkan protein kasar, Jurnal Veteriner. Vol. 14 No.3 279-284.
- Lemosquet, S., S. Rigout, A. Bach, H. Rulquin dan J.W. Blum. 2004. Glucose metabolism in lactating cows in response to iso energetic infusions of propionic acid or duodenal glucose. *J. Dairy Sci.* 87: 1767-1777.
- Mahmilia, F. 2005. Perubahan nilai gizi tepung eceng gondok fermentasi dan pemanfaatannya sebagai ransum ayam pedaging. jurnal. loka penelitian kambing potong. Sumatera Utara. JITV 10(2) : 91 - 94.
- Mako, A. A., O.J. Babayemi dan A.O. Akinsoyinu. 2011. An evaluation of nutritive value of water hyacinth (*Eichhornia crassipes* Mart. Solms-Laubach) harvested from different water sources as animal feed. *Livestock Research for Rural Development* Volume 23, Number 5, May 2011, On Line Edition.
- Marlina, N. dan S. Askar. 2001. Nilai gizi eceng gondok dan pemanfaatan sebagai pakan ternak non ruminansia. Jurnal. Balai Penelitian Ternak. Bogor. Temu Teknis Fungsional Non Peneliti. Hlm. 58 - 62.
- Martin, C., L. Brossard dan M. Doreau. 2006 Mécanismes d'apparition de l'acidose ruminale latente et conséquences physiopathologiques et zootechniques. *INRA Prod. Anim.* 19: 93-108.
- McDonald, P. 1981. *The Biochemistry of Silage*. John Wiley and Sons, New York.
- Muck, R.E. 2011. The art and science of making silage. Proceedings, 2011 Western Alfalfa and Forage Conference, Las Vegas, NV, 11-13 December, 2011. UC Cooperative Extension, Plant Sciences Department, University of California, Davis, CA.
- Muktiani, A. B. Utomo, K. G. Wiryawan dan E. Pangestu. 2013. Pemanfaatan Enceng Gondok dalam Pembuatan Silase *Complete Feed* dan Suplementasi

- Zink Organik untuk Meningkatkan Produktivitas Peternakan Rakyat. Laporan Penelitian KKP3N. Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat. Universitas Diponegoro, Semarang.
- Muwakhid, B. 2010. Kualitas silase hijauan gembilina (*Gmelina arborea*) yang dibuat menggunakan inokulum bakteri asam laktat yang berbeda. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. 205-211.
- Nurwantoro dan A. S. Djarijah. 1997. Mikrobiologi Pangan Hewani-Nabati. Cetakan ke-1. Kanisius, Yogyakarta.
- Okine, A., M. Hanada, A. Yimamu dan M. Okamoto. 2005. Ensiling of potato pulp with or without bacterial inoculants and its effect on fermentation quality, nutrient composition and nutritive value. Anim. Feed Sci. Technol. 121:329-343.
- Poathong, S. dan Phaikaew, C. 2001. Silage Production practices and Techniques in Thailand. 7th Meeting of the Regional Working Group on Grazing and Feed Resources Forage Development in Southeast Asia, Manado.
- Poedjadi, A., F.M Titin.S., 2006. Dasar-Dasar Biokimia. UI-Press, Jakarta.
- Puspitasari, D.O. 2006. Kajian Perbedaan Aditif dan Lama Fermentasi Sampah Pasar dengan Starter *Lactobacillus Bulgaricus* terhadap Kadar Gula Pereduksi dan Total Asam. Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro, Semarang. (Skripsi Sarjana Peternakan).
- Ratnakomala, S. 2009. Menabung Hijauan Pakan Ternak dan Bentuk Silase. BioTrends. 4 (1).
- Ratnakomala, S., Ridwan, R., Kartina, G. dan Widyastuti, Y. 2006. Pengaruh inokulum *Lactobacillus plantarum* 1a-2 dan 1b1-2 terhadap kualitas silase rumput gajah (*Pennisetum purpureum*). Biodiversitas. 7 (2): 131-134.
- Saun R. J. V. dan A.J. Heinrichs. 2008. Troubleshooting silage problems. How to identify potential problem. Proceedings of the Sixth Mid-Atlantic Conference. The Maryland Feed Industry Council Departement of Animal and Avian Sciences, University of Maryland.
- Seglar, Bill, D. V. M. dan V. A. M.. 2003. Fermentation Analysis and Silage Quality Testing. Proceedings of the Minnesota Dairy Health Conference. College of Veterinary Medicine, University of Minnesota.
- Siregar, S.B. 1995. Pengawetan Pakan Ternak. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Sunarso. 1997. Oxalate study in Setaria (*Setaria sphacelata*) grass silage. Jurnal Pengembangan Peternakan Tropis. Vol. 2(3): 9-13.

- Surono, M. Soejono dan S.P.S. Budhi. 2006. Kehilangan bahan kering dan bahan organik silase rumput gajah pada umur potong dan level aditif yang berbeda. *J.Indon.Trop.Anim.Agric.* 31 (1).
- Thalib, A., J. Bestari, Y. Widiawati, H. Hamid dan D. Suherman. 2000. Pengaruh perlakuan silase jerami padi dengan mikroba rumen kerbau terhadap daya cerna dan ekosistem rumen sapi. *Journal Indonesian Tropical and Veteriner.* 5: 276-281.
- Tham, H. T. 2012. *Water yacynth (Eichhornia crassipes) – Biomass Production, Ensilability and Feeding Value to Growing Cattle.* Master of Thesis. Swedish University of Agriculture Sciences. Swedia. Page 25.
- Villamagna, A.M. 2009. *Ecological effect of water hyacinth (Eichhornia crassipes) on lake Chapala, Mexico.* Faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State University, Virginia. (Dissertation Doctor of Philosophy in Fisheries and Wildlife Sciences).

Lampiran 1. Alur Pembuatan Silase *Complete Feed* Eceng Gondok

Eceng Gondok

Dipotong-potong 3-5 cm dan ditimbang

Dilayukan
(KA 60-70%)

Ditimbang

Ditambah *molasses*
(1% dari berat campuran eceng dan konsentrat)

Dicampur dengan konsentrat
(50% dari berat eceng gondok)

Dimasukkan ke dalam silo secara *anaerob*

Diperam selama 2 minggu

Dipanen

Ditimbang

Dijemur

Dihaluskan

Analisis kandungan gula pereduksi dan total asam

Lampiran 2. Kepadatan dan Kapasitas Silo

a. Silo berupa drum plastik

Diketahui : Diameter (d) = 36 cm

Jari-jari (r) = 18 cm

Tinggi (t) = 56 cm

Volume = $\pi \cdot r^2 \cdot t$

$$= 3,14 \times (18)^2 \times 56$$

$$= 0,056 \text{ m}^3$$

Kepadatan yang diharapkan = 650 kg/m^3

Bobot silase yang dibutuhkan tiap drum plastik

$$= 0,056 \times 650$$

$$= 36,4 \text{ kg}$$

b. Silo untuk kantong plastik

Diketahui : Volume = 40 ml

$$= 40 \text{ dm}^3$$

$$= 0,04 \text{ m}^3$$

Kepadatan yang diharapkan = 650 kg/m^3

Bobot silase yang dibutuhkan tiap cetakan silo plastik

$$= 0,04 \times 650$$

$$= 26,0 \text{ kg}$$

Lampiran 3. Kandungan Nutrisi Penyusun Silase *Complete Feed* Eceng Gondok

Bahan Pakan	BK	Abu	PK	SK	LK	BETN	TDN
	------(%)-----						
Onggok	79,80	2,40	1,87	0,32	8,90	86,51	78,30
Dedak padi	89,20	16,90	8,36	28,90	3,97	41,87	50,00
Bungkil sawit	90,30	4,07	16,80	22,60	11,90	44,63	79,00
Kulit kopi	91,77	11,30	11,18	21,74	2,49	53,29	78,00
Bungkil kelapa	88,95	8,63	24,51	21,63	7,97	37,26	78,70
Bgkl Biji kapuk	83,90	7,54	29,60	30,00	7,58	25,28	73,70
Molasses	82,40	11,00	3,94	0,40	0,30	84,36	70,70
Eceng gondok	8,43	17,02	10,43	28,77	1,34	42,44	57,19

Lampiran 4. Formulasi Silase *Complete Feed* Eceng Gondok

Bahan Pakan	% BK	% BS	TDN	Abu	PK	SK	LK	BETN
	------(%)-----							
Onggok	12,03	5,30	9,42	0,29	0,22	0,04	1,07	10,41
Dedak Padi	25,98	10,20	12,99	4,39	2,17	7,51	1,03	10,88
Bungkil sawit	11,00	4,27	8,69	0,45	1,85	2,49	1,31	4,91
Kulit Kopi	7,03	2,68	5,48	0,79	0,79	1,53	0,18	3,75
Bungkil Kelapa	23,01	9,06	18,11	1,99	5,64	4,98	1,83	8,57
Bgkl Biji Kapuk	2,98	1,21	2,20	0,34	0,88	0,89	0,23	0,75
Molasses	1,97	0,84	1,39	0,22	0,08	0,01	0,01	1,66
Eceng Gondok	16,00	66,46	9,15	2,72	1,67	4,60	0,21	6,79
Jumlah	100	100	67,43	11,18	13,30	22,04	5,87	47,72

Lampiran 5. Analisis Kadar Gula Pereduksi Silase *Complete Feed* Eceng Gondok

Perlakuan	Gula pereduksi
	------(%)-----
TIU1	23,75
T1U2	22,99
T1U3	18,99
T1U4	22,24
T1U5	14,75
T2U1	18,24
T2U2	15,25
T2U3	23,00
T2U4	20,00
T2U5	13,00
T3U1	22,99
T3U2	16,99
T3U3	23,00
T3U4	23,99
T3U5	18,24

Analisis ragam gula pereduksi silase *complete feed* eceng gondok

Perlakuan	gula pereduksi					TotalL	Rataan
	1	2	3	4	5		
T1	23,75	22,99	18,99	22,24	14,75	102,72	20,54
T2	18,24	15,25	23,00	20,00	13,00	89,48	17,90
T3	22,99	16,99	23,00	23,99	18,24	105,22	21,04
total (G)						297,41	
Rataan							19,83

$$\text{db total} = (rt) - 1 = (3 \times 5) - 1 = 14$$

$$\text{db Perlakuan} = (t - 1) = 3 - 1 = 2$$

$$\text{db Galat} = t (r - 1) = 3(5-1) = 12$$

Lampiran 5. Lanjutan

Faktor koreksi (FK)

$$\begin{aligned} &= \frac{297,41^2}{15} \\ &= \frac{88454,8659}{15} \\ &= 5896,99 \end{aligned}$$

Jumlah kuadran Total (JKT)

$$\begin{aligned} &= (23,75)^2 + (22,99)^2 + \dots + (13,00)^2 - FK \\ &= 6082,84 - 5896,99 \\ &= 185,848 \end{aligned}$$

Jumlah kuadrat Perlakuan (JKP)

$$\begin{aligned} &= \frac{(102,72)^2 + (105,22)^2 + (89,48)^2}{5} - FK \\ &= 5925,6 - 5896,99 \\ &= 28,607 \end{aligned}$$

Jumlah kuadrat Galat (JKG)

$$\begin{aligned} &= JKT - JKP \\ &= 185,848 - 28,607 \\ &= 157,241 \end{aligned}$$

Kuadrat Tengah Perlakuan

$$\begin{aligned} &= \frac{JKP}{3-1} \\ &= \frac{28,607}{3-1} \\ &= 14,30 \end{aligned}$$

Lampiran 5. Lanjutan

Kuadrat Tengah Galat

$$\begin{aligned} &= \frac{JKG}{t \ r-1} \\ &= \frac{157,241}{3 \ 5-1} \\ &= 13,10 \end{aligned}$$

F hitung

$$\begin{aligned} &= \frac{KT \ Perlakuan}{KT \ Galat} \\ &= \frac{14,3037}{13,1034} \\ &= 1,0916 \end{aligned}$$

Koefisien Keragaman

$$\begin{aligned} &= \frac{\sqrt{13,1034}}{19,83} \times 100\% \\ &= 18,26 \ % \end{aligned}$$

Daftar Analisis Ragam

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F hit	F. Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	2	28,61	14,30	1,092	3,89	6,93
Galat	12	157,24	13,10			
Total	14	185,85				

^{ns} tidak berbeda sangat nyata P(>0,05)

CV 18,26 %

Lampiran 6. Analisis Kadar Total Asam Silase *Complete Feed* Eceng Gondok

Perlakuan	total asam
	------(%)-----
T1U1	4,05
T1U2	4,65
T1U3	4,20
T1U4	4,35
T1U5	4,80
T2U1	4,35
T2U2	4,35
T2U3	4,20
T2U4	4,50
T2U5	4,50
T3U1	4,80
T3U2	4,50
T3U3	4,65
T3U4	4,05
T3U5	4,35

Analisis ragam total asam Silase *Complete Feed* Eceng Gondok

Perlakuan	total asam					Total	Rataan
	1	2	3	4	5		
T1	4,05	4,65	4,20	4,35	4,80	22,05	4,41
T2	4,35	4,35	4,20	4,50	4,50	21,9	4,38
T3	4,80	4,50	4,65	4,05	4,35	22,35	4,47
total (G)						66,3	
Rataan							4,42

$$\text{db total} = (rt) - 1 = (3 \times 5) - 1 = 14$$

$$\text{db Perlakuan} = (t - 1) = 3 - 1 = 2$$

$$\text{db Galat} = t (r - 1) = 3(5-1) = 12$$

Lampiran 6. Lanjutan

Faktor koreksi (FK)

$$\begin{aligned} &= \frac{66,3^2}{15} \\ &= \frac{4395,69}{15} \\ &= 293,046 \end{aligned}$$

Jumlah kuadran Total (JKT)

$$\begin{aligned} &= (4,05)^2 + (4,65)^2 + \dots + (4,50)^2 - FK \\ &= 293,85 - 293,046 \\ &= 0,804 \end{aligned}$$

Jumlah kuadrat Perlakuan (JKP)

$$\begin{aligned} &= \frac{(22,05)^2 + (22,35)^2 + (21,90)^2}{5} - FK \\ &= 293,067 - 293,046 \\ &= 0,021 \end{aligned}$$

Jumlah kuadrat Galat (JKG)

$$\begin{aligned} &= JKT - JKP \\ &= 0,804 - 0,021 \\ &= 0,783 \end{aligned}$$

Kuadrat Tengah Perlakuan

$$\begin{aligned} &= \frac{JKP}{3-1} \\ &= \frac{0,021}{3-1} \\ &= 0,010 \end{aligned}$$

Lampiran 6. Lanjutan

Kuadrat Tengah Galat

$$\begin{aligned} &= \frac{JKG}{t \ r-1} \\ &= \frac{0,783}{3 \ 5-1} \\ &= 0,06525 \end{aligned}$$

F hitung

$$\begin{aligned} &= \frac{KT \ Perlakuan}{KT \ Galat} \\ &= \frac{0,0105}{0,06525} \\ &= 0,16092 \end{aligned}$$

Koefisien Keragaman

$$\begin{aligned} &= \frac{\sqrt{0,6525}}{4,42} \times 100\% \\ &= 5,78 \ % \end{aligned}$$

Daftar Analisis Ragam

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F hit	F. Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	2	0,021	0,0105	0,16092 ^{ns}	3,89	6,93
Galat	12	0,783	0,06525			
Total	14	0,804				

^{ns} tidak berbeda sangat nyata P(>0,05)

CV = 5,78%

Lampiran 7. Derajat Keasaman (pH) Silase *Complete Feed* Eceng Gondok

Perlakuan	pH
T1U1	4,27
T1U2	4,45
T1U3	4,33
T1U4	4,21
T1U5	4,11
Rata-rata	4,27
T2U1	4,32
T2U2	4,46
T2U3	4,46
T2U4	4,47
T2U5	4,55
Rata-rata	4,45
T3U1	4,23
T3U2	4,50
T3U3	4,34
T3U4	4,39
T3U5	4,20
Rata-rata	4,33

Lampiran 8. Hasil Analisis Proksimat Silase *Complete feed* Eceng Gondok

Perlakuan	BK	Abu	SK	LK	PK	BETN
	------(%)-----					
T1U1	36,28	16,53	23,34	5,53	14,36	40,22
T1U2	37,13	12,17	21,78	4,54	15,26	39,25
T1U3	38,09	13,23	22,81	7,94	14,77	41,23
T1U4	37,49	12,21	22,78	6,20	14,03	44,77
T1U5	37,50	14,40	23,66	2,53	13,58	44,81
T2U1	36,64	19,88	22,67	4,74	14,51	43,18
T2U2	37,04	14,54	24,48	6,90	14,82	42,21
T2U3	36,87	13,50	23,70	4,59	13,42	44,77
T2U4	36,94	14,15	21,81	2,92	14,36	44,80
T2U5	36,93	7,17	23,35	6,77	14,20	44,49
T3U1	37,13	14,37	21,81	7,31	14,35	42,14
T3U2	37,77	14,50	22,92	5,74	14,61	42,21
T3U3	36,32	13,52	22,75	7,58	14,19	41,94
T3U4	36,71	14,11	22,64	3,12	15,02	41,72
T3U5	36,56	14,63	23,57	2,64	13,79	42,21

Lampiran 9. Kehilangan Bahan Organik Silase *Complete Feed* Eceng Gondok

Perlakuan	BO Awal	BO Akhir	Kehilangan BO
	------(%)-----		
T1U1	35,32	30,30	14,27
T1U2	35,32	32,61	7,68
T1U3	35,32	33,05	6,44
T1U4	35,32	32,91	6,83
T1U5	35,32	32,10	9,13
Rata-rata	35,32	32,19	8,87
T2U1	35,32	29,35	16,90
T2U2	35,32	31,65	10,40
T2U3	35,32	31,52	10,76
T2U4	35,32	31,71	10,22
T2U5	35,32	34,29	2,95
Rata-rata	35,32	31,70	10,24
T3U1	35,32	31,79	9,99
T3U2	35,32	32,29	8,56
T3U2	35,32	31,41	11,08
T3U4	35,32	31,53	10,74
T3U5	35,32	31,21	11,64
Rata-rata	35,32	31,64	10,41

Lampiran 10. Kehilangan Bahan Ekstrak Tanpa Nitrogen (BETN) Silase *Complete Feed* Eceng Gondok

Perlakuan	BETN Awal	BETN Akhir	Kehilangan
			BETN
			------(%)-----
T1U1	45,67	40,22	8,06
T1U2	45,67	39,25	8,88
T1U3	45,67	41,23	9,72
T1U4	45,67	44,77	8,10
T1U5	45,67	44,81	8,91
Rata-rata	45,67	42,06	8,73
T2U1	45,67	43,18	5,45
T2U2	45,67	42,21	7,58
T2U3	45,67	44,77	7,57
T2U4	45,67	44,80	7,79
T2U5	45,67	44,49	8,70
Rata-rata	45,67	43,89	7,42
T3U1	45,67	42,14	7,73
T3U2	45,67	42,21	7,58
T3U3	45,67	41,94	8,18
T3U4	45,67	41,72	8,66
T3U5	45,67	42,21	7,58
Rata-rata	45,67	42,04	7,95

Lampiran 11. Kehilangan Serat Kasar (SK) Silase *Complete Feed* Eceng Gondok

Perlakuan	SK Awal	SK Akhir	Kehilangan SK
	-----((%)-----		
T1U1	24,74	23,34	5,66
T1U2	24,74	21,78	11,96
T1U3	24,74	22,81	7,80
T1U4	24,74	22,78	7,92
T1U5	24,74	23,66	4,37
Rata-rata	24,74	22,87	7,54
T2U1	24,74	22,67	8,37
T2U2	24,74	24,48	1,05
T2U3	24,74	23,70	4,20
T2U4	24,74	21,81	11,84
T2U5	24,74	23,35	5,62
Rata-rata	24,74	23,20	6,22
T3U1	24,74	21,81	11,84
T3U2	24,74	22,92	7,36
T3U2	24,74	22,75	8,04
T3U4	24,74	22,64	8,49
T3U5	24,74	23,57	4,73
Rata-rata	24,74	22,74	8,09

RIWAYAT HIDUP

Penulis lahir di Pati, Jawa Tengah pada tanggal 8 Juni 1992, putra kedua dari Bapak Matmusa dengan Ibu Sarisih. Pendidikan sekolah dasar di MI Islamiyyah 02 Tayu tamat tahun 2005, sekolah pendidikan pertama di MTs. Miftahul Ulum Tayu dan tamat pada tahun 2008 serta pendidikan sekolah atas di MA Miftahul Huda Tayu pada jurusan Pasti Alam diselesaikan pada tahun 2011.

Tahun 2011 pula penulis melanjutkan pendidikan di Universitas Diponegoro Semarang pada Program Studi S1 Peternakan Fakultas Peternakan dan Pertanian. Penulis berhasil mempertahankan Laporan Praktek Kerja Lapang yang berjudul “Kajian Kecukupan Nutrien Sapi Simmental di Peternakan CV. Makmur Nugraha Desa Kebonbimo Kecamatan Boyolali Kabupaten Boyolali” pada tanggal 24 Juni 2014.

Sampai saat ini penulis masih terdaftar sebagai mahasiswa Program Studi S1 Peternakan Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro, Semarang.