**PENGARUH MACAM INOKULUM TERHADAP KARAKTERISTIK FISIK DAN FRAKSI SERAT DAUN KELAPA SAWIT (*Elaeis guineensis* Jacq) FERMENTASI**

**MUHAMMAD HASBI**

Program Studi Peternakan, Fakultas Agroindustri, Universitas Mercu Buana Yogyakarta

Jl. Wates Km. 10 Yogyakarta 55753

Yahyasemain190557@gmail.com

**INTISARI\***

 Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh macam inokulum terhadap karakteristik fisik dan kandungan fraksi serat daun kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq)fermentasi. Penelitian ini dilakukan selama 5 minggu dari tanggal 14 Februari 2019 sampai 25 Maret 2019 di Laboratorium Kimia, Fakultas Agroindustri, Universitas Mercu Buana Yogyakarta. Materi yang digunakan daun kelapa sawit, inokulum (Starbio dan EM-4), bekatul dan molases. Penelitian ini mengunakan rancangan acak lengkap (RAL) pola searah dengan tiga (3) perlakuan dan tiga (3) ulangan. Perlakuan yang digunakan yaitu P1 (Kontrol), P2 (EM4) dan P3 (Starbio). Variabel yang diamati adalah karakteristik fisik (tekstur, bau, warna dan jumlah koloni jamur), pH dan nilai fraksi serat (hemiselulosa, selulosa, dan lignin). Data yang di peroleh di analisis dengan analisis variansi (ANAVA), jika berbeda nyata di lanjutkan dengan uji *Duncan’n New Multiple Range Test* (DMRT). Hasil dari penelitian menunjukkan rerata karakteristik fisik : Tekstur P1 1,73; P2 1,13; dan P3 1,11. Aroma P1 2,67; P2 1,71; P3: 1,60; Warna P1 2,22; P2 1,67; dan P3 1,51. jumlah koloni jamur P1 2,51; P2 2,02; dan P3 1,89. pH P1 7,12; P2 5,05; dan P3 5,38. Fraksi serat : Hemiselulosa P1 15,86; P2 13,79; dan P3 13,79. Selulosa P1 32,47; P2 22,46; dan P3 22,34. Lignin P1 48,92; P2 22,83; dan P3 21,73. Berdasarkan hasil analisis variansi menunjukkan bahwa penambahan macam inokulum berpengaruh nyata (P<0,05) terhadap semua variabel. Disimpulkan dari hasil penelitian bahwa penambahan macam inokulum (Starbio dan EM-4) dapat menurunkan kandungan fraksi serat dan memperbaiki karakteristik fisik daun kelapa sawit fermentasi dengan dosis 0,6 % yang di inkubasi selama 14 hari.

Kata kunci : Daun kelapa sawit, fermentasi, inokulum, karakteristik fisik, fraksi serat.

**ABSTRACT\***

 The purpouse of this research was to determine the effect of inoculum kind on physical characteristic and fiber fraction of palm leaves fermented. This research was conducted for 5 weeks from the date of 14 February 2019 to 25 March 2019 in the Chemical Laboratory, Faculty of Agroindustry, University of Mercu Buana Yogyakarta. The material used palm leaf inoculum, (starbio and EM-4) bran and molasses. This research using Completely Randomized Design (CRD) one way pattern with 3 treatments and 3 replication. Treatment used is P1 (control), P2 (EM4), and P3 (Starbio). Observed variables are the physical characteristics (texture, smell, color, and growth of the fungal colony), the pH and the value of the fiber fraction (hemicellulose, cellulose, and lignin). The data obtained were analyzed with ANOVA, if significantly different continued with Duncan’s New Mutiple Range Test (DMRT). Results showed the mean characteristics of the physical : Texture P1 1.73; P2 1.13; and P3 1.11. Smell P1 2.67; P2 1.71; and P3 1.60. Color P1 2.22; P2 1.67; and P3 1.51. Quantity of the fungal colony P1 2.51; P2 2.02; and P3 1.89. pH P1 7.12; P2 5.05; and P3 5.38. Fraction of the fiber : Hemicellulose P1 5.86; P2 13.79; and P3 13.79. Cellulose P1 32.47; P2 22.46; and P3 22.34. Lignin P1 48.92; P2 22.83; and P3 21.73. Based on the result of ANOVA showed that the addition of inoculum had no apparent effect (P<0,05) against all variabel. It was concluded that the addition of inoculum (starbio and EM-4) can reduced the content of the fraction of the fiber and improve the physical characteristics of palm leaves fermentation with a dose of 0,6% in incubation for 14 days.

Keywords : Palm leaf, fermented, inoculum, physical, characteristic, fiber fraction.

**PENDAHULUAN**

 Jumlah penduduk Indonesia mencapai angka ±260 juta jiwa, sehingga dalam pemenuhan kebutuhan protein hewani sangat tinggi, maka sektor peternakan memiliki peranan yang strategis dalam upaya pemantapan ketahanan pangan protein hewani tersebut (BPS, 2017). Kebutuhan daging sapi di Indonesia setiap tahunnya meningkat, namun laju peningkatan produksi dalam negeri lebih lambat dibandingkan dengan permintaan, sehingga Indonesia harus mengimpor daging dalam jumlah yang semakin besar (Inounu dkk., 2007). Menurut Luthan (2009) hampir 42% konsumsi daging sapi dalam negeri dipenuhi dari impor. Diperkirakan konsumsi daging sapi penduduk Indonesia pada tahun 2020 akan meningkat 2−3 kali lipat dari rata-rata konsumsi saat ini yang kurang dari 2 kg/kapita/tahun, sehingga Indonesia dikhawatirkan akan menjadi importir sapi bakalan terbesar di dunia (Diwyanto, 2008). Tantangan yang umum di hadapi dalam pemeliharaan ternak sapi adalah rendahnya produksi dan reproduksi, faktor penyebabnya ialah sulitnya penyedian sumberdaya pakan/hijauan secara berkesinambungan.

 Hijauan merupakan pakan utama dari ternak ruminansia, lebih 60-70 % pakan ternak ruminansia terdiri dari hijauan. Usaha peternakan rakyat pada umumnya masih bercorak tradisional yang mana sumber pakan hijauan sangat tergantung pada alam sehingga berdampak pada produktivitas yang masih rendah (Subiyanto, 2010).

 Upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan kekurangan hijauan pakan ternak adalah dengan memanfaatkan limbah pertanian sebagai pakan alternatif yaitu limbah dari perkebunan kelapa sawit. Limbah perkebunan kelapa sawit yang dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak adalah berupa pelepah, daun dan tandan kosong serta serat sawit. Namun, kendala utama yang dihadapi dalam pemanfaatan limbah perkebunan kelapa sawit sebagai pakan ternak adalah rendahnya protein kasar dan tingginya kadar serat kasar, sehingga penggunaannya terbatas dalam pakan untuk ternak ruminansia (Mathius *et al.,* 2003). Fermentasi selain untuk pengawetan juga meningkatkan nilai gizinya, kecernaan, sekaligus meningkatkan palatabilitasnya. Alasan lain yaitu sangatlah efisien pada masa paceklik seperti kemarau panjang atau saat ternak dalam perjalanan jauh, juga sebuah penerapan konsep ramah lingkungan *recycle* limbah pertanian daripada dibuang percuma atau dibakar yang nantinya mengakibatkan kerusakan lingkungan (Baba dkk., 2011).

 Semakin banyak tersedia karbohidrat yang mudah dicerna maka semakin banyak jumlah mikroba yang dapat berkembang, maka semakin banyak penambahan akselerator dan inokulum maka kualitas fermentasi akan semakin baik ( (Riswadi dkk. (2014) dalam Riswandi dkk. (2017). ). Fermentasi dapat dilakukan dengan beberapa tambahan inokulum, antara lain starbio, EM4, atau ragi melalui proses fermentasi anaerob. Proses fermentasi mengunakan bakteri selulotik, dapat menguraikan selulosa menjadi monomer glukosa dan menjadikanya sebagai sumber karbon dan sumber energi (Harjo, 1989). Dalam pembuatan silase proses fermentasi paling efektif yaitu selama 14 hari (Novita dkk., 2003). Proses fermentasi yang terjadi meningkatkan bahan organik pada daun kelapa sawit, hal ini sesuai dengan pendapat Winarno dkk. (1982) bahwa bahan makanan mengalami fermentasi mempunyai nilai gizi yang lebih tinggi di bandingkan dengan bahan asalnya.

 Daun kelapa sawit fermentasi merupakan inovasi dalam teknologi fermentasi pakan, yang dibuat dengan memanfaatkan mikroorganisme *anaerob* dengan tambahan dedak dan molases yang digunakan sebagai sumber energi bagi mikroba, sehingga dapat meningkatkan kualitas dari daun kelapa sawit fermentasi, dan diharapkan menjadi solusi problematika peternakan ruminansia khususnya dalam masalah pakan. Dari pertimbangan di atas maka perlu dilakukan penelitian tentang kandungan fraksi serat silase daun kelapa sawit dengan penambahan berbagai macam inokulum.

**Tujuan Penelitian**

 Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh berbagai macam inokulum terhadap karakteristik fisik dan fraksi serat daun kelapa sawit fermentasi.

**Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah :

 Bagi penulis sebagai media mengaplikasikan ilmu yang telah didapat, serta sebagai pengembangan ilmu pengetahuan bagi instansi yang terkait.

 Sebagai bahan informasi pustaka dan pengetahuan mengenai pemanfaatan fermentasi daun kelapa sawit bagi pembaca, bagi peternak kecil hingga menengah diharapkan penelitian ini dapat digunakan sebagai masukan terhadap problematika yang sering dihadapi khususnya pada manajemen pakan.

**MATERI DAN METODE**

**Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian dilaksanakan pada tanggal 14 Februari 2019 – 25 Maret 2019 yang terbagi dalam dua tahap. Tahap pertama yaitu proses fermentasi dan tahap kedua analisis Fraksi Serat di Laboratorium Kimia Fakultas Agroindustri Universitas Mercu Buana Yogyakarta.

**Materi Penelitian**

**Bahan :**

 Daun kelapa sawit 9 Kg / ulangan yang didapat di UPT Universitas Mercu Buana Yogyakarta, yang berlokasi di Dusun Kaliurang, Desa Argomulyo, Kecamatan Sedayu, Kabupaten Bantul, Yogyakarta.air Sumur**,** inokulum (Starbio dan EM-4 ) didapat toko Pertanian, Jalan Rewulu Wetan, Sidokarto, Godean Kabupaten Sleman Yogyakarta**,** Larutan ADS, NDS, Decalin, Na2SO4, dan H2SO4 72%

**Alat :**

 Timbangan digital,Kantong plastik, tressbag,Tali, rafia,Parang,Gunting, Ember,Seperangkat alat Laboratorium, Analisis Proksimat (*erlenmeyer,* penyaring bukner, tanur, corong louncher , oven memmert, *voocdosh* , kertas saring/ whatman no 42, desikator),Alat tulis pulpen, dan buku.

**Metode Penelitian**

**Rancangan penelitian**

 Metode yang digunakan adalah secara eksperimen yang dilakukan di laboratorium dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola searah dengan 3 perlakuan penambahan macam inokulum (Starbio, bekatul, molases dan Em-4). Evaluasi fermentasi daun kelapa sawit dilakukan terhadap perubahan karakteristik fisik (tekstur, bau, warna dan jamur), pH dan nilai fraksi serat (hemiselulosa, selulosa dan lignin). Penelitian ini terdiri dari tiga perlakuan P1 (tanpa penambahan inokulum), P2 (EM4) dan P3 (Starbio) setiap perlakuan diulang tiga kali.

**Tahap penelitian**

 Daun kelapa sawit yang akan digunakan dicacah kira-kira 2 cm kemudian dilayukan dengan cara dijemur dan dianginkan selama 1 hari . Daun kelapa sawit yang telah dilayukan ditimbang sebanyak 1000 gram kemudian ditambah bekatul sebagai sumber karbohidrat sebanyak 10% dari berat daun kelapa sawit yang sudah dilayukan. Perlakuan pertama di tambahkan molases 6 g dan tidak menggunakan inokulum (penambahan air sebanyak 120,151 g), perlakuan kedua ditambahkan molases 6 g dan inokulum EM-4 6 g (penambahan air sebanyak $117,871 g$), perlakuan ketiga ditambahkan molases 6 g dan Starbio 6 g (penambahan air sebanyak $123,1684 g$). Setiap perlakuan yang sudah ditambahkan bahan dicampur hingga homogen kemudian dimasukan kedalam silo. Silo yang digunakan untuk fermentasi berupa kantong plastik ukuran 2 kg (Didobel untuk menjaga / mengatisipasi plastik bocor). Isi silo dipadatkan dan ditutup rapat dengan menggunakan tali untuk menjaga kondisi anaerob didalam silo lalu dimasukan kedalam kaleng bekas cat dan di tutup lalu disimpan selama 14 hari.

**Variabel Yang Diamati**

**Uji Karakteristik Fisik**

1. Tekstur (skor 5= lembek berlendir dan berair, 4= agak lembek berlendir sedikit berair, 3= berlendir, 2= tidak mengumpal sedikit berlendir, dan 1= tidak mengumpal dan tidak berlendir).
2. Aroma (skor 5= busuk sekali, 4= busuk, 3= tidak busuk/tidak berbau, 2= sedikit asam, dan 1= asam).
3. Warna (skor 5= hitam, 4= coklat kehitam-hitaman, 3= coklat, 2= hijau gelap/kuning kecoklatan dan 1= hijau alami/hijau kekuningan).
4. Jumlah Pertumbuhan jamur (skor 5= banyak sekali (lebih dari 5% dari total silase), 4= banyak (2-5% dari total silase), 3= sedikit (kurang dari 2%dari total silase), 2 = sedikit sekali (hampir tak terlihat) dan 1= tidak berjamur (tidak terlihat jamur sama sekali) (Hidayat *et al.,* 2012).

**Fraksi Serat**

 Silase daun kelapa sawit dianalisis seratnya dengan metode Chesson ,(1978) cit. Nurhadiyanto (2014), yang dianalisis meliputi :

**Hemiselulosa**

Sample kering sebanyak 1 gram ditimbang (a) lalu ditambahkan 150 ml air dan direfluks pada suhu 100 0C dengan waterbath selama 1 jam. Kemudian disaring menggunakan kertas saring (Whatman no 42) dan residunya dicuci dengan air panas sampai netral(volume 300 ml) kemudian dioven dan ditimbang sampai beratnya konstan (b). Residu (b) ditambahkan 150 ml H2SO4 1N, lalu direfulks pada suhu 100 0C dengan waterbath selama 1 jam, kemudian disaring dengan menggunakan kertas saring (Whatman no 42) dan dicuci dengan air panas sampai netral (volume air 300 ml) selanjutnya dioven dan ditimbang berat konstan (c). Kadar hemiselulosa dapat dihitung dengan rumus :

 Hemiselulosa = $\frac{b-c}{a}$ x 100%

Keterangan:

A: Berat sampel

B: residu sampel setelah refluks aquades

C: Residu sampel setelah refluks H2SO4 1N

**Selulosa**

Residu kering (c) ditambah 10 ml H2SO4 72% dan diamkan pada suhu kamar selama 4 jam. Ke,mudian ditambah 159 ml H2SO4 1N, selanjutnya direfluks dengan waterbath selama 1,5 jam pada pendingin balik. Residu disaring dengan kertas saring (whatman no 42) dicuci dengan air panas sampai netral (volume 400 ml). Lalu dioven sampai kondisi konstan dan ditimbang (d). Kadar selulosa dapat dihitung dengan rumus :Selulosa = $\frac{c-d}{a}$ x 100%

Keterangan:

A: Berat sampel

C: Berat di ekstrak dangan H2SO4

D: Berat di ekstak H2SO4 72%

**Lignin**

Lignin merupakan polimer dengan stuktur aromatik yang terbentuk melalui unit-unit penilpropan yang berhubungan secara bersama oleh beberapa jenis ikatan yang berbeda (Perez *et al.,* 2002) dalam (Suparjo, 2008). Lignin sulit didegradasi karena strukturnya yang kompleks dan heterogen yang berikatan dengan selulosa dan hemiselulosa dalam jaringan tanaman yang tersusun atas lignin yang memberikan bentuk yang kokoh dan memberikan proteksi terhadap serangga dan patogen (Suparjo, 2008). Struktur molekul lignin sangat berbeda bila dibandingkan dengan polisakarida karena terdiri atas sistem aromatik yang tersusun atas unit-unit fenilpropana : unit *guaniacyl* (G) dari prekusor trans-koniferil alkohol, unit *syringyl* (S) dari prekusor trans-sinapil alkohol, dan p-hidoksipenil (H) dari perkusor trans-p-kouramil alkohol (Palonen, 2004) *cit.* (Octavia, 2013). Unit-unit fenilpropana ini kemudian berikatan dengan struktur-struktur minor sehingga membentuk suatu jaringan polimer yang dikenal dengan nama lignin.Residu (d) diabukan dan ditimbang (e) kadar lignin dapat dihitung dengan rumus : Lignin = $\frac{d - e}{a}$ x 100%

Keterangan:

A: Berat sampel

D: Berat di ekstrak H2SO4

E: Berat sampel setelah di abukan

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Tekstur**

Hasil penelitian menunjukkan rerata nilai tekstur daun kelapa sawit dengan penambahan berbagai macam inokulum adalah : P1 1,73; P2 1,13; dan P3 1,11%. Data selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Nilai Tekstur Daun Kelapa Sawit Fermentasi

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Perlakuan |  | Ulangan  |  | Rerata\* |
| I | II | III |
| P1 | 1,47 | 1,93 | 1,80 | 1,73b |
| P2 | 1,07 | 1,13 | 1,20 | 1,13ᵅ |
| P3 | 1,07 | 1,07 | 1,20 | 1,11ᵅ |

Keterangan :

P1 Daun kelapa sawit + Dedak + Molases + Air

P2 Daun kelapa sawit + Dedak + Molases + EM4 + Air

P3 Daun kelapa sawit + Dedak + Molases + Starbio + Air

* Rerata dengan superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata (P<0,05).

Hasil analisis variansi (Lampiran 3) menunjukkan bahwa penambahan berbagai inokulum berpengaruh nyata (P<0,05) terhadap tekstur daun kelapa sawit. Berdasarkan hasil uji *Duncan’s New Multiple Range Test* (DMRT) (Tabel 6) menunjukkan bahwa P1 berbeda nyata (P<0,05) dengan P2 dan P3. Hal ini dikarenakan pada P1 tidak ditambah inokulum sehingga mikroba yang dihasilkan sedikit yang mana di saat proses ensilase kurang bertambahnya Bakteri Asam Laktat (BAL) pada substrat, sehingga menyebabkan tekstur daun kelapa sawit fermentasi lembek berlendir dan berair. Siregar (1996) menyatakan bahwa, secara umum silase yang baik mempunyai ciri- ciri yaitu tekstur yang masih jelas seperti alaminya.

Hasil uji *Duncan’s* nilai tekstur daun kelapa sawit fermentasi Menunjukkan pada perlakuan P2 dan P3 berbeda tidak nyata (P>0,05). Kedua perlakuan mengunakan inokulum yang berbeda yaitu (EM4 dan Starbio) namun memiliki mikroba yang sama yaitu mikroba selulolitik.Mikroba tersebut berfungsi menghasilkan enzim selulosa sehingga bertambahnya bakteri asam laktat yang terdapat pada substrat mengubah bahan yang mengandung komponen serat pada selulosa dan lignin menjadi bahan berguna seperti monosakarida, disakarida atau selubiosa pada daun kelapa sawit di saat proses fermentasi. sehingga tekstur daun kelapa sawit tidak mengumpal, tidak berlendir, dan sedikit berair. Hal ini sesuai dengan pendapat Soetanto (2007) bakteri selulotik dari starter EM-4 menghasilkan enzim yang dapat menghidrolisis ikatan glukosida 1-4 glukosida selulosa dan dimer selubiosa sehingga tekstur serat sawit menjadi lebih lunak sehingga daya cerna dari ternak ruminansia dapat meningkat.

**Aroma**

 Hasil penelitian menunjukkan rerata nilai aroma daun kelapa sawit dengan penambahan macam inokulum adalah : P1 2,67; P2 1,71; dan P3 1,60%. Data selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 7. Hasil analisis variansi (Lampiran 3) aroma daun kelapa sawit dengan penambahan inokulum yang berbeda menunjukkan berbeda yang nyata (P<0,05).

Tabel 7. Aroma Daun Kelapa Sawit Fermentasi

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Perlakuan |  | Ulangan  |  |  Rerata\* |
| I | II | III |
| P1 | 2,53 | 2,67 | 2,80 | 2,67ᵇ |
| P2 | 1,67 | 1,67 | 1,80 | 1,71ᵅ |
| P3 | 1,53 | 1,60 | 1,67 | 1,60ᵅ |

Keterangan:

P1 Daun kelapa sawit + Dedak + Molases + Air

P2 Daun kelapa sawit + Dedak + Molases + EM4 + Air

P3 Daun kelapa sawit + Dedak + Molases + Starbio + Air

* Rerata dengan superskrip berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata (P<0,05).

Berdasarkan hasil uji *Duncan’s New Multiple Range Test* (DMRT) (Lampiran 3) menunjukkan P1 berbeda nyata (P<0,05) dengan P2 dan P3. Hal ini dikarenakan tidak adanya penambahan inokulum terhadap perlakuan P1 sehingga jumlah mikroba penghasil enzim yang sedikit menyebabkan bau yang tidak sedap yaitu busuk. Hal ini sesuai dengan pendapat Hermanto (2011) bau busuk atau bau ammonia menunjukkan bahwa asam laktat dalam silo berkurang dan bakteri didalam silo didominasi oleh bakteri bakteri pembusuk serta banyak terjadi pembongkaran protein menjadi ammonia dan asam butirat.

Hasil uji *Duncan’s*  nilai bau daun kelapa sawit fermentasi menunjukkan pada perlakuan P2 dan P3 berbeda tidak nyata (P>0,05). Hal ini dikarenakan kedua perlakuan tersebut di tambah inokulum sehingga mikroba bertambah pada substrat untuk memproduksi asam laktat yaitu bakteri *Lactobasillus sp* dan *Saccaromyces sp* yang mana bakteri yang ada pada substrat aktif bekerja dalam keadaan *anaerob* sehingga menghasilkan asam organik, dimana asam organik tersebut dapat menimbulkan bau silase yang asam. Pola perubahan bau yang semakin asam tentu sejalan dengan pH silase yang semakin rendah. Silase yang baik memiliki aroma asam dan wangi (Santi *et al.,* 2012). Menurut Ridwan *et al.* (2005) bahwa penambahan dedak padi sebagai sumber karbohidrat diharapkan mudah larut dan dapat dengan cepat dimanfaatkan oleh bakteri asam laktat sebagai nutrisi untuk pertumbuhannya.

**Warna**

Hasil penelitian menunjukkan rerata nilai warna daun kelapa sawit dengan penambahan macam inokulum adalah: P1 2,22; P2 1,67; dan P3 ; 1,51%. Data selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Nilai Warna Daun Kelapa Sawit Fermentasi

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Perlakuan |  | Ulangan  |  | Rerata\* |
| I | II | III |
| P1 | 2,00 | 2,27 | 2,40 | 2,22ᵇ |
| P2 | 1,67 | 1,73 | 1,60 | 1,67ᵅ |
| P3 | 1,47 | 1,60 | 1,47 | 1,51ᵅ |

Keterangan:

P1 Daun kelapa sawit + Dedak + Molases + Air

 P2 Daun kelapa sawit + Dedak + Molases + EM4 + Air

 P3 Daun kelapa sawit + Dedak + Molases + Starbio + Air

* Rerata dengan Superskrip berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata (P>0,05).

Hasil analisis variansi (Lampiran 3) daun kelapa sawit dengan penambahan inokulum menunjukkan perbedaan yang nyata (P<0,05) terhadap warna daun kelapa sawit fermentasi. Berdasarkan hasil *Uji Duncan’s New Multiple Range Test* (DMRT) (Lampiran 3 ) (Tabel 8) menunjukkan Perlakuan P1 berbeda nyata (P<0,05) terhadap P2 dan P3. P1 tidak adanya penambahan mikroba baik dari EM4 maupun Starbio sehingga bakteri anaerob yang dihasilkan hanya sedikit, bakteri yang terdapat tidak mampu bertahan hidup dan menyebabkan warna pada daun kelapa sawit condong berwarna coklat kehitam- hitaman. Diduga disaat proses fermentasi berlanjut tingginya panas sehingga temperatur tidak terkendali menyebabkan silase terbakar. Menurut Ensminger dan Olentine (1978), bahwa perubahan warna cokelat tembakau, cokelat kekuningan, cokelat kehitaman, karamel (gula bakar) atau gosong menunjukkan terjadinya kelebihan panas pada kondisi anaerob. Sebagaimana pendapat Reksohadiprodjo (1988) yang menyatakan perubahan warna yang terjadi pada tanaman yang mengalami proses ensilase disebabkan oleh perubahan-perubahan

 Hasil uji *Duncan’s* nilai warna terhadap P2 dan P3 menunjukkan berbeda tidak nyata antara perlakuan (P>0,05). Hal ini kedua perlakuan adanya penambahan inokulum (EM4 dan Starbio) sehingga jumlah baktreri bertambah pada substrat untuk menghasilkan asam laktat yang mana disaat kodisi anaerob hanya Bakteri Asam Laktat (BAL) yang bisa bertahan hidup sehingga aktivitas enzim meningkat dalam komponen serat pada substrat. Sehingga menjadikan warna pada daun kelapa sawit fermentasi berwarna hijau alami-hijau kekuningan. Hermanto (2011) menyatakan bahwa warna silase yang baik adalah coklat terang (kekuningan) serta bau yang asam

**Jumlah Pertumbuhan Jamur**

 Hasil penelitian menunjukkan rerata nilai jumlah pertumbuhan jamur pada daun kelapa sawit fermentasi dengan penambahan macam inokulum adalah P1 2,51; P2 2,02; dan P3 1,89%. Data selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 9. Hasil analisis variansi (Lampiran 3) menunjukkan pengaruh penambahan inokulum berbeda nyata (P<0,05) terhadap jumlah pertumbuhan jamur daun kelapa sawit fermentasi.

Tabel 9. Nilai Jumlah pertumbuhan jamur Daun Kelapa Sawit Fermentasi

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Perlakuan |  | Ulangan  |  | Rerata\* |
| I | II | III |
| P1 | 2,33 | 2,60 | 2,60 | 2,51ᵇ |
| P2 | 1,87 | 2,07 | 2,13 | 2,02ᵅ |
| P3 | 1,73 | 1,87 | 2,07 | 1,89ᵅ |

Keterangan:

P1 Daun kelapa sawit + Dedak + Molases + Air

 P2 Daun kelapa sawit + Dedak + Molases + EM4 +Air

 P3 Daun kelapa sawit + Dedak + Molases + Starbio + Air

* Rerata dengan Superskrip berbeda pada kolom yang sama menunjukkan ada perbedaan yang nyata (P>0,05).

 Berdasarkan hasil uji *Duncan’s New Multiple Range Test* (DMRT) (Lampiran 3 ) menunjukkan P1 berbeda nyata (P<0,05) terhadap P2 dan P3. Hal ini dikarenakan P1, tidak adanya penambahan mikroba dari (EM4) maupun (Starbio) mikroba yang dihasilkan sedikit untuk memproduksi bakteri asam laktat sehingga mikroorganisme yang ada kurang efektif bekerja untuk memecah karbohidrat dan menurunkan nilai pH mengakibatkan relatif banyaknya jamur yang tumbuh pada permukaan daun kelapa sawit fermentasi. Prabowo (2013) menyatakan jamur dapat tumbuh apabila kondisi anaerob didalam silo tidak tercapai. Penambahan akselelator berupa bekatul juga dapat menekan pertumbuhan jamur karena bakteri asam laktat memanfaatkan akselerator untuk menurunkan pH. Hal ini sependapat dengan Mc Donald (1981) yang menyatakan bahwa salah satu tujuan penambahan akselerator dalam proses ensilase adalah untuk menghambat pertumbuhan jamur tertentu.

Hasil uji *Duncan’s* nilai total koloni jamur pada perlakuan P2 dan P3 menunjukkan berbeda tidak nyata (P>0,05). P2 dan P3 memiliki jenis mikroba yang sama yaitu *Lactobacillus sp.* Mikroba *Lactobacillus sp* memiliki fungsi yang sama, yaitu bakteri penghasil asam laktat. Mikroorganisme yang ada memecah karbohidrat menjadi gula yang lebih sederhana dan menurunkan nilai pH, aroma menjadi asam mengakibatkan jamur sulit untuk tumbuh sehingga jamur yang tumbuh pada permukaan daun daun kelapa sawit fermentasi relatif sedikit. Hal ini sesuai dengan pendapat Susetyo (1985) menyatakan bahwa dalam proses ensilase apabila oksigen telah habis dipakai, pernapasan akan berhenti dan suasana menjadi *anaerob.* Dalam keadaan demikian hanya bakteri pembentuk asam yang masih aktif dan jamur tidak akan tumbuh.

Kualitas bahan pakan tidak terlepas dari berbagai pengaruh seperti kondisi lingkungan, yang menjadikan layak atau tidaknya suatu bahan pakan untuk diberikan kepada ternak. Berbagai bahan pencemar dapat terkandung didalam bahan pakan karena penggunaan bahan baku pakan terkontaminasi, proses pengolahan, dan proses penyimpanan, diantara kontaminan yang sering ditemukan adalah jamur (Maryam, 2002). Ada tidaknya jamur menentukan layak tidaknya bahan pakan tersebut untuk diberikan pada ternak.

**pH**

Hasil penelitian menunjukkan rerata nilai kadar pH daun kelapa sawit fermentasi dengan berbagai macam inokulum adalah : P1 7,12; P2 5,05; dan P3 5,38 %. Data selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 10. Hasil analisis variansi (Lampiran3) menunjukkan pengaruh penambahan inokulum berbeda nyata (P<0,05) terhadap pH daun kelapa sawit. hasil uji *Duncan’s New Multiple Range Test* (DMRT) (Lampiran 3) menunjukkan P1 berbeda nyata (P<0,05) terhadap pH P2 dan P3. Hal ini dikarenakan P1 tanpa adanya penambahan starter EM4 maupun Starbio) sehingga mikroba yang dihasilkan pada substrat sedikit sehingga asam laktat yang dihasilkan pada saat proses ensilase sangat sedikit diduga bakteri yang ada tidak berkembang dengan baik, sehingga menyebabkan nilai (pH) yang buruk yaitu 7,12 basa pada daun kelapa sawit

Tabel 10. Nilai pH Daun Kelapa Sawit Fermentasi

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Perlakuan |  | Ulangan  |  |  Rerata\* |
| I | II | III |
| P1 | 7,11 | 7,42 | 6,81 | 7,12ᵇ |
| P2 | 5,06 | 5,07 | 5,03 | 5,05ᵅ |
| P3 | 5,37 | 5,40 | 5,36 |  5,38ᵅ |

Keterangan:

P1 Daun kelapa sawit + Dedak + Molases + Air

 P2 Daun kelapa sawit + Dedak + Molases + EM4 + Air

 P3 Daun kelapa sawit + Dedak + Molases + Starbio + Air

* Rerata dengan Superskrip berbeda pada kolom yang sama menunjukkan ada perbedaan yang nyata (P<0,05).

Tingkat keasaman silase sangat penting karena merupakan penilaian utama keberhasilan pembuatan silase. Kondisi asam akan menghindarkan hijauan dari pembusukan oleh mikroba pembusuk (Ridwan *et al.,* 2005).

Hasil *Duncan’s* nilai pH Pada P2 dan P3 berbeda tidak nyata antara perlakuan (P>0,05). karena kedua perlakuan adanya penambahan inokulum dari starter (EM4 dan Starbio) yang mana disaat proses ensilase bakteri yang berkembang lebih banyak untuk menghasilkan asam laktat sehingga nilai pH turun pada daun kelapa sawit fermentasi. Derajat keasaman (pH) selama proses fermentasi di pengaruhi oleh jumlah bakteri asam laktat, semakin banyak jumlah asam laktat maka pH selama proses ensilase akan semakin menurun. Proses fermentasi dengan baik akan menghasilkan pH yang lebih rendah ( Coblentz, 2003). Laporan Despal *et al.,* (2011) dedak padi memiliki *water-soluble carbohydrates* (5,4%) dan penambahan *water-soluble carbohydrates* akan meningkatkan *fermentable carbohydrate* silase yang menyediakan lingkungan bagi berkembangnya bakteri untuk memproduksi asam laktat serta penurunan pH silase.

**Fraksi Serat**

**Hemiselulosa**

Hasil penelitian menunjukkan rerata nilai kadar Hemiselulosa daun kelapa sawit fermentasi dengan berbagai macam inokulum adalah : P1 15,86; P2 13,79; dan P3 13,79%. Data selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Kadar Hemiselulosa Daun Kelapa Sawit Fermentasi (%)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Kelompok Perlakuan |  | Ulangan  |  |  Rerata \* |
| I | II | III |
| P1 | 15,43 | 15,88 | 16,28 | 15,86ᵇ |
| P2 | 13,98 | 13,87 | 13,51 | 13,79ᵅ |
| P3 | 13,92 | 13,95 | 13,51 | 13,79ᵅ |

Keterangan:

P1 Daun kelapa sawit + Dedak + Molases + Air

 P2 Daun kelapa sawit + Dedak + Molases + EM4 + Air

 P3 Daun kelapa sawit + Dedak + Molases + Starbio + Air

* Rerata dengan Superskrip berbeda pada kolom yang sama menunjukkan ada perbedaan yang nyata (P>0,05).

Hasil analisis variansi (Lampiran 4 ) menunjukkan pengaruh penambahan inokulum berbeda nyata (P<0,05) terhadap kadar hemiselulosa daun kelapa sawit. Berdasarkan hasil uji *Duncan’s New Multiple Range Test* (DMRT). (Lampiran 4) menunjukan P1 berbeda nyata (P<0,05) dengan perlakuan P2 dan P3. Dikarenakan P1 tanpa adanya penambahan bakteri dari inokulum dan mikroba sedikit yang mana bakteri dihasilkan sedikit pula bakteri yang dihasilkan pada substrat sulit mendegradasi monomer gula dan asam asetat pada hemiselulosa. Sehingga kadar hemiselulosa sulit terurai oleh bakteri. Hal ini sesuai dengan pernyataan Santi *et al.,* (2012) menyatakan penguraian bakteri asam laktat (BAL) sangat lambat sehingga enzim yang dihasilkan sedikit. Hal ini sesuai dengan pendapat Said (1996) hidrolisis hemiselulosa dapat di fermentasi oleh beberapa macam mikroorganisme yang mampu mengunakan gula pentosa sebagai substratnya.

 Hasil uji *Duncan’s* nilai hemiselulosa pada P2 dan P3 berbeda tidak nyata (P>0,05). Karena satu sama lain memiliki jenis mikroba yang sama yaitu mikroba penghasil asam laktat, sehingga menyebabkan hemiselulosa mengalami biodegradasi menjadi monomer gula dan asam asetat sebagai sumber energi bagi mikroba dengan bantuan enzim hemiselulase. Mikroba *Lacctobacillus sp* dan *saccharomyces sp* yang menghasilkan endoxylanase yang berperan dalam pemecahan xylan menjadi oligosakarida. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Richana dkk. (2000) yang menyatakan enzime Xylanase diketahui memiliki kemampuan menghidolisis Xylan dalam hemiselulosa. Woolford (1984) hemiseluloa mengalami pemecahan selama tahap awal fermentasi dan bakteri asam laktat akan merombak hemiselulosa setelah simpanan karbohidrat sederhana habis terpakai dan membentuk asam organic dan merunkan pH.

**Selulosa**

Hasil penelitian menunjukkan rerata nilai kadar Selulosa daun kelapa sawit fermentasi dengan berbagai macam inokulum adalah : P1 32,47; P2 22,46; dan P3 22,34%. Data selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 12. Hasil analisis variansi (Lampiran 4 ) daun kelapa sawit fermentasi dengan berbagai macam inokulum menunjukkan berbeda nyata (P<0,05) terhadap kadar Selulosa. Berdasarkan hasil uji *Duncan’s New Multiple Range Test* (DMRT) (Lampiran4) Menunjukkan P1 berbeda nyata (P<0,05) terhadap P2 dan P3.

Tabel 12. Kadar Selulosa Daun Kelapa Sawit Fermentasi (%)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Kelompok Perlakuan |  | Ulangan  |  | Rerata \* |
| I | II | III |
| P1 | 32,33 | 32,53 | 32,53 | 32,47ᵇ |
| P2 | 21,68 | 22,74 | 22,94 | 22,46ᵅ |
| P3 | 21,50 | 22,47 | 23,04 | 22,34ᵅ |

Keterangan:

P1 Daun kelapa sawit + Dedak + Molases + Air

 P2 Daun kelapa sawit + Dedak + Molases + EM4 + Air

 P3 Daun kelapa sawit + Dedak + Molases + Starbio + Air

* Rerata dengan Superskrip berbeda pada kolom yang sama menunjukkan ada perbedaan yang nyata (P<0,05)

 Hal ini dapat diduga karena P1 sebagai tanpa adanya penambahan inokulum, dan mikroba yang dihasilkan pada substrat sedikit sehingga bakteri yang dihasilkan juga sedikit dan mengakibatkan nutrien yang dimanfaatkan oleh bakteri untuk berkembang dan menghasilkan enzim selulase sangat sedikit. Sehingga bakteri yang terdapat pada substrat tidak mampu menguraikan selulosa menjadi glukosa untuk digunakan sebagai produk utama, sehingga tidak mampu menurunkan kandungan serat kasar pada silase daun kelapa sawit.

 Hasil uji *Duncan’s* nilai pada selulosa P2 dan P3 berbeda tidak nyata (P>0,05). Hal ini dikarenakan P2 dan P3 adanya penambahan inokulum. Sehingga banyak menghasilkan mikroba penghasil enzim *Lacctobacillus sp.* Dimana mikroba tersebut termasuk jenis mikroba selulolitik yang menghasilkan enzim selulase. Diketahui enzim selulase akan mengdegradasi selulosa menjadi senyawa-senyawa sederhana yang mudah larut yang mengakibatkan penurunan kadar selulosa. Prayitno (1997) menyatakan bahwa terjadinya penurunan kandungan selulosa sebagai komponen serat kasar akan didegradasi oleh mikroba selulolitik menjadi monomer yang dapat digunakan sebagai sumber energi. Selulosa dan hemiselulosa merupakan penyusun jaringan tumbuhan yang tersusun dari gula yang berbeda. Selulosa adalah polimer β-glukosa yang tersusun dari D-glukosa yang diikat oleh β-1,4 glikosida membentuk selobiosa. Senyawa ini didegradasi oleh mikroba menjadi oligosakarida kemudian menjadi glukosa sehigga dapat menurunkan kandungan serat kasar pada silase daun kelapa sawit. Enzim selulase merupakan enzim ekstraseluler, yaitu enzim yang dihasilkan di dalam sel dan dilepaskan ke dalam media sehingga dapat menghidrolisis makro molekul seperti selulosa. Proses fermentasi mengunakan bakteri selulotik, dapat menguraikan monomer glukosa dan menjadikanya sebagai sumber karbon dan sumber energi (Hardjo *et al.,* 1989).

**Lignin**

Hasil penelitian menunjukkan rerata nilai kadar lignin daun kelapa sawit fermentasi dengan berbagai macam inokulum adalah : P1 48.92; P2 22.83; dan P3 21.73%.

Tabel 13. Kadar Lignin Daun Kelapa Sawit Fermentasi (%)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Perlakuan |  | Ulangan  |  | Rerata \* |
| I | II | III |
| P1 | 49,08 | 49,60 | 48,08 | 48,92ͨ |
| P2 | 22,32 | 22,92 | 23,26 |  22,83ᵇ |
| P3 | 21,79 | 21,67 | 21,74 |  21,73ᵅ |

Keterangan:

P1 Daun kelapa sawit + Dedak + Molases + Air

 P2 Daun kelapa sawit + Dedak + Molases + EM4 + Air

 P3 Daun kelapa sawit + Dedak + Molases + Starbio + Air

* Rerata dengan Superskrip berbeda pada kolom yang sama menunjukkan ada perbedaan yang nyata (P<0,05)

Hasil analisis variansi (Lampiran 4 ) daun kelapa sawit fermentasi dengan berbagai macam inokulum menunjukkan berbeda nyata (P<0,05) terhadap kadar lignin. Berdasarkan hasil uji *Duncan’s New Multiple Range Test* (DMRT) (Lampiran 4 ) menunjukkan P1 berbeda nyata (P<0,05) dengan perlakuan P2 dan P3. Hal ini dikarenakan P1 tanpa adanya penambahan inokulum sehingga mikroba yang terdapat hanya sedikit dan bakteri yang terbentuk juga sedikit sehingga sulit mendegradasi kandungan lignin pada silase daun kelapa sawit. Diduga disaat proses ensilase bakteri tidak menghasilkan enzim untuk menguraikan struktur ligninoselulosa. Lignin sulit didegradasi karena strukturnya yang kompleks dan heterogen yang berikatan dengan selulosa dan hemiselulosa dalam jaringan tanaman yang tersusun atas lignin yang memberikan bentuk yang kokoh dan memberikan proteksi terhadap serangga dan patogen (Suparjo, 2008).



Gambar 3. Skema *pretreatment* bahan lignoselulosa (Mood *et al*., 2013)

Hasil uji *Duncan’s* nilai pada lignin P2 dan P3 berbeda tidak nyata (P>0,05). Hal ini dikarenakan kedua perlakuan adanya penambahan inokulum. P2 (EM4) dan P3 (Starbio) kedua inokulum tersebut memiliki mikroba yang sama yaitu bakteri selulolitik penghasil enzim sehingga proses degradasi meningkat dan mampu menghidrolisis struktur lignin, dan menyebabkan turunya kandungan kadar lignin. Diduga di saat proses ensilase Kedua mikroba yang terdapat pada inokulum (EM4 dan Starbio) mampu mendegradasi serat kasar dan merengangkan ikatan lignoselulosa sehingga tekstur pada silase daun kelapa sawit lebih halus dari sebelumnya. Peningkatan protein pada fermentasi disebabkan oleh aktivitas enzim seperti *selulosa* yang melonggarkan ikatan *ligno-selulosa* dan *ligno-hemiselulosa*, sehingga protein yang terikat pada *lignin* akan terlepas (Sundari, dan Rosningsih. 2014).

**Kesimpulan**

 Dari hasil penelitian disimpulkan bahwa penambahan inokulum pada fermentasi daun kelapa sawit dapat memperbaiki karakteristik fisik. Dari kedua macam inokulum (Strarbio dan EM-4) sama efektifnya karena nilai fraksi serat (Hemiselulosa, selulosa dan lignin) mengalami penurunan

**DAFTAR PUSTAKA**

Baba, S., A. Muktiani, A. Ako., M. I. Dagong. 2011. Keragaman dan Kebutuhan Teknologi Peternak Sapi Perah di Kabupaten Enrekang. *Med. Pet.* Vol. 34. 2:146-154.

Badan Pusat Statistik. 2017. *Statistik Indonesia*. BPS, Jakarta.

Coblenzt, W. 2003. Principle of silage making. <http://www.uaex.edu>

Despal, I. G. Permana, S.N. Safarina and A.J. Tatra. 2011. Addition of water soluble carbohydrate sources prior to ensilage for ramie leaves silage qualities improvement. *Med. Pet*. 34:69-76.

Diwyanto, K. 2008. Pemanfaatan sumber daya lokal dan inovasi teknologi dalam mendukung pengembangan sapi potong di Indonesia. P*engembangan Inovasi Pertanian* 1 (3) : 173−188.

Hardjo, S. 1989. *Biokonversi Pemanfaatan Limbah Industri Pertanian.* Bogor: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi, Institut Pertanian Bogor.

Hermanto. 2011. Sekilas Agribisnis Peternakan Indonesia. konsep Pengembangan Peternakan, menuju Perbaikan Ekonomi Rakyat serta Meningkatkan Gizi Generasi mendatang melalui Pasokan Protein Hewani Asal Peternakan. [9 Juli 2011].

Hidayat, N., Suprapto dan A. Hudri. 2012. *Kajian karbohidrat Fermentabel Sebagai Aditif dan Bakteri Asam Laktat pada Pembuatan Silase Rumput Gajah*. Laporan Penelitian. Fakultas peternakan. Unsoed. Purwokerto.

Inounu, I., E. Martindah, R.A. Saptati, dan A. Priyanti. 2007. Potensi ekosistem pulau-pulau kecil dan terluar untuk pengembangan usaha sapi potong. *Wartazoa 7.*(4): 156−164.

Luthan, F. 2009. Implementasi program integrasi sapi dengan tanaman : padi, sawit, dan kakao di Indonesia. *Prosiding* Workshop Nasional Dinamika dan Keragaan Sistem Integrasi Ternak-Tanaman: Padi, Sawit, Kakao. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Bogor.

 Maryam, R. 2002. Mewaspadai Bahaya Kontaminasi Mikotoksin pada Makanan. Falsafah Sains. Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.

Mathius, I. W., D. Sitompul, B. P. Manurung dan Asmi. 2003. Produk samping tanaman dan pengolahan buah kelapa sawit sebagai bahan dasar pakan komplit untuk : suatu tinjauan. *Prosiding Lokakarya Nasional: Sistem Integrasi Kelapa Sawit-Sapi.* Bengkulu 9-10 September 2003.P. 120-128.

McDonald, P. 1981*. Biochemistry of silage*. Jhon wiley and sons : New York.

Novita, A., F. K Tangdilintin dan R. Islamiyati. 2003. Kandungan Bahan Kering dan Bahan Organik Jerami Padi yang Difermentasi dengan Effective Microorganisms-4 (EM-4) dan Beberapa Level Urea. Bull. Nutrisi dan Makanan Ternak. 4 (1): 33-41

Nurhadiyanto. 2014. Pengaruh fermentasi candida utilis terhadap nilai fraksiserat bungkil inti kelapa sawit*.* *Skripsi*. Prodi peternakan fakultas Agroindustri Universitas Mercu Buana Yogyakarta.

Richana, N., P. Lestari, A. Thontowi dan Rosmimik. 2000. Seleksi Bakteri Isolat Bakteri Lokal Penghasil Xilanase*. J. Mikrobiologi Indonesia.* 5(2):54-56.

Ridwan, R. S., Ratnakomala, G. Kartika dan Y. Widyastuti. 2005. Pengaruh Penambahan Dedak Padi dan *Lactobacillus Planatarum* 1BL-2 Dalam Pembuatan Silase Rumput Gajah (*Penisetum p.*) *Jurnal Media Peternakan-IPB.* 28 (3): 117-123.

Riswandi, S. Sandi, I. Permata. 2017. Amoniasi Fermentasi (Amofer) Serat Sawit dengan Penambahan Urea dan *Effective microorganism-4* (EM-4) terhadap Kualitas Fisik, Derajat Keasaman (pH), Bahan Kering dan Bahan Oganik. *Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal*

Said. 1996. Penanganan dan Pemanfaatan Limbah Kelapa Sawit. Trubus Agriwidya. Bogor.

Santi, R. K. D., Fatmasari, S. D. Widyawati dan W. P. S. Suprayogi. 2012. Kualitas dan Nilai Kecernaan In Vitro Silase Batang Pisang (Musaparadisiaca) dengan Penambahan Beberapa Akselelator. Program Studi Peternakan. Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret.

Siregar, M. E. 1996. *Pengawetan Pakan Ternak*. Penebar Swadaya, Jakarta

Soetanto, H. 2007. Bahan kuliah nutrisi ruminansia jurusan nutria dan makanan ternak. Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya. Malang.

Sundari, dan S. Rosnaningsih. 2014. Palm Kemel Cake Fermented with Candida Utilis for Manose-Enriched Local Feed Supply. *International Journal of Science and Engeering Research*. Vol. 5 (9) : 832- 835.

Winarno, F. G., B. S. L. Jenie. 1982. Kerusakan Bahan Pangan dan Cara Pengolahannya. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.

Woolford, M. K. 1984. The Silage Fermentation. Marcel Dekker Inc. New York.