

# **PENGARUH PENGGUNAAN NIRA AREN DENGAN LAMA WAKTU FERMENTASI YANG BERBEDA TERHADAP FRAKSI SERAT KULIT KAKAO**

Fabianus Lopi <sup>1</sup>, Deodatus D. Kota <sup>2</sup>

*Program Nutrisi dan Makanan Ternak, Politeknik St. Wilhelmus <sup>1</sup>, Politani Negeri Kupang <sup>2</sup>*

Email: [lopifabianus@gmail.com](mailto:lopifabianus@gmail.com)

**Abstract:** Research to determine the fraction of cocoa shell fiber fermented by sugar palm juice for a period of 6-18 days was carried out at the Kupang State Agricultural Polytechnic Laboratory in November 2015-April 2016. The main materials used were cocoa shells and sugar palm sap. The methodology used in the research was an experiment with a completely randomized design consisting of four treatments, namely: no fermentation, 6 days fermentation, 12 days fermentation and 18 days fermentation. The parameter observed was the content of the cocoa shell fiber fraction. The research data was analyzed using ANOVA and Duncan's advanced test if it had a significant effect. The length of fermentation time with different palm sap has a significant effect on the content of ADF, NDF, cellulose, hemicellulose and lignin in cocoa shells. The highest ADF content was found in the 6 day fermentation treatment. It was concluded that the fermentation time of cocoa shells for 6 days with palm sap could increase the content of cocoa shell fiber fractions, namely: NDF, ADF and cellulose.

**Keywords:** *Caucasian cocoa, palm Nira, ADF, NDF, cellulose, hemicellulose, lignin*

**Abstrak:** Penelitian untuk mengetahui fraksi serat kulit kakao terfermentasi nira aren pada lama waktu 6-18 hari telah dilaksanakan di Laboratorium Politeknik Pertanian Negeri Kupang pada bulan November 2015-April 2016. Materi utama yang digunakan adalah kulit kakao dan nira aren. Metodologi yang digunakan dalam penelitian adalah eksperimen dengan rancangan acak lengkap yang terdiri dari empat perlakuan yakni: tanpa fermentasi, terfermentasi 6 hari, terfermentasi 12 hari dan fermentasi 18 hari. Parameter yang diamati adalah kandungan fraksi serat kulit kakao. Data penelitian dilakukan analisis menggunakan ANOVA dan uji lanjut Duncan bila berpengaruh nyata. Lama waktu fermentasi dengan nira aren yang berbeda berpengaruh signifikan terhadap kandungan, ADF, NDF, selululosa, hemiselulosa, dan lignin kulit kakao. Kandungan ADF tertinggi terdapat pada perlakuan fermentasi 6 hari. Disimpulkan bahwa lama waktu fermentasi kulit kakao selama 6 hari dengan nira aren dapat meningkatkan kandungan fraksi serat kulit kakao yakni: NDF, ADF dan selulosa.

**Kata kunci:** Kulit kakao, Nira aren, ADF, NDF, Selulosa, Hemiselulosa, Lignin

## PENDAHULUAN

Pakan merupakan unsur penting dalam usaha peternakan. Secara ekonomi biaya produksi pakan mencapai  $\pm$  65%. Tingginya harga pakan dikarenakan sebagian bahan pakan dalam ransum berupa jagung, polard, bungkil kedelai, bungkil kelapa, bungkil kelapa dan lainnya merupakan hasil impor. Ketersediaan pakan secara kualitas, kuantitas dan kontinuitas menjadi syarat mutlak dalam menunjang keberlangsungan usaha peternakan.

Strategi untuk meminimalisir penggunaan bahan pakan impor dan pakan konvensional dapat menggunakan alternatif bahan pakan limbah pertanian nonkonvensional di pedesaan. Limbah pertanian sebagai pakan sering ditafsirkan dengan kualitas nutrisi yang rendah, memiliki zat anti nutrisi tetapi secara ekonomis memiliki harga yang rendah dapat terjangkau oleh semua kalangan peternak.

Kulit buah kakao (*Theobroma cacao* L.) merupakan limbah pertanian yang dapat dioptimalkan menjadi pakan. Pada tahun 2017 produksi biji kakao di provinsi Nusa Tenggara Timur (NTT) adalah 19.295 ton dan tahun 2021 meningkat 6,30% atau mencapai 20.593 ton (BPS NTT, 2023). Dalam satu buah kakao terdapat 75% kulit kakao, biji kakao 23% dan palsema 2% (Wawo, 2008). Mengacu pada data tersebut, dapat diproyeksikan bahwa produksi kulit kakao di NTT pada tahun 2021 adalah 67.151 ton.

Secara kuantitas kulit kakao berpotensi menjadi pakan substitusi hijauan dan juga konsentrat pada ternak ruminansia. Sekitar 30-40% hijauan pakan ternak sapi dapat disubstitusikan dari kulit kakao. Hal ini menjadi langkah solutif terhadap tantangan ketersediaan pakan terutama di NTT dimana pada musim kemarau pertumbuhan hijauan terhambat, ketersediaan pakan hijauan menjadi berkurang dan kualitas yang rendah.

Dalam memanfaatkan kulit kakao sebagai pakan perlu memberikan perhatian terhadap aspek kualitas nutrisi. Menurut

Erlita, 2016 melaporkan bahwa kulit kakao memiliki kandungan bahan kering 88% dan protein kasar 8%. Selain itu, dalam kulit kakao memiliki zat anti nutrisi berupa *theobromine* yang merupakan senyawa *alkaloid* dimana pada batas konsumsi tertentu dapat menyebabkan toksin.

Selain itu, kandungan serat kasar seperti selulosa, hemiselulosa, dan lignin cukup tinggi dalam kulit kakao. Dengan demikian mikroba dalam rumen terhambat diikuti penurunan kemampuan rumen untuk mencerna dan memanfaatkan nutrisi pakan. Serat kasar yang terdiri dari selulosa dan polisakarida pada pangan atau pakan dari tanaman tahan terhadap uraian enzim saluran pencernaan sehingga tidak diabsorpsi (Gaman dan Sherrington, 1992).

Berbagai teknologi melalui riset untuk mengurangi nilai serat kasar dan meningkatkan nilai nutrisi kulit buah kakao dengan mengandalkan fermentasi, perlakuan fisik dan kimia.

Teknologi fermentasi dipandang sebagai penggunaan bahan-bahan yang murah dengan menggunakan mikroorganisme yang menghasilkan produk bernilai ekonomi lebih dari sebelumnya (Ansori, 1992). Selanjutnya fermentasi pada prinsipnya adalah untuk meningkatkan jumlah mikroorganisme, nilai nutrisi substrat dan rasa suka melalui aroma (Winarno dkk, 1980).

Bahan fermentasi yang ditawarkan untuk meningkatkan nilai pencernaan fraksi serat kasar kulit kakao adalah nira aren. Nira aren (*Arenga pinnata*) adalah produk tradisional masyarakat NTT yang dihasilkan dari pohon enau yang adalah tanaman yang berkembang secara alam. Masyarakat NTT terkhususnya pulau flores pada umumnya berprofesi sebagai produsen nira aren untuk minuman tradisional (moke) atau menjadi bahan baku pembuatan produk khas lokal berupa gula aren, gula lempeng dan sebagainya.

Nira yang belum terfermentasi menjadi moke mengandung mikroba baik seperti ragi dan bakteri, mikroba tersebut berasal dari tandan pada saat proses penyadapan berlangsung (Wikipedia, 2010 dalam Mussa, 2014). Selanjutnya Koni *et*

al (2021) melaporkan penggunaan level nira lontar terhadap kulit pisang sebagai pakan ternak unggas dimana mampu meningkatkan protein kasar dan memperbaiki kualitas kimia kulit pisang. Oleh karena itu, dilakukan kajian pengaruh nira aren sebagai bahan fermentasi terhadap fraksi serat kasar kulit kakao pada lama waktu yang berbeda.

## **MATERI DAN METODE**

Analisis fraksi serat kulit kakao terfermentasi dilakukan di Laboratorium Nutrisi Pakan Ternak Politeknik Pertanian Negeri Kupang pada bulan November 2015 – April 2016. Materi penelitian yang digunakan yaitu kulit kakao yang dicacah dan dikeringkan serta memiliki ciri fisik sebagai berikut: berwarna coklat tua, tidak berjamur dan diperoleh dari kecamatan Boawae kabupaten Nagekeo, serta nira aren berwarna putih sedikit berbusa, dan berbau asam yang diambil dari Kecamatan Amarasi Selatan Kabupaten Kupang.

### **Metode Penelitian**

Metode yang digunakan adalah metode eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 4 perlakuan yakni: kulit kakao + nira aren tanpa fermentasi ( $K_0$ ); kulit kakao + nira aren yang difermentasi 6 hari ( $K_6$ ); kulit kakao + nira aren yang difermentasi 12 hari ( $K_{12}$ ) dan kulit kakao + nira aren yang difermentasi 18 hari ( $K_{18}$ ). Setiap perlakuan diulangi 6 kali sehingga menghasilkan 24 unit percobaan.

### **Prosedur Kerja**

Persiapan penelitian: pada bagian ini dilakukan persiapan alat seperti karung, timbangan digital, pH digital, oven  $60^{\circ}\text{C}$ , gelas ukur, gunting, kertas label, stoples, wadah, mesin giling thermometer, dan juga pengadaan kulit kakao sebanyak 20 kg serta nira aren sebanyak 10 liter. Pelaksanaan penelitian berupa pengolahan

kulit kakao dengan nira aren dan pada lama waktu pemeraman yang berbeda. Sebelumnya kulit kakao dicacah dengan ukuran 1-2 cm kemudian dikeringkan. Setelah proses pengeringan kulit kakao ditimbang sebanyak 1 kg dan nira aren 20% dari berat bahan dilanjutkan proses pencampuran hingga homogen. kulit kakao yang telah tercampur homogen dibagi secara merata pada 4 wadah berupa stoples menggunakan timbangan lalu stoples tersebut ditutup rapat dan diberi label sesuai perlakuan yaitu perlakuan kontrol tanpa pemeraman, pemeraman 6 hari, pemeraman 12 hari dan 18 hari. Setelah melewati proses pemeraman kulit kakao dikeringkan kemudian di lanjutkan pengambilan sampel dan analisis laboratorium.

### **Variabel Penelitian**

variabel yang diamati yakni fraksi serat dalam kulit kakao yang diperam dengan nira aren pada lama waktu yang berbeda melalui uji laboratorium (Van Soest, 1967 disitasi Soejono, 1991) yakni:

1. *Acid Detergent Fiber* (ADF)
2. *Neutral Detergent Fiber* (NDF)
3. Hemiselulosa = %NDF-% ADF
4. Lignin
5. selulosa = % ADF - % lignin

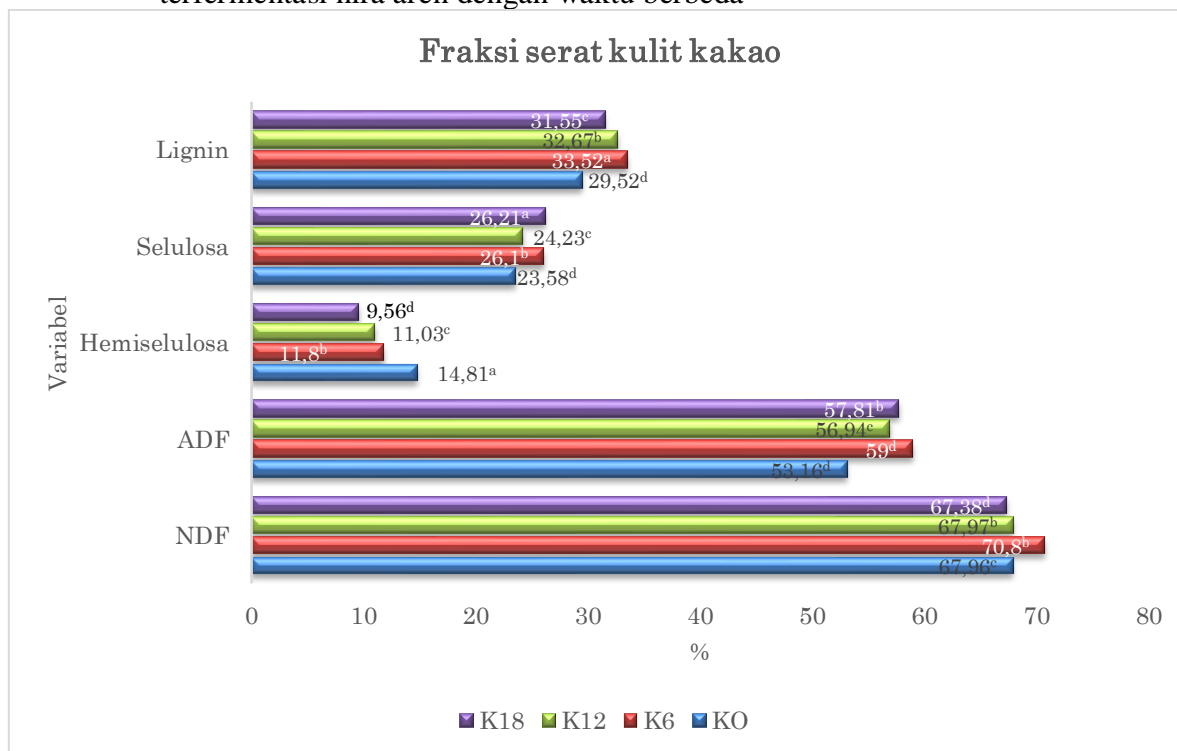
### **Analisis Data**

Data dari laboratorium dianalisis menggunakan analisis ragam dan dilanjutkan uji Duncan.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Sampel kulit buah kakao dipeoleh dari Kecamatan Boawae Kabupaten Nagekeo. Hasil observasi laboratorium bahwa terdapat jamur 42% pada perlakuan  $k_{12}$ , sedangkan perlakuan  $k_0$ ,  $k_6$ , dan  $k_{18}$  tidak ditemukan jamur. Kadar pH menunjukan perlakuan  $k_0$ :6;  $k_6$ :5,80;  $k_{12}$ :4,90 dan  $k_{18}$ :4.

Diagram 1. kandungan *NDF*, *ADF*, *Hemiselo*, *Selulosa* dan *Lignin* Kulit buah kakao terfermentasi nira aren dengan waktu berbeda



Keterangan: superskrip yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata ( $P < 0,05$ )

### Kadar NDF Kulit Buah Kakao

Data pengaruh perlakuan terhadap kadar NDF dapat di lihat pada diagram 1. Hasil uji statistik menunjukan perlakuan berpengaruh signifikan terhadap kadar NDF kulit kakao. Uji Duncan menunjukan bahwa kadar NDF tertinggi terdapat pada K<sub>6</sub> berbeda nyata dengan kulit kakao K<sub>18</sub>, kulit buah kakao K<sub>12</sub> berbeda nyata terhadap perlakuan kontrol.

keadaan ini dikarenakan komposisi penyusun NDF berupa selulosa, hemiselulosa dan lignin, ketika presentasi ketiga komponen tersebut terjadi peningkatan atau penurunan maka memperngaruhi total NDF, aktifitas mikroba yang aktif memanfaatkan isi sel dalam kulit buah kakao juga mempercepat terjadi perubahan total NDF sehingga mikroorganisme lebih optimal memanfaatkan isi sel seiring dengan bertambahnya lama waktu fermentasi. Namun semakin lama waktu fermentasi juga dapat menurunkan kandungan NDF kulit buah kakao karena berkurangnya isi sel, isi sel yang terlarut akan terjadi peningkatan nilai NDF kulit buah kakao.

Hal ini nampak pada kandungan hemiselulosa yang semakin berkurang ketika lama waktu fermentasi meningkat. nilai NDF yang tinggi di perlakuan K<sub>6</sub> menjadi sumber energi ternak.

Rataan nilai NDF kulit buah kakao pada riset ini yaitu 68.53%. nilai NDF tersebut jauh lebih rendah dibanding kadar NDF kulit buah kakao yang difermentasi dengan *P. chrysosporium* sebesar 75.36% seperti yang dilaporkan oleh Suparjo (2011) karena mempunyai kemampuan mendegradasi lignoselulosa secara selektif.

### Kadar ADF Kulit Buah Kakao

Hasil analisis statistik menunjukan bahwa lama waktu fermentasi kulit kakao dengan nira aren berpengaruh nyata terhadap nilai ADF kulit kakao. Uji Duncan menunjukan bahwa kadar ADF tertinggi terhadap kulit kakao yang difermentasi selama 6 hari yang berbeda nyata dengan kulit kakao yang difermentasi selama 12 hari, kulit kakao yang difermentasi selama 18 hari, dan kulit kakao tidak terfermentasi.

Hal ini dipengaruhi oleh presentasi dari selulosa dan lignin yang berubah oleh adanya aktifitas degradasi oleh mikroba karena selulosa dan lignin merupakan komponen dari ADF dan banyaknya isi sel yang terlarut dalam nira aren dan termemanfaatkannya isi sel tersebut oleh mikroba yang aktif dalam proses tersebut. Akan tetapi semakin lama waktu fermentasi dapat menyebabkan penurunan kadar ADF dikarenakan berkurangnya isi sel kulit buah kakao. Hal ini sesuai pernyataan Soejono (1994), bahwa prinsip ADF adalah melarutkan isi sel sehingga yang tertinggal adalah bahan lignoselulotik. Kadar ADF yang tertinggi pada K6 mengandung selulosa yang tinggi dan bermanfaat sebagai sumber energi bagi ternak ruminansia.

### **Kadar Hemiselulosa Kulit Buah Kakao**

Hasil analisis varians menunjukkan lama fermentasi dalam nira aren berpengaruh nyata terhadap kadar hemiselulosa yaitu terhadap pada kulit kakao yang tidak difermentasi. Uji Duncan menunjukkan bahwa kadar hemiselulosa tertinggi terhadap pada kulit kakao yang tidak difermentasi yang berbeda nyata dengan kulit kakao yang difermentasi selama 6 hari, kulit kakao yang difermentasi selama 12 hari, dan kulit kakao yang difermentasi selama 18 hari.

Penurunan nilai hemiselulosa kulit kakao disebabkan lama waktu fermentasi, makin lama waktu fermentasi semakin banyak pula nilai hemiselulosa yang dimanfaatkan oleh mikroba untuk pertumbuhan dan sebagai sumber energi untuk menghasilkan enzim. Superskrip yang berbeda antar perlakuan menyatakan bahwa semakin tinggi aktifitas mikroba dalam memanfaatkan kadar hemiselulosa sehingga berkurangnya presentasi kadar hemiselulosa dalam kulit buah kakao. Tilman dkk (1998) menjelaskan bahwa komponen hemiselulosa adalah *xilan*, *araban*, *heksose*, dan *poliuronat* tidak mampu bertahan dengan agen kimia dibandingkan dengan selulosa.

Selain itu, hemiselulosa dalam kulit kakao didegradasi mikroba menjadi

energinya. Selanjutnya hemiselulosa dihidrolisa oleh enzim hemiselulosa yang dihasilkan oleh jasat renik yang memproduksi asam lemak terbang mikroorganisme (Tilman dkk.1998). kandungan hemiselulosa kulit kakao pada penelitian ini adalah 11.80%. Kadar hemiselulosa ini lebih rendah dari kadar hemiselulosa kulit buah kakao yang difermentasi dengan *Phanerochaete chrysosporium* yaitu sebesar 15.68% seperti yang dilaporkan oleh Suparjo (2011) karena mempunyai kemampuan mendegradasi lignoselulosa secara selektif.

### **Kadar Selulosa Kulit Buah Kakao**

Data rata-rata kadar selulosa dapat dilihat pada diagram 1. Hasil analisis varians menunjukkan bahwa lama fermentasi dengan nira aren berpengaruh nyata terhadap nilai selulosa. Uji Duncan menunjukkan bahwa kandungan selulosa tertinggi terhadap pada kulit kakao yang difermentasi selama 18 hari yang berbeda nyata dengan kulit kakao yang dipreram selama 12 hari, kulit kakao yang difermentasi selama 6 hari, dan kulit kakao yang tidak difermentasi.

Perbedaan yang berfluktuasi antara perlakuan dapat dipengaruhi oleh jumlah populasi mikroba dalam nira aren serta larutnya isi sel pada saat difermentasi dalam nira aren. Aktifitas mikroba yang aktif mendegradasi hemiselulosa menyebabkan penurunan presentasi hemiselulosa, dengan kondisi ini secara otomatis terjadi peningkatan presentasi selulosa dalam kulit kakao. Namun presentasi selulosa berkurang dengan menipisnya kandungan hemiselulosa akibat terdegradasi oleh mikroba, mikroba akan mulai mendegradasi komponen lain apabila substrat yang mudah didegradasi telah menipis.

Produksi enzim *selulase* akan meningkat seiring peningkatan aktivitas mikroorganisme selulolitik (Singgih dkk. 2013). Selulosa adalah penyusun dinding sel tanaman dan berkorelasi erat dengan lignin dan hemiselulosa (Tilman dkk. 1998). Kadar selulosa kulit kakao dalam

riset ini yang tertinggi diperoleh perlakuan K6. Selulosa mampu didegradasi mikroorganisme rumen menjadi energi.

Rataan nilai selulosa kulit kakao dalam perlakuan K<sub>0</sub>-K<sub>18</sub> adalah 41,16%. Pada penelitian ini terjadi peningkatan pada lama fermentasi 18 hari.

### **Kadar Lignin Kulit Buah Kakao**

Hasil analisis varians menunjukkan bahwa lama fermentasi dengan nira aren sangat berpengaruh nyata terhadap nilai lignin kulit kakao. Uji Duncan menunjukkan bahwa kadar lignin tertinggi terdapat pada kulit kakao yang difermentasi 6 hari yang berbeda dengan kulit kakao yang difermentasi 12 hari, kulit kakao yang diperam 18 hari, dan kulit kakao yang tidak diperam.

Perbedaan kadar lignin kulit buah kakao yang difermentasi dengan nira aren dipengaruhi oleh aktifitas mikroba yang aktif mendegradasi kadar selulosa dan hemiselulosa dalam kulit buah kakao karena lignin berikatan erat dengan selulosa dan hemiselulosa maka seolah-olah lignin juga terdegradasi oleh mikroba perubahan yang terjadi pada lignin disebabkan ikut terlarutnya lignin bersama selulosa dan hemiselulosa akibat degradasi. Mikroba juga dapat melunakan dan memecahkan dinding dinding serat kasar kulit kakao sehingga struktur serat menjadi mudah terurai (Laconi, 1998).

Hal ini disebabkan oleh isi sel yang terlarut pada saat difermentasi. Tilman dkk (1998) menyatakan bahwa lignin meningkat dengan bertambahnya umur tanaman. Kandungan lignin kulit kakao terfermentasi nira aren dalam perlakuan ini adalah 22,12%. Degradasi lignin kulit buah kakao terfermentasi nira aren sangat berfluktuasi dengan nilai tertinggi pada lama fermentasi 6 hari yaitu 33,52%. Degradasi kulit buah kakao ini lebih tinggi dari penelitian sebelumnya yaitu 18,36% (Laconi, 1998) dan 17,06% (Alemawor dkk. 2009). Perbedaan nilai tersebut diduga karena jenis media, kapang dan fermentasi yang digunakan. Hal ini dapat dimengerti karena perbedaan materi yang difermentasi mempengaruhi kadar lignin

penyusunnya.

### **SIMPULAN**

1. Penggunaan nira aren dengan lama waktu berbeda pada kulit kakao terfermentasi berpengaruh signifikan terhadap fraksi serat kulit kakao.
2. Lama waktu fermentasi kulit kakao dengan nira aren hingga 6 hari dapat meningkatkan kandungan, NDF, dan ADF, dan selulosa kulit kakao.
3. Lama waktu fermentasi kulit kakao dengan nira aren hingga 18 hari menurunkan kandungan hemiselulosa.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- Andayani, J. 2010. Evaluasi Kecernaan *In Vitro* Bahan Kering, Bahan Organik dan Protein Kasar Penggunaan Kulit Buah Jagung Anonimasi dalam Ransum Ternak Sapi. Jurnal ilmiah Ilmu-Ilmu Peternakan Vol.18, No.5
- Ansori, R. 1992. Teknologi Fermentasi. Arcan, Kerjasama dengan Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Badan Pusat Statistik Nusa Tenggara Timur. 2023. [BPS Provinsi NTT](#), dikases Agustus 2023.
- Chesson, A and Forssberg, C.W. 1988. Polysaccharide Degradation by Rumen Mikroflora. In P>N. Hobson Ed. The Rumen Microbial Ecosystem. Elsevier Applied Science. London.
- Eko, D., M, Junus., dan M. Nasich. 2012. Pengaruh Penambahan Urea Terhadap Kandungan Protein Kasar Dan Serat Kasar Padatan Lumpur Organik Gas Bio. Fakultas Peternakan, Universitas Brawijaya, Malang.

- Erlita, Yuni. 2016. Kulit buah kakao untuk pakan ternak. Dinas Peternakan dan Kesehatan Hewan, Provinsi Sumatra Barat. [kulit Buah Kakao Untuk Pakan Ternak \(sumbarprov.go.id\)](http://kulitBuahKakaoUntukPakanTernak(sumbarprov.go.id)). di akses Agustus 2023
- Gaman, P.M. dan K.B. Sherrington. 1992. Pengantar ilmu Pangan, Nutrisi dan Mikrobiologi. Edisi 2. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Hatfield, R.D. 1989. Structural Polysaccharides in Forage and Their Degradability. *Agron*, J. 81.
- Laconi, E. B. (1998). Peningkatan mutu pod kakao melalui amoniasi dengan urea dan biofermentasi dengan *Phanerochaete chrysosporium* serta penjabarannya ke dalam formulasi ransum ruminansia.
- Mussa, Riska. "Kajian tentang lama fermentasi nira aren (*Arenga Pinnata*) terhadap kelimpahan mikroba dan kualitas organoleptik tuak." *Biopendix: Jurnal Biologi, Pendidikan dan Terapan* 1.1 (2014): 56-60.
- Pamungkas F. B, Endro Sutrisno, Sri Sumiyati. 2011. Pengaruh Variasi Waktu Fermentasi Terhadap Peningkatan Protein Pada Pakan Ternak Dari Campuran Isi Rumen Sapi Dan Limbah Kulit Kopi Dengan Jamur *Trichoderma Viride*. Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro. Semarang.
- Suharto M. 2004. Dukungan Teknologi Pakan Dalam Usaha Sapi Potong Berbasis Sumberdaya Lokal. Lokakarya Nasional Sapi Potong 2004: 14 – 21.
- Smith, D.H and A.A. Adegbola. 1982. Studies of feeding value of agroindustrial by product and feeding value of cacao pods for cattle. *Tropical Animal Production*, 7 : 290-295.
- Smith, J.E. 1990. Prinsip Bioteknologi. PT. Gramedia, Jakarta. Institut National De La Recherche Agronomique. INRA, Paris.
- Sutardi, T. 1980. Landasan Ilmu Nutrisi Departemen Ilmu Makanan Ternak, Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor.
- Tillman, A.D., H. Hartadi., S. Reksohadiprodjo., S. Prawirokusumo dan S. Lebdosoekojo. 1998. Ilmu Makanan Ternak Dasar. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Van Soest P. J. 1976. New Chemical Methods for Analysis of Forages for The Purpose of Predicting Nutritive Value. Pref IX International Grassland Cong.
- Winarno, F. G., S. Fardiaz dan D. Fardiaz. 1980. *Pengantar Teknologi Pangan*. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.