

KARAKTERISTIK KIMIA KOMPOS DAN PAKAN TERNAK HASIL FERMENTASI LIMBAH KULIT BUAH KAKAO

CHEMICAL CHARACTERISTICS OF COMPOST AND ANIMAL FEED FROM FERMENTED COCOA POD HUSK WASTE

Juniaty Towaha dan Rubiyo

Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar
JL. Raya Pakuwon- Parungkuda km. 2 Sukabumi, 43357
Telp.(0266) 7070941, Faks. (0266)6542087
juniaty_tmunir@yahoo.com

ABSTRAK

Kulit buah merupakan komponen terbesar dari buah kakao, sehingga pada setiap pengolahan biji kakao, limbah kulit buah kakao sangat melimpah. Dari limbah kulit buah kakao dapat diolah menjadi pupuk kompos dan pakan ternak. Penelitian dilaksanakan di perkebunan kakao rakyat Kelompok Subak Abian Pucaksari, Desa Mundeh Kauh, Kecamatan Selemadeg Barat, Kabupaten Tabanan, Provinsi Bali, dari bulan Maret hingga Desember 2009. Penelitian bertujuan untuk mengetahui karakteristik kimia kompos dan pakan ternak hasil fermentasi kulit buah kakao untuk mendukung usahatani pola integrasi kakao-ternak. Rancangan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap dengan 6 perlakuan untuk pengomposan dan 4 perlakuan untuk pakan ternak, dengan masing-masing 3 ulangan. Proses pengomposan limbah kulit buah kakao dilakukan 6 perlakuan yaitu : (1) non cacah non mikroba pengompos; (2) non cacah + *Trichoderma* sp.; (3) non cacah + *Rumino bacillus*; (4) dicacah non mikroba pengompos; (5) dicacah + *Trichoderma* sp.; dan (6) dicacah + *Rumino bacillus*. Pembuatan pakan ternak dari limbah kulit buah kakao dilakukan dengan proses fermentasi menggunakan *Aspergillus niger* dengan 4 perlakuan yaitu : (1) panen langsung difermentasi; (2) 3 hari setelah panen difermentasi; (3) 6 hari setelah panen difermentasi; dan (4) 9 hari setelah panen difermentasi. Parameter sifat kimia yang dianalisis pada pengomposan adalah pH, C-Organik, N, P, dan K, adapun pada pakan ternak adalah protein kasar, lemak, serat kasar, abu dan Ca. Hasil penelitian menunjukkan kompos dari kulit buah kakao yang mempunyai sifat kimia terbaik dan memenuhi spesifikasi standar kualitas kompos SNI 19-7030-2004 adalah kompos yang diolah melalui pencacahan dan pemberian mikroba aktivator *Rumino bacillus* dan *Trichoderma* sp. Kulit buah kakao yang proses fermentasinya dilakukan setelah dipanen 9 hari, masih menunjukkan sifat kimia dan kandungan nutrisi yang cukup baik, sehingga masih layak untuk dimanfaatkan sebagai bahan pakan ternak.

Kata kunci : Karakteristik kimia, limbah kulit buah kakao, kompos, pakan ternak

ABSTRACT

Pod is the largest component of the cacao. So, each processing cocoa beans, cocoa pod waste is very abundant. From the cacao pod waste can be processed into compost and animal feed. The research conducted in the cocoa plantations Pucaksari Subak Abian group, Kauh Mundeh Village, West Selemadeg Sub District, Tabanan District, Bali Province, from March to December 2009. The purpose of this research to determine the chemical characteristics of compost and animal feed from fermented cocoa pod to support farming cocoa-livestock integration patterns. The design used completely randomized design with 6 treatments for composting and 4 treatments for animal feed, with each of 3 replications. In the process of composting cocoa pod husk done 6 treatments: (1) non chopped non microbial, (2) non chopped + *Trichoderma* sp.; (3) non chopped + *Rumino bacillus*, (4) chopped non microbial; (5) chopped + *Trichoderma* sp.; and (6) chopped + *Rumino bacillus*. Processing of animal feed from cocoa pod husk with fermentation process using *Aspergillus niger* with 4 treatments : (1) directly fermented; (2) fermentation 3 days after harvest; (3) fermentation 6 days after harvest, and (4) fermentation 9 days after harvest. Chemical properties of the composting that analyzed were pH, C-organic, N, P, and K, while the animal feed were crude protein, fat, crude fiber, sand and Ca. The results showed that compost from cocoa pod husk has the best chemical properties and meets the quality standard specifications SNI 19-7030-2004 that is processed through copped and added microbial activator *Rumino bacillus* and *Trichoderma* sp. The cacao pod husk as raw material animal feed, although the process of fermentation is done after harvested 9 days, still shows the chemical properties and nutrient content was good enough. So, it is still feasible to be used as animal feed.

Keywords: Chemical characteristics, cocoa pod husk waste, compost, animal feed

PENDAHULUAN

Indonesia pada tahun 2012 mempunyai luas total perkebunan kakao sebesar 1.774.463 hektar dengan produksi biji kakao mencapai 833.310 ton. Sebagian besar areal pertanamannya (94,2%) merupakan perkebunan rakyat dengan jumlah petani yang terlibat secara langsung sekitar 1.475.353 KK (Ditjenbun, 2013). Pada saat panen, dalam pengolahan biji kakao akan dihasilkan limbah kulit buah kakao yang sangat melimpah, mengingat bahwa kulit buah merupakan komponen terbesar dari buah. Seperti dinyatakan oleh Young (2007), Chandrasekaran (2012) dan Watson (2012) buah kakao terdiri dari empat komponen yaitu : (a) kulit buah (pod) sebanyak 73,7%; (b) pulpa sebanyak 10,1%; (c) plasenta sebanyak 2,0%; dan (d) biji sebanyak 14,2%.

Limbah kulit buah kakao yang dihasilkan setiap panen tersebut akan menimbulkan masalah jika tidak ditangani dengan baik, seperti polusi udara dan potensi menjadi sumber penyebaran hama dan penyakit tanaman berupa cendawan, bakteri dan virus yang dapat menyerang batang, daun serta buah kakao (Lopez *et al.*, 1984; Darmono dan Panji, 1999; Fajar *et al.*, 2004; Ditjenbun, 2010; Muslim *et al.*, 2012). Padahal dari kulit buah kakao dapat diolah bermacam produk seperti kompos, pakan ternak, biogas, tepung, pektin dan zat pewarna (Wulan, 2001; Agyente-Badu *et al.*, 2005; Rosniawaty *et al.*, 2005; Belsack *et al.*, 2009; Marcel *et al.*, 2011).

Oleh karena itu, limbah kulit buah kakao yang melimpah tersebut harus dapat dikelola dengan baik oleh petani. Salah satu alternatif pengelolaan limbah kulit buah kakao yang efektif dan mampu meningkatkan nilai tambah yang cukup signifikan bagi petani kakao adalah penerapan pola usahatani integrasi kakao ternak (Puastuti, 2008; Ditjenbun, 2010). Pada pola ini ternak diintegrasikan dengan tanaman kakao untuk mencapai kombinasi optimal, sehingga input produksi menjadi lebih rendah dengan tidak mengganggu tingkat produksi yang dihasilkan. Menurut Haryanto *et*

al. (2002), Mariyono dan Romjali (2007) serta Ginting dan Krisnan (2009) dengan pola tersebut akan muncul hubungan komplementer yang kuat antara tanaman dengan ternak yang mendukung efisiensi usahatani. Dari limbah kulit buah kakao diperoleh pakan ternak dan pupuk kompos, sedangkan dari ternak diperoleh pupuk kandang dan pupuk cair *biourine*. Seperti pola integrasi kakao-ternak kambing yang telah dilakukan pada perkebunan kakao rakyat di Kabupaten Donggala, Propinsi Sulawesi Tengah dan Kabupaten Lampung Selatan serta Kabupaten Lampung Timur, yang berhasil dengan baik (Fajar *et al.*, 2004; Priyanto *et al.*, 2004; Priyanto, 2008).

Pupuk kompos yang diolah dari limbah kulit buah kakao mempunyai kualitas yang cukup bagus dan berpengaruh baik terhadap tanaman kakao serta dapat meningkatkan produksi tanaman kakao (Ojeniyi, 2006; Wahyudi *et al.*, 2008; Ogunlade *et al.*, 2010; Agbeniyi *et al.*, 2011). Limbah kulit buah kakao sebagai pakan ternak terutama sebagai pakan penguat memiliki beberapa kelemahan antara lain kandungan proteinnya relatif rendah dan kandungan serat kasar yang tinggi. Disamping itu kulit buah kakao mengandung senyawa anti-nutrisi seperti *teobromin* sebesar 0,17-0,22%, kafein sebesar 0,182% dan tanin sebesar 12,20% yang dapat menyebabkan gangguan pada ternak, sehingga penggunaan kulit buah kakao dalam bentuk segar sangat terbatas (Wong dan Hasan, 1988; European Food Safety Authority, 2008; Adamafio *et al.*, 2011; Hamzat dan Adeola, 2011; Fapohunda dan Afolayan, 2012). Salah satu upaya untuk meningkatkan nilai nutrisi dan palatabilitas (derajat kesukaan) maupun menurunkan kandungan anti-nutrisi kulit buah kakao agar menjadi pakan ternak yang bermutu tinggi adalah melalui proses fermentasi (Guntoro, 2008; Aregheore, 2011; Nelson, 2011; Kuswandi, 2011; Handana *et al.*, 2013). Melalui proses tersebut, kadar protein dapat meningkat dan kadar serat kasar dapat menurun, juga dapat menekan kandungan theobromin, kafein dan tanin ke tingkat yang tidak merugikan perkembangan ternak, sehingga kulit buah

kakao olahan hasil fermentasi dapat diberikan sebagai pakan penguat yang bergizi tinggi dan mempunyai palatabilitas tinggi serta dapat disimpan lebih lama sehingga tersedia sepanjang tahun.

Beberapa hasil penelitian menunjukkan pakan ternak hasil fermentasi kulit buah kakao dapat dimanfaatkan dengan baik secara tunggal maupun dicampur dengan dedak padi atau tepung jagung pada ternak ruminansia maupun monogastrik dengan hasil yang memuaskan (Lyayi *et al.*, 2001; Tegua *et al.*, 2004; Hamzat *et al.*, 2007; Oddoye *et al.*, 2010; Uwagboe *et al.*, 2010; Murni *et al.*, 2012; Hagan *et al.*, 2013). Pemanfaatan limbah kulit buah kakao sebagai bahan baku kompos dan pakan ternak dalam pola integrasi kakao-ternak selain mengurangi pencemaran lingkungan, juga membuat usahatani lebih efisien, karena akan lebih banyak memanfaatkan sumberdaya lokal dan memperkecil input, sehingga diharapkan mampu meningkatkan pendapatan petani kakao secara signifikan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik kimia kompos dan pakan ternak hasil fermentasi kulit buah kakao untuk mendukung usahatani pola integrasi kakao-ternak.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di perkebunan kakao rakyat Kelompok Subak Abian Pucaksari, Desa Mundeh Kauh, Kecamatan Selemadeg Barat, Kabupaten Tabanan, Propinsi Bali, mulai bulan Maret hingga Desember 2009. Kegiatan panen kakao, pengolahan limbah kulit buah kakao menjadi kompos maupun difermentasi menjadi sediaan pakan ternak dilakukan di Desa Mundeh Kauh. Adapun kegiatan laboratorium berupa analisis sifat kimia kompos dan pakan ternak hasil fermentasi dilakukan di Laboratorium Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Udayana, Denpasar. Rancangan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap dengan 6 perlakuan (untuk pengomposan) dan 4 perlakuan (untuk fermentasi pakan ternak) dengan masing-masing 3 ulangan.

Proses pengomposan limbah kulit buah kakao dilakukan 6 perlakuan yaitu : (1) non cacah non mikroba pengompos; (2) non cacah + *Trichoderma* sp.; (3) non cacah + *Rumino bacillus*; (4) dicacah non mikroba pengompos; (5) dicacah + *Trichoderma* sp.; dan (6) dicacah + *Rumino bacillus*. Pengomposan dilakukan selama 2 bulan, setelah itu sifat kimia masing-masing kompos dianalisa di laboratorium yaitu pH, kandungan C-organik, N, P dan K .

Pembuatan pakan ternak dari limbah kulit buah kakao dilakukan dengan proses fermentasi menggunakan *Aspergillus niger* dengan 4 perlakuan yaitu : (1) panen langsung difermentasi; (2) 3 hari setelah panen difermentasi; (3) 6 hari setelah panen difermentasi; dan (4) 9 hari setelah panen difermentasi. Kandungan kimia masing-masing hasil fermentasi dianalisa di laboratorium yaitu kandungan air, protein kasar, serat kasar, lemak, abu dan Ca.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik kimia kompos kulit buah kakao hasil analisis sifat kimia kompos kulit buah kakao yang dihasilkan dari berbagai perlakuan tertera pada Tabel 1, terlihat bahwa dimana kulit buah kakao yang dicacah terjadi proses dekomposisi yang lebih intensif dibanding non cacah, ditandai dengan kandungan N, P dan K yang lebih tinggi serta nilai C/N rasio yang lebih rendah. Terjadi proses dekomposisi yang lebih intensif pada pengomposan dengan penambahan aktivator mikroba *Trichoderma* sp. maupun *Rumino bacillus* dibandingkan dengan non mikroba, dengan perbedaan sifat kimia yang nyata, kecuali pada kalium yang tidak memperlihatkan perbedaan yang nyata. Goenadi dan Away (2004) serta Yanqoritha (2013) menyatakan mikroba aktivator mempengaruhi keefektifan dekomposisi melalui 2 cara yaitu : (1) menginokulasi strain mikroba yang efektif dalam menghancurkan bahan organik; dan (2) meningkatkan kandungan N yang merupakan makanan tambahan bagi mikroba tersebut, sehingga proses dekomposisi berjalan lebih intensif.

Tabel 1. Rataan sifat kimia kompos kulit buah kakao yang dihasilkan dari berbagai perlakuan pengomposan

Perlakuan	pH H ₂ O	C-Organik (%)	Nitrogen (%)	Posfor (%)	Kalium (%)	C/N-Rasio
NC-NM	8,24 b	45,08 a	0,82 d	0,31 c	1,06 a	54,97a
NC-T	8,33 b	40,90 b	1,20 c	0,39 bc	1,09 a	34,08 c
NC-RB	8,14 c	36,27 c	1,32 b	0,44 b	1,09 a	24,84 d
C-NM	8,81 a	44,92 a	0,90 d	0,32 c	1,07 a	49,91 b
C-T	7,73 d	30,64 d	1,53 a	0,44 b	1,10 a	20,03 e
C-RB	7,50 e	26,37 e	1,54 a	0,57 a	1,10 a	17,12 f

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji BNJ taraf 5%.

- NC-NM = Non cacah non mikroba pengompos
- NC-T = Non cacah + *Trichoderma* sp.
- NC-RB = Non cacah + *Rumino bacillus*
- C-NM = Dicacah non mikroba pengompos
- C-T = Dicacah + *Tricoderma* sp.
- C-RB = Dicacah + *Rumino bacillus*

Secara garis besar spesifikasi kompos dari sampah organik domestik SNI 19-7030-2004 adalah seperti yang tertera pada Tabel 2 (BSN, 2004). Mengacu kepada standar kualitas kompos SNI 19-7030-2004, maka kompos kulit buah kakao hasil penelitian yang memenuhi standar tersebut adalah : (1) kompos perlakuan dicacah + *Trichoderma* sp.; dan (2) kompos perlakuan dicacah + *Rumino bacillus*, dengan perbedaan kandungan kimia yang nyata (kecuali kandungan K) bila dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Terlihat bahwa nilai C/N rasio kedua perlakuan tersebut antara 10-20, artinya kompos tersebut sudah matang. Bandingkan dengan perlakuan lainnya yang mempunyai C/N rasio > 20, dimana pada

kondisi tersebut proses dekomposisi masih berlangsung dan kompos belum matang, sehingga masih memerlukan waktu lagi untuk menjadi matang. Apabila bahan baku tidak dicacah dan tidak ada penambahan mikroba aktivator, secara alamiah pengomposan berlangsung lama yaitu 4-6 bulan (Chalimatus *et al.*, 2013). Oleh karena itu, pencacahan terhadap kulit buah kakao dan pemberian aktivator sangat berpengaruh terhadap kecepatan proses dekomposisi. Goenadi dan Away (2004) menyatakan percepatan waktu pengomposan dapat ditempuh melalui kombinasi pencacahan bahan baku dan pemberian aktivator dekomposisi.

Tabel 2. Standar kualitas kompos SNI 19-7030-2004

Parameter	Minimum	Maksimum
pH	6,80	7,49
Nitrogen (%)	0,40	-
Phosfor (%)	0,10	-
Kalium (%)	0,20	-
Karbon (%)	9,80	32
C/N Rasio	10	20

Sumber : BSN (2004)

Scott (2010) dan Indriani (2011) menyatakan semakin kecil ukuran potongan bahan baku, maka semakin cepat pula proses dekomposisi, disebabkan semakin banyak permukaan yang tersedia bagi mikroba dekomposer untuk menghancurkan bahan tersebut. Walaupun demikian, pemotongan bahan baku yang terlalu kecil justru membuat timbunan bahan kompos akan menjadi padat

dan kurang terkena udara, sehingga dapat menghambat proses dekomposisi. Oleh karena itu dalam pembuatan kompos pencacahan yang dilakukan jangan terlalu kecil.

Sinar Tani (2011) dan Chalimatus (2013) menyatakan *R. bacillus* dan *Trichoderma* sp. merupakan aktivator pengomposan yang sudah dikenal unggul, selain berfungsi sebagai dekomposer juga

berfungsi sebagai biopestisida. Pada Tabel 1 terlihat aktivator *R. bacillus* sedikit lebih unggul dibandingkan *Trichoderma* sp. yang ditunjukkan oleh kandungan unsur hara dan C/N rasio yang lebih baik. Hal tersebut mungkin disebabkan aktivator *R. bacillus* terdiri dari 2 jenis bakteri yaitu *Rumminococcus plavifasius* dan *Bacillus thuringiensis* (Sinar Tani, 2011; Astawa *et al.*, 2013), sehingga dapat lebih efektif sebagai dekomposer.

Pada Tabel 1 terlihat kompos dari kulit buah kakao mempunyai kandungan N dan K yang relatif tinggi dibandingkan nilai minimum SNI 19-7030-2004. Hal ini sesuai dengan pernyataan Isroi (2007) limbah kulit buah kakao yang diolah menjadi kompos mengandung hara yang cukup tinggi khususnya N dan K. Disamping itu kompos kulit buah kakao mengandung C-organik yang tinggi (Goenadi dan Away, 2004). Sehingga wajar apabila pemanfaatan kompos dari kulit buah kakao berpengaruh baik terhadap tanaman kakao serta dapat meningkatkan produksi tanaman kakao (Ojeniyi, 2006; Wahyudi *et al.*,

2008; Ogunlade *et al.*, 2010; Agbeniyi *et al.*, 2011), karena disamping menambah kesuburan kimia juga menambah kesuburan biologi.

Karakteristik kimia kulit buah kakao hasil fermentasi hasil analisis sifat kimia kulit buah kakao hasil fermentasi *A. niger* dari berbagai perlakuan tertera pada Tabel 3, dimana kandungan protein kasar berkisar antara 10,67-15,65% dan serat kasar berkisar antara 28,69-36,00%, nilai tersebut jauh berbeda dengan kandungan pada kulit buah kakao segar yang mengandung protein kasar sebesar 6-8% dan serat kasar \pm 40% (Dit Pakan Ternak, 2012). Sehingga dengan proses fermentasi terjadi peningkatan kandungan protein kasar dan penurunan kandungan serat kasar, hal ini sesuai dengan pernyataan Marsetyo *et al.* (2008) bahwa *A. niger* sebagai fermentor mempunyai sifat yang mampu menghasilkan enzim-enzim yang berguna untuk meningkatkan protein kasar dan menurunkan serat kasar bahan pakan. Kandungan protein kasar tertinggi diperoleh pada perlakuan fermentasi 0 hari yang berbeda nyata dengan perlakuan lainnya.

Tabel 3. Rataan sifat kimia kulit buah kakao terfermentasi dengan berbagai tingkat perlakuan

Lamanya Fermentasi (hari)	Kandungan (%)					
	Air	Protein Kasar	Lemak	Serat Kasar	Abu	Ca
0	12.58 c	15.65 a	0,64 c	32.15 b	13.29 b	1.65 a
3	13.77 a	11.30 b	0,59 c	28.69 d	13.26 b	0.83 b
6	12.76 b	10.89 c	2,28 b	36.00 a	12.67 c	0.67 c
9	12.23 d	10.67 d	7,70 a	31.14 c	19.31 a	0.77 b

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji BNJ taraf 5%

Selanjutnya Goenadi dan Prawoto (2007) serta Guntoro (2008) menyatakan fermentasi menyebabkan perubahan yang menguntungkan dari segi mutu, baik dari aspek gizi maupun daya cernanya. Selain meningkatkan nilai gizi, fermentasi juga menurunkan kandungan senyawa anti-nutrisi, dimana kandungan theobromin turun 71,8% dan tanin 65,3% (Adamafio *et al.*, 2011; Fapohunda dan Afolayan, 2012). Hal ini menunjukkan *A. niger* mampu meningkatkan nilai gizi limbah kulit buah kakao sebagai bahan pakan ternak.

Hasil analisis kandungan nutrisi limbah kulit buah kakao yang difermentasi dengan *A. niger* untuk pembuatan pakan ternak

(Tabel 3), menunjukkan kulit buah kakao yang dipanen setelah 9 hari kemudian dilakukan fermentasi, ternyata masih memungkinkan untuk digunakan sebagai pakan ternak. Hal tersebut dapat dilihat dari nilai kandungan nutrisinya yang masih cukup baik, walaupun dengan kandungan abunya yang cukup tinggi dapat sedikit menghambat proses tercernanya bahan pakan (Fathul dan Walijah, 2010). Berdasarkan nilai tertinggi kandungan proteinnya, maka sebaiknya proses fermentasi kulit buah kakao dilakukan langsung setelah panen (0 hari), walaupun demikian petani masih memungkinkan untuk mengolah limbah kulit buah kakao tersebut setelah 9 hari dari waktu

panen asalkan melalui proses fermentasi yang baik dan benar.

KESIMPULAN

Kompos dari kulit buah kakao yang mempunyai sifat kimia terbaik dan memenuhi spesifikasi standar kualitas kompos SNI 19-7030-2004 adalah kompos yang diolah melalui pencacahan dan pemberian mikroba aktivator *Rumino bacillus* dan *Trichoderma* sp. Kulit buah kakao, yang diproses fermentasi setelah dipanen 9 hari, masih menunjukkan sifat kimia dan kandungan nutrisi yang cukup baik, sehingga masih layak untuk dimanfaatkan sebagai bahan pakan ternak. Kandungan protein yang tertinggi dihasilkan pada fermentasi kulit buah kakao yang dilakukan langsung setelah panen.

DAFTAR PUSTAKA

- Adamafio, N.A., F. Ayombil and K. Tano-Debrah. 2011. Microbial de-theobromination of cocoa (*Theobromacacao*) pod husk. *Asian Journal of Biochemistry* 6(2) : 200-207.
- Agbeniyi, S.O., K.A. Oluyole and M.O. Ogunlade. 2011. Impact of cocoa pod husk fertilizer on cocoa production in Nigeria. *World Journal of Agricultural Sciences* 7(2) : 113-116.
- Agyente-Badu, K. and E.C.K. Oddoye. 2005. Uses of cocoa by-products. *Proceedings of 24th Biennial Conference of Ghana Science Association*. University of Ghana, Legon.p. 115-127.
- Aregheore, E.M. 2011. Chemical evaluation and digestibility of cocoa by-products fed to goats. *Tropical Animal Health and Production* 34 : 339-348.
- Astawa, P.A., G. Mahardika, K. Budiarsa dan K.M. Budiasa. 2013. Sosialisasi pengolahan pakan dan kotoran ternak dengan teknologi biofermentasi. *Udayana Mengabdikan* 12(2) : 47-50.
- Badan Standarisasi Nasional. 2004. Standar Nasional Indonesia 19-7030-2004 Spesifikasi kompos dari sampah organik domestik. <http://sisni.bsni.go.id/> (1 Maret 2014).
- Belsack, A., D. Komes, D. Horzic, K.K. Ganic and D. Karlovic. 2009. Comparative study of commercially available cocoa products in terms of their bioactive composition. *Food Research International* 42 : 707-716.
- Chalimatus, H., Latifah dan F.W. Mahatmanti. 2013. Efektifitas jamur *Trichoderma harzianum* dalam pengomposan limbah sludge pabrik kertas. *Indonesian Journal of Chemical Science* 2(3) : 224-229.
- Chandrasekaran, M. 2012. *Valorization of Food Processing By-products*. CRC press, Taylor and Francis Group, 6000 Broken Sound Parkway NW. 808p.
- Darmono dan T. Panji. 1999. Penyediaan kompos kulit buah kakao bebas *Phytophthora palmivora*. *Warta Penelitian Perkebunan* V(1) : 33-38.
- Dit Pakan Ternak. 2012. *Limbah Kakao sebagai Alternatif Pakan ternak*. Leaflet Direktorat Pakan Ternak, Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan, Kementerian Pertanian, Jakarta. 2p.
- Ditjenbun. 2010. *Pedoman Umum Pelaksanaan Kegiatan Pengembangan Pertanian Terpadu Tanaman Kakao-Ternak*. Direktorat Jenderal Perkebunan. 31p.
- Ditjenbun. 2012. *Pedoman Teknis Penanganan Pascapanen Kakao*. Direktorat Pascapanen dan Pembinaan Usaha, Direktorat Jenderal Perkebunan, Kementerian Pertanian, 20p.
- Ditjenbun. 2013. *Produksi, luas areal dan produktivitas perkebunan di Indonesia..* <http://ditjenbun.deptan.go.id/> (1 Maret 2014).
- European Food Safety Authority. 2008. Theobromine as undesirable substance in animal feed. Scientific opinion of the panel on contaminants in the food chain. *EFSA Journal* 725 : 1-66.
- Fajar, U., Sukadar, W. Hartutik, D. Priyanto, F.F. Munier, A. Ardianhar dan Herman. 2004. Pengembangan sistem usahatani integrasi kakao-kambing-hijauan pakan ternak di Kab. Donggala. Laporan Akhir Kerjasama Lembaga Riset Perkebunan Indonesia, Puslitbang Peternakan, Puslitbang Tanah dan Agroklimat dan BPTP Sulawesi Tengah. Badan Litbang Pertanian, Jakarta. 219p.

- Fapohunda, S.O. and A. Afolayan. 2012. Fermentation of cocoa beans and antimicrobial potentials of the pod husk phytochemicals. *Journal of Physiology and Pharmacology Advances* 2(3) : 158-164.
- Fathul, F. dan S. Walijah. 2010. Penambahan mikromineral Mn dan Cu dalam ransum terhadap aktivitas biofermentasi rumen domba secara in vitro. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner* 15(1) : 9-15.
- Ginting, S. P. dan R. Krisnan. 2009. Petunjuk Teknis Teknologi Pemanfaatan Pakan berbahan Limbah Hortikultura untuk Ternak Kambing. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan. Loka Penelitian Kamping Potong, Deli Serdang. 33p.
- Goenadi, D.H. dan Y. Away. 2004. Orgadek, aktivator pengomposan. Pengembangan Hasil Penelitian Unit Penelitian Bioteknologi Perkebunan, Bogor.
- Goenadi, D.H. dan A.A. Prawoto. 2007. Kulit buah kakao sebagai pakan ternak. Makalah Seminar dan Ekspose Sistem Integrasi Tanaman Pangan dan Ternak, Bogor 22-23 Mei 2007..
- Guntoro, S. 2008. Membuat Pakan Ternak dari Limbah Perkebunan. PT. Agromedia Pustaka, Jakarta. 76p.
- Hagan, B.A., G. Adu-Aboagye, A. Asafu-Adjaye, V. Lamptey and K. Boa-Amponsem. 2013. Response of two different broiler genotypes to diets containing cocoa pod husk. *Journal of Animal and Food Research* 3(1) : 15-19.
- Hamzat, R.A., O.O. Adejinmi, B.B. Babatunde and M.O. Adejuma. 2007. Evaluation of cocoa shell as a feed ingredient for rabbit. *African Crop Sciences Conference Proceeding* . pp. 583-584.
- Hamzat, R.A. and O. Adeola. 2011. Chemical evaluation of co-products of cocoa and kola as livestock feeding stuffs. *Journal of Animal Science advances* 1(1) : 61-68.
- Handana, N.E., Suparwi dan F.M. Suhartati. 2013. Fermentasi kulit buah kakao menggunakan *Aspergillus niger* pengaruhnya terhadap pencernaan bahan kering (KBK) dan pencernaan bahan organik (KBO) secara in vitro. *Jurnal Ilmiah Peternakan* 1(3) : 781-788.
- Haryanto, B. I. Inounu, B. Arsana dan K. Dwiyanto. 2002. Panduan Teknis Sistem Integrasi Padi-Ternak. Badan Litbang Pertanian, Jakarta. 16p.
- Indriani, Y.H. 2011. Membuat Kompos Secara Kilat. Penebar Swadaya, Jakarta. 56p.
- Isroi. 2007. Pengomposan limbah kakao. Materi Pelatihan TOT Budidaya Kopi dan Kakao, Pusat Penelitian Kopi dan Kakao, Jember. 25-30 Juni 2007.
- Kuswandi. 2011. Teknologi pemanfaatan pakan lokal untuk menunjang peningkatan produksi ternak ruminansia. *Pengembangan Inovasi Pertanian* 4(3) : 189-204.
- Lopez, A.S., H.I.S. Ferreira, A.L. Airton and P. Ombu. 1984. Present status of cocoa by-product utilization in Brazil. *Proceeding International Cocoa Research Conference, Lomo Togo*. p. 151-159.
- Lyayi, E.A., O. Olubamiwa, A. Ayuk, S. Orowwegodo and E.F. Ogunaike. 2001. Utilization of urea treated and untreated cocoa pod husk base diets by growing pigs an on-farm study. *Tropicultura* 19 : 101-104.
- Marcel, B.K.G., K.B. Andre, D. Theodore and K.C. Seraphin. 2011. Waste and by-products of cocoa in breeding : Research synthesis. *International Journal of Agronomy and Agricultural Research* 1(1) : 9-19.
- Mariyono dan E. Romjali. 2007. Petunjuk Teknis Teknologi Inovasi Pakan Murah untuk Usaha Pembibitan Sapi Potong. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Bogor.
- Marsetyo, T.S., S.P. Qigley and D.P. Poppi. 2008. The effect of treatment of cocoa pods with *Aspergillus niger* on intake and liveweight gain of bali (*Bos sondaicus*) cattle in South East Sulawesi. *Proceedings of the Australian Society of Animal Production* p. 27-37.
- Murni, R., Akmal dan Y. Okrisandi. 2012. Pemanfaatan kulit buah kakao yang difermentasi dengan kapang *Phanerochaete chrysosporium* sebagai pengganti hijauan dalam ransum ternak kambing. *Agrina* 2(1) : 6-10.

- Muslim, Muyassir dan T. Alvisyahrin. 2012. Kelembaban limbah kakao dan takarannya terhadap kualitas kompos dengan sistem pembenaman. *Jurnal Manajemen Sumberdaya Lahan* 1(1) : 86-93.
- Nelson. 2011. Degradasi bahan kering dan produksi asam lemak terbang in vitro pada kulit buah kakao terfermentasi. *Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Peternakan* XIV(1) : 132-140.
- Oddoye, E.O.K., S.W.A. Rhule, K. Agyente-Badu, V. Anchirinah and F.O. Ansah. 2010. Fresh cocoa pod husk an an ingredient in the diets of growing pigs. *Scientific Research and Essays* 5(10) : 1141-1144.
- Ojeniyi, S.O. 2006. Potency of cocoa pod husk as fertilizer-research communication. *Cocoa Mirror* 1(1) : 35-37.
- Ogunlade, M.O., S.O. Agbeniyi and K.A. Oluyole. 2010. An assesment of the perception of farmers on cocoa pod husk fertilizers in Cross River state Nigeria. *ARNP Journal of Agricultural and Biological Science* 5(4) : 1-8.
- Priyanto, D., A. Priyanti dan I. Inounu. 2004. Potensi dan peluang pola integrasi ternak kambing dan perkebunan kakao rakyat di Provinsi Lampung. *Prosiding seminar Nasional Sistem Integrasi Tanaman-ternak*. Denpasar 20-22 Juli 2004. p.44-52.
- Priyanto, D. 2008. Model usahatani integrasi kakao kambing dalam upaya peningkatan pendapatan petani. *Wartazoa* 18(1) : 46-56.
- Puastuti, W. 2008. Pengolahan kotoran ternak dan kulit buah kakao untuk mendukung integrasi kakao-ternak. *Makalah Lokakarya Nasional Pengembangan Jejaring Litkaji Sistem Integrasi Tanaman-Ternak*. p. 200-206.
- Rosniawaty, S., I.R. Dewi dan C. Suherman. 2005. Pemanfaatan limbah kulit buah kakao sebagai kompos pada pertumbuhan bibit kakao kultivar uuper amzone hybrid. *Lembaga Penelitian Universitas Padjadjaran, Bandung*.
- Scott, N. 2010. *How to Make and Use Compost, The Ultimate Guide*. UIT Cambridge Ltd., Cambodge, UK. 200p.
- Sinar Tani. 2011. Limbahpun bermanfaat, inokulen RB untuk produksi kompos bermutu. *Tabloid Sinar Tani Edisi 3-9 Agustus 2011*.
- Tegua, A., H.N.L. Endeley and A.C. Beynen. 2004. Broiler performance upon dietary substitution of cococa husks for maize. *International Journal of Poultry Science* 3(12) : 779-782.
- Uwagboe, E.O., R.A. Hamzat, M. Clumide and L.A. Akinbile. 2010. Utilization of cocoa pod husk as substitution for maize in layers mash and perception of poultry farmers in Nigeria. *International Journal of Science and Nature* 1(2) : 272-275.
- Wahyudi, T., T.R. Panggabean dan Pujianto. 2008. *Panduan Kakao Lengkap, Manajemen Agribisnis dari Hulu hingga Hilir*. Penebar Swadaya, Jakarta, 364p.
- Watson, R.R., V.R. Preedy and S. Zibadi. 2012. *Chocolate in Health and Nutrition*. Humana Press brand of Springer, New York Heidelberg Dordrecht London. 541p.
- Wong, H.K. and O.A. Hasan. 1988. Nutritive value and rumen fermentation profile of sheep fed on dried cocoa pod husk based diets. *Journal of Mardi Research* 16(2) : 147-154..
- Wulan, S.N. 2001. Kemungkinan pemanfaatan limbah kulit buah kakao sebagai sumber zat pewarna (β -karoten). *Jurnal Teknologi Pertanian* 2(2) : 22-29..
- Yanqoritha, N. 2013. Optimasi aktivator dalam pembuatan kompos organik dari limbah kakao. *Majalah Ilmiah Mekttek XV*(2) : 103-108.
- Young, A.M. 2007. *The Chocolate Tree : A Natural History of Cacao*. Revised & Expanded Edition. The University Press of Florida, Florida, USA. 209p.