

KADAR NDF DAN ADF LIMBAH KULIT BUAH KAKAO YANG DIFERMENTASI DENGAN RAGI ISI RUMEN

NDF AND ADF LEVEL THE WASTE COCOA PEEL FERMENTATION WITH RUMEN CONTENTS YEAST

Tunggul Ferry Sitorus dan Tonggi Irawan Lumbantoruan
Fakultas Peternakan Universitas HKBP Nommensen Medan

ABSTRACT

Cocoa peels can be used as ingredients in rations. However, cocoa pods contain high lignocellulose. So it needs processing efforts before it is given to livestock. One of them, can be done by fermenting cocoa pod skin with rumen contents yeast. The experimental design used in this experiment was a Completely Randomized Design (CRD) consisting of 5 treatments (level 0%, 5%, 10%, 15%, 20%) and 4 replications. Data analysis uses variance analysis. The experimental results showed that the treatment had a very significant effect ($P < 0.01$) on the levels of NDF and ADF of cocoa pod peels.

Keyword : Cocoa peel, fermentation, rumen contents yeast, NDF, ADF

PENDAHULUAN

Komoditas perkebunan kakao merupakan komoditas yang cukup esensial bagi perekonomian Indonesia dan menempati peringkat keempat ekspor perkebunan dalam menyumbang devisa negara, setelah komoditas minyak sawit, karet dan kopi. Pada tahun 2012 ekspor kakao mencapai US\$ 1.053,5 dan pada tahun 2013 meningkat menjadi US\$ 1.161,6. Pada tahun 2008 areal perkebunan kakao Indonesia tercatat seluas 1.425.216 hektar. Bahkan pada tahun 2012 luas areal perkebunan kakao di Indonesia bertambah mencapai 1.732.954 hektar, yang menghasilkan 936.266 ton. Peningkatan jumlah lahan penanaman dan pertambahan hasil ini per/satuan luas tersebut akan mengakibatkan peningkatan hasil sampingannya, yakni limbah kulit kakao. Perlu penanganan yang serius terhadap

limbah ini untuk mencegah timbulnya masalah polusi udara.

Penggunaan limbah kakao masih sangat terbatas, dimana masyarakat memanfaatkan limbah kulit kakao hanya sebagai pakan ternak dan pupuk kompos saja. Pada umumnya limbah kakao tersebut hanya begitu saja tertumpuk di area perkebunan. Limbah kakao banyak mengandung komponen serat berupa lignoselulosa dan lignohemiselulosa. Kandungan selulosa, hemiselulosa dan lignin kulit buah kakao berturut-turut 36,23%, 1,14% dan 20-27,95%. Kulit buah kakao mengandung serat kasar 27%, protein kasar 8,5%, dan kadar air 84% sehingga cocok sebagai pakan ternak ruminansia (Wong *et al.*,1987). Namun kelemahan dari kulit buah kakao adalah palatabilitas, kandungan protein rendah serta fraksi serat yang tinggi (Sutardi, 1997). Tingginya fraksi serat merupakan kendala dalam penggunaan kulit buah

kakao sebagai bahan pakan untuk ternak. Untuk menanggulangi masalah tersebut maka dilakukan fermentasi pada kulit buah kakao (Laconi, 1998). Kendala lain yang dapat menghambat kakao sebagai pakan ternak adalah kulit buah kakao yang mengandung ikatan ligninoseلولolitik, lignin dan theobromin. Theobromin yang terkandung dalam kulit kakao akan menimbulkan aktivitas yang dapat menghambat laju pencernaan pakan. Kandungan theobromin pada kulit buah kakao sebesar 0,2% lebih rendah dibandingkan dengan yang terdapat dalam tepung biji kakao, namun kadar ini belum menimbulkan efek yang berbahaya bagi ternak (Wong *et al.*, 1987). Fermentasi dapat meningkatkan kandungan dan kualitas gizi bahan, menghasilkan aroma dan rasa yang disukai sehingga palatabilitasnya meningkat dan meningkatkan pencernaan (Winarno, 1980). Salah satu caranya adalah pemanfaatan ragi isi rumen yaitu untuk meningkatkan kandungan protein kasarnya yakni dari 13,37% menjadi 13,46%, sehingga penggunaan kulit buah kakao fermentasi ini dapat meningkatkan konsumsi dan pencernaan dalam ternak.

Hipotesis Penelitian

Fermentasi dengan aras ragi isi rumen (RIR), akan memberikan pengaruh terhadap kadar NDF dan ADF pada kulit buah kakao.

METODE PENELITIAN

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Kebun Percobaan Porlak Nommensen, Desa Simalingkar B, Kecamatan Medan Tuntungan, penelitian dilakukan mulai bulan April – Juli 2019 dengan 5 tahapan. Tahap pertama persiapan limbah kulit buah kakao (pengeringan limbah kulit buah kakao), tahap kedua persiapan isi rumen (pengambilan isi rumen), tahap ketiga pembuatan ragi isi rumen (pencampuran antara isi rumen dan tepung jagung kuning

dan difermentasikan selama 6 hari), tahap keempat fermentasi limbah kulit buah kakao dengan menggunakan aras ragi isi rumen selama 21 hari, tahap kelima penetapan kadar NDF dan kadar ADF limbah kulit buah kakao. Analisis kadar NDF (*Neutral Detergent Fiber*) dan ADF (*Acid Detergent Fiber*) dilakukan di Laboratorium Loka Penelitian Kambing Potong Sei Putih Galang.

Bahan dan Alat Penelitian

Bahan

Bahan yang dipakai dalam penelitian ini adalah kulit buah kakao yang telah dicacah, tepung jagung sebagai RAC, isi rumen sebagai sumber mikroba untuk proses fermentasi.

Alat

Alat yang dipakai dalam penelitian ini yaitu parang untuk mencacah kulit buah kakao, stoples sebagai biodigester, tikar penjemur untuk menjemur kulit buah kakao, sekop sebagai pengaduk, timbangan 5 kg dengan ketelitian 1 ons, dan termos kapasitas 2 Liter sebagai wadah isi rumen.

Metode penelitian

penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan 5 perlakuan dan 4 ulangan. Perlakuan terdiri dari :

P₀ : Tanpa penambahan ragi isi rumen (RIR)

P₁ : Penambahan 5% Ragi Isi Rumen dalam 400 gram kulit buah kakao

P₂ : Penambahan 10% Ragi Isi Rumen dalam 400 gram kulit buah kakao

P₄ : Penambahan 15% Ragi Isi Rumen dalam 400 gram kulit buah kakao

P₅ : Penambahan 20% Ragi Isi Rumen dalam 400 gram kulit buah kakao

Parameter yang Diamati

1. Kadar NDF
2. Kadar ADF

Prosedur Penelitian

Tahapan Persiapan Kulit Buah Kakao

Kulit buah kakao dicacah dengan ukuran 2-3 cm. Kemudian kulit buah kakao dikeringkan selama 3 hari dibawah sinar matahari.

Tahapan Persiapan Isi Rumen

Jenis isi rumen yang dipakai adalah isi rumen sapi yang diperoleh dari RPH Jabar yang berlokasi di daerah Jabar. Pengambilan isi rumen segar dilakukan pada pukul 02.00 WIB. Isi rumen sapi yang masih segar kemudian diperas terlebih dahulu untuk mengurangi kadar airnya. Isi rumen sapi yang sudah diperas dimasukkan ke dalam termos kapasitas 2 liter untuk mempermudah pengangkutan.

Tahapan Pembuatan Ragi Isi Rumen

Isi rumen sapi segar diperas sebanyak 1 kg (1000 gram), kemudian ditambahkan tepung jagung kuning sebanyak 30% dari berat kering isi rumen. Menurut Sitorus *et al.* (2007) bahwa berat kering isi rumen adalah 19,45%, dengan demikian berat kering isi rumen adalah 194,5 gram. Dari 194,5 gram isi rumen kering kemudian ditambahkan tepung jagung kuning sebanyak 30% dari berat kering isi rumen sehingga hasil yang didapat yaitu 58,35 gram. Setelah diperoleh jumlah tepung jagung kuning yang akan digunakan kemudian dicampurkan ke dalam 1 kg (1000 gram) isi rumen, diaduk hingga homogen kurang lebih 5 menit. Campuran antara isi rumen dan tepung jagung kuning dimasukkan ke dalam biodigester (stoples), ditutup secara rapat, dan disimpan dalam ruangan tertutup dengan suhu ruangan (27 – 35 °C) selama 6 hari (Sitorus *et al.*, 2007). Ciri-ciri ragi isi rumen yang berhasil yaitu tidak berubah warna dan tidak berbau busuk.

Tahapan Proses Fermentasi Limbah Kulit Limbah Kakao

Limbah kakao yang sudah kering, ditimbang sebanyak 400 gram untuk setiap perlakuan kemudian ditaburkan diatas plastik terpal, setelah itu ragi isi rumen (RIR) ditambahkan dengan aras 0%, 5%,

10%, 15%, dan 20% diaduk sampai homogen atau merata. Setelah tercampur secara homogen, limbah kulit buah kakao dimasukkan ke dalam biodigester (stoples) yang sudah diberi kode sampel (perlakuan), setelah itu biodigester ditutup secara rapat dan dimasukkan ke ruangan tertutup dan dimasukkan ke ruangan tertutup (Sitorus *et al.*, 2007). Masing – masing campuran kemudian di fermentasikan dalam waktu 21 hari; hal ini sesuai dengan pernyataan Anas *et al.* (2011) bahwa lama fermentasi sebaiknya tiga minggu, dan akan memberikan hasil yang lebih baik. Berdasarkan hasil fermentasi yang sudah jadi terlihat bahwa kulit buah kakao yang difermentasi mengalami perubahan warna, tidak berbau busuk, ditumbuhi jamur \pm 1-3% dan sedikit berbau alkohol sesuai dengan pernyataan Karin (2014).

Setelah proses fermentasi selesai selama 21 hari, limbah kulit buah kakao diangin-anginkan selama \pm 30 menit. Setelah itu limbah kulit buah kakao terfermentasi dimasukkan ke dalam plastik sebanyak 50 gram untuk digunakan sebagai sampel, setelah itu diantar ke Laboratorium Loka Penelitian Kambing Potong Sei Putih Galang untuk dilakukan analisis.

Penetapan kadar NDF dan ADF

Penetapan kadar NDF dan ADF dari kulit buah kakao terfermentasi sesuai prosedur analisis komponen serat (Van-Soest) 1994 yang dilakukan di Laboratorium Loka Penelitian Kambing Potong Sei Putih Galang.

1. Neutral Detergent Fiber (NDF)

Alat-alat yang digunakan seperti gelas piala 400 cc (tinggi), pendingin yang sesuai dengan mulut gelas piala, pemanas listrik, pompa vakum, Oven, Tanur, Desikator, Cawan kaca masir, Corong Buchner, Penjepit.

Pereaksi :Larutan detergent netral Neutral Detergent Solution (NDS) terdiri dari Air suling (2 liter), Natrium lauril sulfat (60 gram), ETDA (Etil Detergent acid) 37,22 gram, Natrium borat 10 H₂O (13,62 gram), Dinatrium

Hydrogen fosfat (anhidrat) 9,12 gram,
2-etoksietanol (murni) 20 ml .

2. Acid Detergent Fiber (ADF)

Pereaksi : Larutan detergent asam Acid Detergent Solution (ADS), terdiri dari Asam sulfat 1 N 28,05 ml (p), Cetil trimetil ammonium bromida (CTAB) 40 gram.

Kadar NDF (*Neutral Detergent Fiber*)

Tabel 1. Rataan Kadar NDF kulit buah kopi penelitian

Perlakuan	Ulangan				Total	Rataan
	U ₁	U ₂	U ₃	U ₄		
P ₀	64,10	64,70	65,20	65,16	259,16	64,79 ^B
P ₁	59,62	61,57	61,29	58,11	240,59	60,14 ^A
P ₂	61,37	60,61	59,74	57,57	239,29	59,82 ^A
P ₃	58,33	60,6	57,82	59,12	235,87	58,96 ^A
P ₄	58,75	59,05	58,45	58,37	234,62	58,65 ^A
Total					1209,53	
Rataan						60,47

Ket : Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang sangat signifikan ($P < 0.01$)

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa fermentasi limbah kulit buah kakao dengan menggunakan Ragi Isi Rumen (RIR) mampu menurunkan kadar NDF limbah kulit buah kopi. Rataan kadar NDF limbah kulit buah kakao yaitu 60,47% dengan kisaran 57,57% - 65,16%. Dimana rata-rata kadar NDF terendah terdapat pada P₄ (58,65%) sedangkan rata-rata kadar NDF tertinggi terdapat pada P₀ (64,79%). Analisis ragam memperlihatkan bahwa pemberian ragi isi rumen sangat signifikan pengaruhnya ($P < 0,01$) terhadap kadar NDF limbah kulit buah kakao. Uji BNJ menunjukkan bahwa P₄ berbeda sangat nyata dengan P₀, tetapi berbeda tidak nyata dengan P₁, P₂ dan P₃. P₀ menghasilkan kadar NDF yang paling rendah dibanding perlakuan lainnya.

Penurunan kadar NDF ($P < 0,01$) pada masing-masing perlakuan diduga karena degradasi komponen serat kasar oleh mikroorganisme rumen menjadi asam-asam organik dalam proses fermentasi. Dengan dirombaknya selulosa dan peregangan ikatan kompleks yang merupakan salah satu komponen serat kasar, maka kandungan serat kasar turun.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Arora (1989) menyatakan bahwa selulosa, hemiselulosa dan pektin yang merupakan serat kasardapat dicerna dengan baik oleh mikroorganismeserumen dalam proses fermentasi.

Yunilas (2009) menyatakan bahwa menurunnya kandungan NDF dalam bahan menunjukkan telah terjadinya pemecahan sebagian selulosa dinding sel, sehingga pakan akan menjadi lebih mudah didigesti oleh ternak. Selanjutnya dinyatakan bahwa tinggi rendahnya penurunan serat kasar erat kaitannya dengan komponen penyusun serat kasar, terutama kandungan lignin. Lignin yang tinggi akan mengakibatkan sulitnya mikroorganisme mendegradasi bahan, sehingga penurunan serat kasar menjadi rendah.

Berbeda halnya dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Anas *et al.* (2011) bahwa kadar NDF drastis menurun dari 58,98% menjadi 17,68% dengan menggunakan EM4, urea dan air sebagai bahan fermentasi, namun lamanya fermentasi sama yaitu 21 hari. Perbedaan ini diduga disebabkan oleh bahan dasar fermentasi yang digunakan.

Degradasi dinding sel (NDF) dalam rumen oleh enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme sangat erat kaitannya dengan kandungan lignin dan silika dari bahan tersebut, dimana terdapat kolerasi negatif antara kandungan lignin dan laju degradasi dinding sel (Tomlin *et al.*, 1965). Silika merupakan faktor penghambat pencernaan dinding sel, semakin tinggi kandungan silikanya maka pencernaan dinding sel semakin rendah (Jakson, 1977). Lignin mempengaruhi proses pencernaan hanya jika berada dalam dinding sel (Van Soest, 1982).

Van Soest (1982) menyatakan bahwa lignin merupakan bahan penyusun dinding sel tanaman yang sama sekali tidak dapat dicerna, dan komponen ini bahkan bisa menurunkan daya cerna komponen dinding sel lainnya. Degradasi NDF lebih tinggi dibanding degradasi ADF di dalam rumen, sebab NDF berisi komponen yang mudah larut yakni hemiselulosa (Church, 1986). Varga *et al.* (1983) menyatakan bahwa kandungan NDF berkolerasi negatif dengan laju pemecahannya.

Saono (1976) menyatakan bahwa fermentasi dapat memperbaiki sifat tertentu dari bahan, seperti mudah dicerna, lebih tahan disimpan dan dapat mengurangi senyawa racun sehingga nilai ekonomisnya menjadi lebih baik, hal ini menunjukkan bahwa perlakuan fermentasi pada kulit buah kakao sangat efektif dalam penurunan kadar NDF. Hal ini diduga karena mikroba lignolitik dalam ragi isi rumen membantu perombakan ikatan lignoselulosa sehingga selulosa dan lignin dapat terlepas lebih banyak dari ikatan tersebut oleh enzim lignase. Hal ini sesuai dengan pernyataan Van Soest (1994), bahwa enzim yang disekresikan oleh mikroba rumen mampu menurunkan kadar NDF pakan dan dapat melemahkan ikatan lignoselulosa atau lignohemiselulosa dari bahan pakan. Dalam penelitian ini juga mungkin ada sebagian hemiselulosa yang terlarut selama proses silase karena hemiselulosa adalah bagian dari NDF maka jika hemiselulosa terlarut cenderung akan menurunkan kandungan NDF.

Kadar ADF (ACID DETERGENT FIBER)

Tabel 2. Rataan Kadar ADF Kulit Kopi Penelitian

Perlakuan	Ulangan				Total	Rataan
	U ₁	U ₂	U ₃	U ₄		
P ₀	59,54	58,20	57,50	59,57	234,81	58,70 ^C
P ₁	47,5	48,07	52,24	48,23	196,04	49,01 ^B
P ₂	49,81	47,25	46,01	48,72	191,79	47,94 ^B
P ₃	45,31	49,79	48,36	47,30	190,76	47,69 ^B
P ₄	49,40	47,42	46,29	38,34	181,45	45,36 ^A
Total					994,85	
Rataan						49,74

Ket : Huruf besar yang berbeda pada kolom yang sama menandakan perbedaan yang sangat signifikan ($P < 0.01$).

Dari Tabel 2 dapat dilihat bahwa fermentasi limbah kulit buah kakao dengan menggunakan ragi isi rumen mampu menurunkan kadar ADF limbah kulit buah kakao. Rataan kadar ADF limbah kulit buah kakao pada penelitian ini yaitu 49,74% dengan kisaran 38,34% - 59,57%. Dimana dapat dilihat rata-rata kadar ADF

yang terendah terdapat pada P₄ (45,36%) sedangkan rata-rata kadar ADF tertinggi terdapat pada P₀ (58,70%).

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan berpengaruh sangat signifikan ($P < 0.01$) terhadap kadar ADF. Uji BNT menunjukkan bahwa P₄ berbeda

nyata dengan P₀, P₁, P₂ dan P₃ ; akan tetapi P₁ berbeda tidak nyata dengan P₂ dan P₃.

Tabel di atas juga menunjukkan bahwa terjadi penurunan seiring dengan bertambahnya aras ragi isi rumen yang diberikan. Hal ini diduga karena terjadinya peretakan dan pemecahan kompleks lignoselulosa dan lignohemiselulosa yang menyebabkan kandung sel (NDS) akan meningkat. Perenggangan ikatan ini akan mengakibatkan peningkatan selulosa dan sebaliknya proporsi ADF menurun. Mikroba yang terkandung dalam isi rumen mampu mendegradasi serat kasar dan menurunkan kadar ADF dan NDF sehingga pakan lebih mudah untuk dicerna. Bahan terfermentasi biasanya mempunyai nilai gizi yang lebih baik dari pada bahan asalnya karena terdapatnya enzim yang diproduksi oleh mikroorganisme tersebut.

Menurunnya kadar ADF terjadi akibat penguraian kandungan ADF menjadi senyawa yang lebih sederhana dan mudah larut. Dimana terjadi perenggangan ikatan sehingga selulosa meningkat sebaliknya proporsi ADF menurun. Hal ini mengindikasikan bahwa ragi isi rumen dapat menunjang menurunkan kandungan ADF. Pernyataan ini didukung oleh Arif (2001) yang menyatakan bahwa akibat terjadinya perenggangan ikatan lignoselulosa dan lignohemiselulosa, menyebabkan kandung sel (NDS) akan meningkat.

Rataan kadar ADF pada penelitian ini sebesar 49,74% lebih tinggi daripada hasil penelitian yang dilaporkan oleh Anas *et al.* (2011) yaitu 64,16% yang menggunakan EM4, urea dan air sebagai bahan fermentasi. Perbedaan hasil analisis ini bisadipengaruhi oleh perbedaan bahan fermentasi yang digunakan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Semakin tinggi aras ragi isi rumen yang digunakan, maka semakin rendah kadar NDF dan ADF limbah kulit buah kakao.

Saran

Disarankan agar penggunaan ragi isi rumen terhadap fermentasi limbah kulit buah diatas level yang digunakan dalam penelitian ini dan perlu dilakukan uji *in vivo* untuk mengetahui pengaruhnya terhadap ternak.

DAFTAR PUSTAKA

- Amirroenas, D.E. 1990. Mutu ransum berbentuk pellet dengan bahan serat biomassa pod coklat (*Theobroma cacao*, L) untuk pertumbuhan sapi perah jantan. Tesis. Fakultas Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Anas, S., Zubair, A., & Rohmadi, D. (2011). Kajian Pemberian Pakan Kulit Kakao Fermentasi Terhadap Pertumbuhan Sapi Bali. *Jurnal Agrisistem*, 7(2), 79-86.
- Arief, R. 2001. Pengaruh Penggunaan Jerami Pada Amoniasi Terhadap Daya Cerna ADF, NDF dan ADL Dalam Ransum Domba Lokal. *Jurnal Agronald*, vol *(2). 2008-215.
- Arora, 1989. Pencernaan Mikroba Rumen. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Chruch, D. C., 1986. Digestive Animal Physiologi and Nutrition. 2nd. Prentice Hell a Devision of Simon and Schuster Englewood Clief, New York.
- Jackson, M. G. 1977. The alkali treatmen of straw. *Anim Feed. Sci. Techn*, 2 : 105 – 130.
- Laconi E.B. 1998. Peningkatan Kualitas Kakao melalui Amoniasi dengan Urea dan Biofermentasi dengan *Phanerochaete chrysosporium* serta Penjabarannya dalam Formulasi Ransum Ruminansia. Disertasi. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Lamid, M., Prasetyo, T. dan Chusniati. 2011. Eksplorasi Bakteri Selulolitik Asal Cairan Rumen Sapi Potong

- Sebagai Inokulum Limbah Pertanian. Universitas Airlangga. Surabaya.
- Lubis, D. A., 1963. Ilmu Makanan Ternak. PT. Pembangunan Jakarta.
- Saono, S. 1976. Metabolisme dari fermentasi. Ceramah Ilmiah Proceeding Lokakarya Bahan Pangan Berprotein Tinggi. LKN-LIPI, Bandung. Hal 5-7.
- Sutardi, T. 1997. Peluang dan Tantangan Pengembangan Ilmu-ilmu Nutrisi Ternak. Orasi Ilmiah. Guru Besar Tetap Ilmu Nutrisi Ternak, 4 Januari 1997. Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor, Bogor. 84 hlm.
- Sutrisno, C.L. 1993. Penerapan Teknologi Pakan Sapi Dalam Upaya Meningkatkan Pendapatan Masyarakat. Buletin Peternakan Edisi Khusus : 239-252.
- Sutrisno, C.L., D. Ariwibowo, Abd Haris, Romadhon. 1994. Proceeding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Peternakan Pengolahan dan Komunikasi Hasil-Hasil Penelitian Ternak. Ciawi.
- Sitorus, T.F., Achmadi. J, , dan C.I. Sutrisno 2007. Kecernaan Jerami Padi Secara Invitro Yang Difermentasi Dengan Aras Ragi Isi Rumen dan Waktu Yang Berbeda. Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro,
- Tomlin. 1965. Effect of alkali hydrogen peroxide on degradation of straw using either sodim hydroxide or gaseous ammonia as source of alkali. Rumen degradasi of straw. J. Anim Prod. 48 : 553 -559.
- Varga, G. A., et al. 1983. Rate and extent of NDF of feedstuff in- situ. J. Dairy. Sci. 66:2109.
- Van Soest. P. J. 1982. Nutritional Ecology of the Ruminant. Commstock Publishing Associates. A devision of Cornell University Press. Ithaca and London.
- Van Soest, P. J. 1994. Nutritional Ecology of the Ruminant. Ruminant Metabolism, Nutritional Strategies, the Cellulolytic Fermentation and the Chemistry of Forages and Plant Fibers. O & B. Books, Inc. Corvallis, Oregon.
- Winarno, F. G., 1980. Enzim Pangan. Pusbangtepa, Bogor.
- Winarno, F. G., S. Fardiaz dan D. Fardiaz, 1980. Pengantar Teknologi Pangan. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Wong, H. K., A. H. Osman and N. Kumaran. 1988. The effect of drying, ensilage and alkali treatment on in vitro digestibility of cocoa pods, pp. 161-169 In: Feeding System in Utilizing Fibrous Agricultur Residues, Ed. L.R.M. Dixon. IDP of Australian Univ. and Colleges Limited, Canberra, Australia.
- Yunilas. 2009. Bioteknologi Jerami Padi melalui Fermentasi sebagai Bahan Pakan Ternak Ruminansia. Karya Ilmiah. Departemen Peternakan Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara. Medan.

