

INOVASI TEKNOLOGI PEMANFAATAN PRODUK SAMPING INDUSTRI KELAPA SAWIT SEBAGAI PAKAN RUMINANSIA

I-WAYAN MATHIUS

Balai Penelitian Ternak, PO Box 221, Bogor 16002

ABSTRAK

Ketergantungan akan komponen impor bahan penyusun ransum yang semakin mahal dan ketersediaan pakan lokal yang tidak tersedia secara berkelanjutan, menyebabkan keterpurukan industri peternakan dewasa ini. Di sisi lain, dampak negatif sebagai akibat pergeseran fungsi lahan pertanian menjadi non-pertanian yang terus meningkat sangat dirasakan usaha ternak ruminansia. Sumber dan ketersediaan hijauan yang dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak menjadi terbatas. Konsekuensinya adalah tingkat produktivitas ternak yang bersangkutan menjadi rendah. Oleh karena itu, dalam upaya mempertahankan kehadiran dan meningkatkan produktivitas ternak perlu dilakukan upaya mencari, menggunakan dan meningkatkan nilai nutrisi sumber pakan baru/alternatif, seperti produk samping industri pertanian. Salah satu sumber pakan alternatif yang belum banyak mendapat perhatian adalah produk samping tanaman dan hasil ikutan pengolahan buah kelapa sawit. Produk samping industri kelapa sawit tersedia sepanjang tahun dalam jumlah yang banyak. Oleh karena itu, pemanfaatan produk samping industri kelapa sawit sebagai pakan alternatif dan dapat menjadi pakan hijauan andalan di masa mendatang perlu ditingkatkan. Tatalaksana yang baik dan benar terhadap pemanfaatan produk samping industri kelapa sawit akan sangat membantu para pekebun/pemakan pemilik ternak dalam penyediaan pakan. Pelepeh kelapa sawit yang belum dimanfaatkan secara optimal merupakan salah satu bahan pakan hijauan alternatif (sumber serat) yang perlu ditangani, disamping hasil ikutan pengolahan buah sawit, seperti lumpur sawit, serat perasan, bungkil inti dan tandan kosong. Sebagai produk samping industri kelapa sawit, kualitas nutrisi bahan tersebut cukup rendah, dan oleh karena itu dalam pemanfaatannya perlu mendapat perhatian khusus. Untuk dapat dimanfaatkan secara optimal dibutuhkan sentuhan teknologi atau diolah sebelum dapat digunakan sebagai bahan pakan. Sejahumana produk samping industri kelapa sawit yang tersedia dalam jumlah banyak dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pakan ternak ruminansia (khusus sapi), akan diulas dalam tulisan ini.

Kata Kunci: Industri, Kelapa Sawit, Produk Samping, Hasil Ikutan, Sapi Potong

PENDAHULUAN

Ternak sapi yang semula merupakan pemasok daging Nasional tertinggi (50,6% pada tahun 1978) berangsur-angsur turun sumbangannya menjadi 18% pada akhir Tahun 2003. Di sisi lain dilaporkan bahwa, laju pertumbuhan populasi sapi cenderung lambat sebagai akibat rendahnya tingkat produksi dan reproduksi sapi lokal Indonesia. Untuk mengejar ketinggalan pengadaan daging Nasional, maka pemerintah melalui pendekatan kualitatif (produktivitas per unit ternak) dan kuantitatif (peningkatan populasi) terus berupaya untuk dapat meningkatkan produktivitas sapi potong lokal. Pendekatan kualitatif melalui perbaikan mutu genetik sapi lokal dengan mempergunakan teknik inseminasi buatan (IB), sedang dan terus dilakukan. ZARATE (1996) melaporkan bahwa keberhasilan program pemuliaan ternak akan sangat tergantung pada kondisi

lingkungan yang memadai. Ditambahkan bahwa keberhasilan perbaikan performans ruminansia membutuhkan kondisi yang stabil dalam artian tatalaksana yang memadai, ketersediaan pakan berkualitas yang berkelanjutan sepanjang tahun dan kesehatan lingkungan. JALALUDIN *et al.* (1991b) melaporkan untuk mencapai hasil yang diharapkan, yaitu tingkat produksi yang tinggi, maka perbaikan mutu genetik sapi, terutama sapi potong lokal harus diimbangi dengan penyediaan dan pola pemberian pakan yang memenuhi kebutuhan ternak. CHEN *et al.* (1991) melaporkan bahwa ketersediaan dan pola pemberian pakan yang belum sesuai dengan kebutuhan ternak, dilaporkan merupakan faktor utama rendahnya tingkat produktivitas ternak di daerah tropis. Dengan perkataan lain, masalah utama upaya peningkatan produksi ternak ruminansia adalah sulitnya penyediaan pakan yang

berkesinambungan baik dalam artian jumlah yang cukup dan kualitas yang baik. Di lain sisi, pemanfaatan lahan untuk tujuan padang penggembalaan ternak makin tersisih oleh ekspansi perkotaan, jalan raya, pemukiman, industri dan kawasan rekreasi (lapangan golf) serta lahan untuk pertanian tanaman pangan, termasuk perkebunan. Untuk tidak selalu terabaikan, kalau tidak dapat dikatakan tersingkirkan maka perlu dilakukan langkah-langkah pendekatan untuk kembali menyatukan bidang peternakan sebagai bagian yang integral dengan sektor pertanian secara keseluruhan. Upaya tersebut dapat dilakukan melalui integrasi dan diversifikasi lahan pertanian, termasuk perkebunan (JALALUDI, 1978; HUTAGALUNG, 1979). Ketersediaan produk samping industri pertanian secara berkelanjutan perlu menjadi bahan pertimbangan tersendiri, agar pasokan bahan baku pakan dapat terjamin. Salah satu industri pertanian yang dapat menyediakan bahan baku pakan yang berkesinambungan dan dapat dimanfaatkan sebagai basis pengembangan ternak ruminansia adalah perkebunan kelapa sawit. Dengan mengoptimalkan produk samping kebun/tanaman dan hasil ikutan olahan produk utamanya sebagai pakan serta tersedia sepanjang tahun, produktifitas sapi potong lokal dapat ditingkatkan. Dengan demikian, diharapkan efisiensi pemanfaatan lahan dapat ditingkatkan, sekaligus memberi nilai tambah, baik untuk petani-ternak maupun petani-kebun.

PERKEMBANGAN PERKEBUNAN KELAPA SAWIT DI INDONESIA

Keseimbangan asam lemak jenuh dan tidak jenuh dalam minyak kelapa sawit memperkuat posisi minyak sawit sebagai bahan pangan umat manusia. Minyak sawit menyumbangkan lebih dari 27% pengadaan minyak nabati dunia setelah minyak nabati yang berasal dari biji kedelai (FOLD, 2003). Selanjutnya dikatakan bahwa Indonesia menempati urutan ke dua terbesar penghasil minyak kelapa sawit setelah Malaysia. Demikian penting arti minyak nabati asal kelapa sawit, menyebabkan luas wilayah pengembangannya, khususnya di Indonesia hingga saat ini sangat pesat.

Di Indonesia, tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) telah dikenal sejak tahun 1848 (pertama kali ditanam di kebun Raya Bogor) (CORLEY, 2003), sementara pengembangannya sebagai penghasil minyak kelapa sawit yang sangat dibutuhkan umat manusia dimulai pada tahun 1911. Laju pertumbuhan luas tanam kelapa sawit setiap tahunnya di Indonesia mencapai 12,6% (LIWANG, 2003), sementara Malaysia memiliki laju pertumbuhan per tahunnya hanya sebesar 5,5%. Diperkirakan pada masa mendatang, Malaysia akan berada pada posisi *stagnant* sebagai akibat ketersediaan dan keterbatasan lahan yang dimiliki, diperberat dengan ketersediaan tenaga kerja yang terbatas serta biaya tenaga kerja yang cukup tinggi. Sementara di Indonesia, (bila kondisi stabil) diperkirakan akan terus mengembangkan luas tanam kelapa sawit, khususnya perkebunan swasta dan perorangan. Dilaporkan bahwa hingga tahun 2002 luas tanam kelapa sawit telah mencapai 4.1116.000 Ha (Tabel 1) dan menduduki urutan pertama dunia dalam luasan tanam (WEI, 2004).

Sebagai konsekuensi makin meningkatnya luas tanam kelapa sawit, adalah makin meningkatnya produk samping tanaman dan hasil ikutan pengolahan buah kelapa sawit yang sedikit banyak akan menimbulkan problem baru dan perlu diantisipasi. Salah satu cara pemecahannya adalah dengan memanfaatkan ternak (CORLEY, 2003), khususnya ternak ruminansia sebagai pabrik hidup yang dapat memanfaatkan produk samping industri tersebut sebagai bahan baku pakan, sekaligus dapat dijadikan media penyedia bahan baku pupuk organik.

Produk samping industri kelapa sawit yang tersedia dalam jumlah yang banyak dan belum dimanfaatkan secara optimal adalah pelepah daun, lumpur sawit dan bungkil inti kelapa sawit (MOHAMED *et al.*, 1986), khususnya sebagai bahan dasar ransum ternak ruminansia (JALALUDIN *et al.*, 1991b). Dengan pola integrasi ataupun diversifikasi tanaman dan ternak (khususnya ternak ruminansia) diharapkan dapat merupakan bagian integral dari usaha perkebunan, sebagai yang disarankan oleh ABU HASSAN *et al.* (1991). Oleh karena itu, pemanfaatan produk samping industri kelapa sawit (pelepah) pada wilayah perkebunan sebagai basis pengadaan bahan

Tabel 1. Luas areal perkebunan komoditas utama Indonesia (000 Ha)

Komoditas	1968	1983	1997	2002	Posisi dunia
Kelapa sawit	120	158	2.516	4.116	1
Karet	2.209	2.2348	3.474	3.318	2
Kelapa	1.959	2.009	3.668	3.697	2
Teh	120	101	142	160	-
Kopi	339	381	1.170	1.270	3
Kakao	13	15	529	777	3
Lada	43	46	111	161	1
Jambu mete	0	58	499	553	-
Total	4.439	5.116	12.109	14.052	

*Sumber: WEI (2004)

pakannya diharapkan banyak memberikan nilai tambah, baik secara langsung maupun tidak langsung (STUR, 1990). Hal yang sama juga dilaporkan oleh ZAINUDIN dan ZAHARI (1992), bahwa integrasi usaha peternakan di kawasan tanaman perkebunan memberikan dampak yang sangat besar artinya.

POTENSI DAN NILAI NUTRISI PRODUK SAMPING TANAMAN DAN HASIL IKUTAN PENGOLAHAN BUAH KELAPA SAWIT

Ketersediaan lahan yang terbatas untuk sub-sektor peternakan, khususnya komoditas sapi, dan disertai dengan terus meningkatnya permintaan akan protein hewani, memaksa/mendorong para pelaku produksi peternakan untuk dapat memanfaatkan segala kesempatan dalam upaya meningkatkan produktivitas ternak yang diusahakan. Salah satu peluang yang harus dimanfaatkan secara optimal adalah melakukan pengembangan peternakan melalui pola integrasi ternak dengan perkebunan, seperti perkebunan kelapa sawit.

Sebagai ternak ruminansia, kebutuhan dasar sapi potong yang paling hakiki adalah pakan hijauan. Sistem pencernaan ternak sapi mulai berfungsi sejak ternak tersebut lahir, meskipun belum sempurna sebagaimana yang terjadi pada ternak dewasa. Setelah melewati fase menyusui, sapi memiliki kemampuan untuk merubah bahan pakan yang tidak dapat dimanfaatkan manusia menjadi produk sumber pangan dan sandang, seperti daging dan kulit. Bagaimana mengoptimalkan manfaat pakan

tersebut agar lebih ekonomis merupakan tantangan tersendiri yang perlu dikaji dan diuji coba baik dalam skala laboratorium maupun lapang dengan pendekatan interdisiplin keilmuan, yang untuk selanjutnya dapat dengan mudah diterapkan di lapang.

Secara garis besar produk samping yang dihasilkan dari industri kelapa sawit dapat dipisahkan atas dasar sumber/asal produk samping ke dalam dua kelompok, yakni yang berasal dari kebun/kawasan tanaman dan pabrik pengolahan buah kelapa sawit.

Produk samping yang berasal dari kawasan perkebunan kelapa sawit

Bahan pakan yang dapat diperoleh dari kawasan perkebunan sawit adalah yang bersumber dari vegetasi alam yang tumbuh di kawasan kebun dan yang berasal dari tanaman inti/kelapa sawit. Ragam dan jumlah vegetasi alam yang dapat tumbuh di areal perkebunan kelapa sawit sangat ditentukan oleh umur dan tingkat produktivitas tanaman utamanya. Umumnya pada kawasan dengan tanaman muda/belum berproduksi masih dijumpai ragam vegetasi alam yang bervariasi, baik jenis maupun jumlahnya. Sejalan dengan umur tanaman yang terus bertambah, ragam dan jumlah vegetasi alam makin berkurang hingga pada suatu saat tidak lagi dijumpai vegetasi alam yang dapat diandalkan untuk dapat dipergunakan sebagai bahan pakan hijauan. Dilaporkan bahwa produksi bahan kering vegetasi alam yang tumbuh di bawah tanaman kelapa sawit dan dapat dijadikan bahan pakan di daerah perkebunan kelapa sawit sangat

bervariasi. Variasi produk tersebut sangat bergantung pola tanam yang diterapkan, khususnya pada saat tanaman inti yang belum berproduksi (sebelum tanaman berumur 5 tahun). Jumlah hijauan vegetasi alam tersebut sangat bergantung pada umur tanaman inti yang secara langsung berpengaruh terhadap intensitas cahaya yang dapat mencapai areal perkebunan kelapa sawit. Rendahnya intensitas sinar matahari yang dapat diterima oleh suatu tanaman akan menyebabkan rendahnya proses fotosintesa yang dapat terjadi, sekaligus akan berpengaruh negatif terhadap perkembangan vegetasi alam yang tumbuh. Sebagai konsekuensinya maka tingkat produksi vegetasi alam menjadi rendah (WHITEMAN, 1980). Jika ditanam sebagai tanaman tunggal maka vegetasi alam yang dapat dihasilkan adalah 2.800–4.800 kg bahan kering/ha/tahun (CHEN *et al.*, 1991). Demikian pula jika dikelola dengan pola tumpang sari maka produk yang dihasilkan akan sangat bergantung pada tanaman sela yang dibudidayakan. Jika diasumsikan bahwa panjang tajuk setiap tanaman kelapa sawit (umur tanaman sebelum 5 tahun) adalah 4 m (tanaman belum berproduksi) maka luas yang tidak dapat dimanfaatkan untuk setiap tanaman pokok adalah 50,3 m² (22/7 x 4 x 4 m). Jika setiap Ha lahan ditanami 143 pokok pohon inti maka nilai tersebut setara dengan luas 7.191 m². Dengan pola tanaman sela yang diintroduksi yang akan dikembangkan, maka luasan yang tersedia untuk ditanami dengan tanaman sela hanya seluas ± 2.809 m². Oleh karena itu, ketersediaan pakan hijauan, berupa vegetasi alam yang dapat tumbuh di areal perkebunan kelapa sawit sangat terbatas dan tidak cukup untuk mendukung ketersediaan pakan hijauan yang berkelanjutan. Namun demikian, produk samping yang berasal dari tanaman dan berpotensi untuk dapat dioptimalkan sebagai bahan pakan pengganti hijauan adalah pelepah, daun dan batang (ISHIDA dan HASSAN, 1997; KAWAMOTO *et al.*, 2001).

Produk samping tanaman kelapa sawit

Pola tanam kelapa sawit dengan jarak tanam antar pohon 9 x 9 m dapat menampung

143 pokok tanam untuk setiap Ha. Namun pada kenyataan di lapang menunjukkan bahwa jumlah pohon kelapa sawit untuk setiap Ha areal perkebunan hanya dapat mencapai 130 pohon. Variasi jumlah tanaman pokok yang dapat tumbuh tersebut dimungkinkan karena kondisi wilayah yang berbeda-beda. Hasil pengamatan yang dilakukan di PT Agrical menunjukkan bahwa untuk setiap pohon dapat menghasilkan 22 pelepah/tahun (DIWYANTO *et al.*, 2004) dengan rata-rata bobot pelepah per batang mencapai 7 kg (SITOMPUL, 2004). Jumlah ini setara dengan 20.000 kg (22 pelepah x 130 pohon x 7 kg) pelepah segar yang dihasilkan untuk setiap Ha dalam setahun. Jumlah ini diperoleh dengan asumsi bahwa semua bagian pelepah dapat dimanfaatkan. Dari Tabel 2 dapat diketahui bahwa total bahan kering pelepah yang dihasilkan dalam setahun untuk setiap Ha adalah 5.214 kg. Dengan asumsi bahwa luasan perkebunan kelapa sawit yang telah berproduksi dan terdapat di Indonesia adalah 2.014.000 Ha (tahun 2000), maka jumlah bahan kering pelepah yang tersedia untuk dimanfaatkan adalah sejumlah 10.500.996 ton. Perolehan data di lapang menunjukkan pula bahwa untuk setiap pelepah dapat menyediakan daun kelapa sawit sejumlah 0,5 kg. Nilai tersebut setara dengan bahan kering sejumlah 658 kg ha⁻¹ tahun⁻¹ (Tabel 2). Selain pelepah dan daun, perkebunan kelapa sawit dapat juga menyediakan bahan pakan yang dapat dipergunakan sebagai pengganti hijauan dalam bentuk batang kelapa sawit. Material ini dapat diperoleh pada saat tertentu, yakni pada saat peremajaan tanaman dilakukan. Oleh karena itu, penyediaan bahan pakan asal batang kelapa sawit bersifat sementara dan tidak berkelanjutan. Dari uraian di atas, tercatat bahwa untuk setiap Ha tanaman kelapa sawit dapat menyediakan bahan baku pakan yang dapat dipergunakan sebagai pakan pengganti hijauan adalah 5.872 kg setiap tahunnya. Jika diasumsikan bahwa bahan baku pakan ini dapat diberikan sejumlah 40% (terbuang 10%) dari kebutuhan 1 ST ruminansia dengan bobot hidup 250 kg (konsumsi bahan kering 3,5% dari bobot hidup), maka jumlah tersebut dapat menampung sebanyak 4,6 ST dalam setahun.

Tabel 2. Produk samping tanaman dan olahan kelapa sawit untuk setiap ha

Biomasa	Segar (kg)	Bahan kering (%)	Bahan kering (kg)
Daun tanpa lidi	1.430	46,18	658
Pelepah	20.000	26,07	5.214
Tandan kosong	3.680	92,10	3.386
Serat perasan	2.880	93,11	2.681
Lumpur sawit, solid	4.704	24,07	1.132
Bungkil kelapa sawit	560	91,83	514
Total biomasa			13.585

Asumsi: 1 ha, 130 pokok pohon, 1 pohon dapat menyediakan sejumlah 22 pelepah per tahun, 1 pelepah, bobot 7 kg, bobot daun per pelepah, 0,5 kg; Tandan kosong 23% dari TBS, produksi minyak sawit 4 ton ha⁻¹ tahun⁻¹ (LIWANG, 2003), 1000 kg TBS menghasilkan: 250 kg minyak sawit, 294 lumpur sawit, 180 kg serat perasan dan 35 kg bungkil kelapa sawit (JALALUDIN *et al.*, 1991a)

Hasil ikutan pengolahan buah kelapa sawit

Proses ekstraksi buah sawit akan menghasilkan produk utama dalam bentuk minyak sawit (*palm oil*), sementara hasil ikutan yang diperoleh berbentuk tandan kosong, serat perasan, lumpur sawit/solid dan bungkil kelapa sawit. LIWANG (2003) melaporkan bahwa produksi minyak sawit (*palm oil*) yang dapat dihasilkan untuk setiap Ha adalah 4 ton/tahun. Jumlah tersebut dapat dihasilkan dari \pm 16 ton tandan buah segar (JALALUDIN *et al.*, 1991a). Selanjutnya dikatakan bahwa dari setiap 1.000 kg tandan buah segar dapat diperoleh produk utama berupa minyak sawit sejumlah 250 kg dan produk samping sejumlah 294 kg lumpur sawit 35 kg bungkil kelapa sawit dan 180 kg serat perasan. Jumlah tersebut dapat disetarakan dengan 1.132 kg lumpur sawit, 514 kg bungkil kelapa sawit dan 2.681 kg serat perasan dan 3.386 kg tandan kosong untuk setiap ha/tahun (Tabel 2). Atas dasar nilai tersebut maka dapat diketahui bahwa produk samping pengolahan buah kelapa sawit yang dapat dihasilkan dari perkebunan kelapa sawit yang ada di Indonesia (asumsi luas tanam yang telah berproduksi 2.014.000 Ha (LIWANG, 2003) mencapai 2.279.848 ton lumpur sawit, 1.356.196 ton bungkil kelapa sawit, 5.399.534 ton serat perasan dan 6.819.404 ton tandan kosong. Dengan perkataan lain, jumlah produk samping dan hasil ikutan pengolahan buah kelapa sawit yang tersedia dan berpotensi untuk dapat dimanfaatkan dalam setahun adalah 27.360.190 ton bahan kering.

NILAI NUTRIEN PRODUK SAMPING TANAMAN DAN HASIL IKUTAN PENGOLAHAN BUAH KELAPA SAWIT

Kandungan nutrisi yang terdapat dalam produk-produk samping tanaman dan pengolahan kelapa sawit telah dilaporkan para peneliti di Malaysia (JALALUDIN *et al.*, 1991) dan Indonesia (ARITONANG, 1984; MATHIUS *et al.*, 2004). Dari Tabel 3, terlihat bahwa kandungan nutrisi produk samping tanaman (pelepah dan daun) kelapa sawit cukup rendah. Keadaan tersebut dapat digambarkan dengan tingginya kandungan serat kasar, namun mengandung karbohidrat dalam bentuk gula mudah larut (*soluble sugars*) yang cukup (22%) (ISHIDA dan ABUHASSAN, 1997). Secara umum, kandungan nutrisi yang terdapat dalam produk samping tanaman kelapa sawit setara dengan produk samping tanaman pangan dan pakan hijauan yang terdapat di daerah tropika. Hasil ikutan pengolahan buah kelapa sawit seperti lumpur/solid dan bungkil inti kelapa sawit mengandung protein kasar (Tabel 3) yang berpotensi untuk dapat dijadikan bahan ransum berkualitas. Sebagaimana pada produk samping industri pertanian lainnya, tingginya kandungan serat kasar produk samping tanaman dan hasil ikutan pengolahan buah kelapa sawit perlu diperlakukan secara khusus agar dapat dimanfaatkan secara optimal. Perlakuan dimaksud dapat dilakukan dengan ketersediaan teknologi, baik secara fisik, kimia, biologis maupun kombinasi di antaranya.

Tabel 3. Komposisi nutrisi produk samping tanaman dan pengolahan buah kelapa sawit

Bahan/produk samping	BK	Abu	PK	SK	L	BETN	Ca	P	GE
	%	-----% BK-----							
Daun tanpa lidi (5)	46,18	13,40	14,12	21,52	4,37	46,59	0,84	0,17	4461
Pelepah (4)	26,07	5,10	3,07	50,94	1,07	39,82	0,96	0,08	4841
Solid (4)	24,08	14,40	14,58	35,88	14,78	16,36	1,08	0,25	4082
Bungkil (2)	91,83	4,14	16,33	36,68	6,49	28,19	0,56	0,84	5178
Serat perasan(5)	93,11	5,90	6,20	48,10	3,22	--	--	--	4684
Tandan kosong (3)	92,10	7,89	3,70	47,93	4,70	--	0,24	0,04	3367

() jumlah contoh

KETERSEDIAAN TEKNOLOGI PENGOLAHAN PRODUK SAMPING

Upaya meningkatkan pemanfaatan produk samping pertanian dan hasil ikutan pengolahan hasil pertanian, merupakan pilihan yang harus ditempuh dalam upaya meningkatkan produktivitas ternak, baik ruminansia maupun non-ruminansia. Persoalannya adalah bagaimana meningkatkan kualitas produk samping pertanian dan hasil ikutannya agar dapat dimanfaatkan secara optimal oleh ternak. Berbagai pendekatan telah dan terus dikembangkan dalam upaya penyempurnaan teknologi agar kualitas produk samping pertanian dan hasil ikutan pengolahan produk utama (yang pada umumnya rendah) dapat ditingkatkan dan dapat dipergunakan secara optimal sebagai bahan baku penyusun ransum lengkap.

Untuk dapat meningkatkan nilai nutrisi dan biologis produk samping pertanian tersebut diperlukan suatu pendekatan dengan inovasi teknologi tertentu. Beberapa metode yang telah dikembangkan untuk meningkatkan nilai nutrisi produk samping pertanian dan hasil ikutan pengolahan hasil pertanian agar dapat berdayaguna tinggi pada ternak yaitu: (i) perlakuan fisik (*cacah/chop*, giling, temperatur dan tekanan); (ii) secara kimia dengan asam dan basa (NaOH, HCl, urea), (iii) secara enzimatis dan biologis dengan mempergunakan mikroorganisme, dan (iv) kombinasi ketiga metode di atas.

Secara umum pendekatan fisik dilaporkan kurang memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kandungan nilai biologis produk olahan. Sementara pendekatan dengan kimia mulai ditinggalkan karena pada umumnya

berdampak negatif baik terhadap ternak yang mengkonsumsinya maupun terhadap lingkungan, meskipun dalam skala terbatas (skala laboratorium masih dimungkinkan). Pendekatan yang cukup dapat diterima pengguna dan memberikan hasil yang berdayaguna serta cukup memuaskan adalah pendekatan secara biologis (*bioproses*), dan dalam penerapannya di lapang mudah diterima pihak pengguna. Pendekatan biologis dimaksud antara lain melalui proses fermentasi dan enzimatis (tergantung substrat dan target yang diinginkan).

Perlakuan secara fisik dapat dilakukan dengan pencacahan dalam bentuk kubus sebesar 1-2 cm² dan ataupun penggilingan, tepung yang dilanjutkan dengan pembuatan pelet. Tujuan utamanya adalah memudahkan ternak untuk mengkonsumsinya. Selanjutnya dilaporkan bahwa dengan upaya pembuatan silase dengan penambahan urea atau molasses belum memberikan hasil yang signifikan, walaupun kecenderungan adanya peningkatan nilai nutrisi mulai nampak (WAN ZAHARI *et al.*, 2003). Perlakuan dengan pelietisasi tidak meningkatkan nilai kecernaan pelepah, meskipun tingkat palatabilitasnya meningkat (KAWAMOTO *et al.*, 2001). Oleh karena itu proses pembuatan pelet berbahan pelepah hanya disarankan hanya untuk meningkatkan konsumsi bahan kering. Perlakuan secara kimia dengan menggunakan 8% sodium hidroksida (NaOH), dilaporkan dapat meningkatkan kecernaan bahan kering pelepah (KAWAMOTO *et al.*, 2001) dan bahan kering serat perasan dari 43,2 menjadi 58% (JALALUDIN *et al.*, 1991b). Selanjutnya juga dilaporkan bahwa penggunaan sodium hidroksida hingga 12% (12 g NaOH/100 g bahan) dan dengan

perlakuan fisik (tekanan uap), ataupun kombinasi perlakuan NaOH dengan tekanan uap menurunkan tingkat pencernaan bahan kering serat perasan dan batang kelapa sawit (*oil palm trunk*). Tidak diperoleh alasan yang cukup, mengapa perlakuan tersebut dapat menurunkan tingkat pencernaan bahan kering serat perasan.

Lumpur sawit diketahui merupakan hasil ikutan proses ekstraksi minyak sawit yang mengandung air cukup tinggi. Produk samping ini diketahui menimbulkan masalah lingkungan, sehingga upaya untuk mengatasinya telah dilakukan dengan mengurangi kandungan air lumpur sawit untuk selanjutnya dapat dipergunakan sebagai pakan ternak, khususnya ternak ruminansia (WEBB *et al.*, 1976). Produk hasil pemisahan lumpur sawit dari sebagian besar kandungan airnya dikenal dengan solid. Solid diketahui mengandung protein kasar sejumlah 14% (dasar bahan kering). Usaha untuk meningkatkan kandungan nutrisi solid telah pula dilakukan dengan pendekatan fermentasi secara aerobik dan hasilnya dilaporkan meningkatkan kandungan protein kasar menjadi 43,4% dan energi menjadi 2,34 kkal EM/g (YEONG *et al.*, 1983). Hasil fermentasi dengan menggunakan *Aspergillus niger*, telah pula dilakukan oleh SINURAT *et al.* (1998), PASARIBU *et al.* (1998), PURWADARIA *et al.* (1999). Namun demikian uji lapang menunjukkan perlunya modifikasi. Hal ini disebabkan kandungan air solid cukup tinggi dan untuk menurunkan kadar air substrat maka dilakukan penambahan bungkil inti kelapa sawit. Selanjutnya diperoleh bahwa kandungan protein kasar substrat hasil fermentasi tersebut dapat meningkatkan kandungan protein kasar dari 12,21 menjadi 24,5% (dasar bahan kering), sementara kandungan energi termetabolis meningkat dari 1,6 Kkal/g menjadi 1,7 Kkal/g (SINURAT *et al.*, 2005). Dikatakan, teknologi fermentasi tersebut masih membutuhkan penyempurnaan untuk terus dapat meningkatkan nilai nutrisi produk hasil fermentasi.

Bungkil kelapa sawit merupakan produk samping yang mengandung nutrisi dan nilai biologis yang tinggi. Oleh karena itu, pemanfaatannya tidak diragukan. Tandan kosong dan serat perasan merupakan produk

samping yang berpotensi, meskipun belum banyak dimanfaatkan. Hal ini disebabkan kedua produk samping tanaman kelapa sawit mengandung serat kasar yang cukup tinggi. Upaya peningkatan nilai nutrisi produk samping tersebut belum banyak dilakukan, khususnya sebagai pakan ruminansia. Hingga saat ini kedua produk tersebut masih dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan kompos maupun sebagai bahan bakar pabrik.

Peningkatan nilai nutrisi pakan berserat dapat juga dilakukan dengan amoniasi. Perlakuan amoniasi bertujuan untuk pengawetan dan meningkatkan nilai nutrisi serta biologis bahan. Dibandingkan dengan perlakuan kimia lainnya dan dampak samping yang ditimbulkan maka penggunaan urea lebih murah, tidak berbahaya dan mudah dilakukan. Urea sebagai prekursor mengalami dekomposisi menjadi CO₂ dan NH₃ dengan adanya tekanan panas. Efektifitas perlakuan amoniasi terhadap produk samping pertanian berserat tinggi, dipengaruhi oleh tingkat pemberian ammonia. Suhu, lama perlakuan dan kadar air, serta tipe dan kualitas substrat/bahan yang diproses. Selain untuk tujuan pengawetan, amoniasi pakan berserat umumnya mengandung nitrogen yang rendah dan kandungan serat yang tinggi. Proses amoniasi diharapkan dapat mengatasi kendala tersebut. Selain meningkatkan pencernaan serat, juga meningkatkan degradasi protein yang berikatan dengan dinding sel. Perlakuan amoniasi pada pelepah kelapa sawit belum memberikan hasil yang signifikan (ISHIDA dan ABU HASSAN, 1997; WAN ZAHARI *et al.*, 2003). Selanjutnya ISHIDA dan ABU HASSAN (1997) melaporkan penambahan 1-2% urea dapat mencegah kerusakan yang dapat terjadi pada silase pelepah yang telah dikeluarkan dari silo. Selanjutnya dilaporkan pemberian urea pada pelepah yang telah diberi perlakuan uap panas menurunkan tingkat pencernaan bahan kering pelepah. Dari uraian diatas terlihat bahwa upaya meningkatkan nilai nutrisi dan biologis pelepah belum memberikan hasil yang memuaskan. Pelepah yang berlimpah dan tersedia setiap saat untuk dapat dijadikan bahan baku pengganti pakan hijauan, memungkinkan kita untuk sementara waktu menggunakan produk tersebut dalam keadaan segar.

PEMANFAATANNYA UNTUK TERNAK RUMINANSIA

Sebagian besar, kalau tidak dapat dikatakan seluruh produk samping tanaman dan hasil ikutan pengolahan kelapa sawit mengandung serat kasar yang cukup tinggi. Keadaan yang demikian mengindikasikan bahwa apabila produk samping industri kelapa sawit dimanfaatkan/diberikan kepada ternak ruminansia dalam bentuk tunggal, dapat dipastikan akan menyebabkan ternak mengalami kekurangan nutrisi, baik untuk kebutuhan hidup pokok maupun produksi. Oleh karena itu pemanfaatannya hanya diperuntukan sebagai bahan pakan dasar ransum ternak ruminansia (JALALUDIN *et al.*, 1991b; NOEL, 2003). ABU HASSAN dan ISHIDA (1991) melaporkan bahwa pelepah kelapa sawit dapat dipergunakan sebagai bahan pakan pengganti hijauan, baik dalam bentuk segar maupun dalam bentuk silase. Studi awal yang dilakukan oleh ABU HASSAN dan ISHIDA (1992) pada sapi Kedah Kalantan menunjukkan bahwa pelepah dapat dipergunakan hingga mencapai 45%. MATHIUS *et al.* (2004b) menyarankan pelepah dapat diberikan dalam keadaan segar hingga 30% dari konsumsi bahan kering ransum. Untuk meningkatkan konsumsi dan pencernaan pelepah dapat dilakukan dengan penambahan produk ikutan lainnya dari kelapa sawit (WAN ZAHARI *et al.*, 2003). Hal yang sama juga berlaku untuk daun kelapa sawit yang secara teknis dapat dipergunakan sebagai sumber atau pengganti pakan hijauan. Namun demikian, dalam perlakuan pemanfaatan daun kelapa sawit sebagai pakan hijauan memiliki kekurangan dalam penyediaannya. Hal ini disebabkan adanya lidi daun yang dapat menyulitkan ternak untuk mengkonsumsinya. Pencacahan yang dilanjutkan dengan pengeringan dan digiling, dapat diberikan dalam bentuk pellet (WAN ZAHARI *et al.*, 2003). Penampilan sapi yang diberi pelepah segar atau silase dalam bentuk kubus dan mendapat tambahan hasil ikutan pengolahan buah kelapa sawit, cukup menjanjikan. Pemberian tepung pelepah dalam bentuk pellet kurang disarankan dengan alasan ukuran yang terlalu kecil menyebabkan waktu tinggal partikel tersebut dalam saluran pencernaan menjadi singkat, disamping menambah biaya proses pembuatan

tepung yang cukup mahal. Konsekuensinya tepung tersebut tidak dapat dimanfaatkan secara optimal. Untuk mengoptimalkan penggunaan pelepah kelapa sawit, maka bentuk kubus (1-2 cm³) lebih disarankan. Selanjutnya dikatakan, bahwa pemberian pelepah sebagai bahan ransum dalam jangka waktu yang panjang menghasilkan kualitas karkas yang baik. Hasil penelitian terdahulu (MATHIUS *et al.*, 2004a) menunjukkan bahwa bagian dalam (daging) pelepah kelapa sawit segar yang telah dicacah dapat dipergunakan sebagai pengganti pakan hijauan. Masa adaptasi ternak sapi untuk dapat mengkonsumsi daging pelepah sawit dapat mencapai 3-4 bulan. Lamanya fase adaptasi tersebut sangat tergantung pada beberapa faktor, antara lain, asal usul ternak yang bersangkutan, ukuran dan bentuk cacahan, adanya pakan imbuhan yang dapat merangsang nafsu makan dan ketrampilan pemilik. Dilaporkan pula bahwa jika daging pelepah kelapa sawit dipergunakan sebagai pengganti pakan hijauan/rumput maka penggunaannya tidak boleh melebihi 30% dari konsumsi bahan kering. Kekurangan nutrisi yang dibutuhkan ternak sapi dapat dipenuhi dari produk samping kelapa sawit lainnya seperti bungkil dan solid.

Pemanfaatan tandan kosong yang diketahui mengandung serat kasar tinggi dan diindikasikan dengan kandungan serat deterjen asam (ADF) sejumlah 61% memiliki nilai biologis yang rendah. Namun demikian, dalam pemanfaatannya disarankan agar dicampur dengan bahan pakan lain yang berkualitas. Jumlah yang dapat diberikan dalam ransum sapi antara 30-50% dengan catatan produk samping tandan kosong tersebut harus terlebih dahulu diberi perlakuan fisik seperti dicacah untuk mendapat ukuran yang layak untuk dapat dikonsumsi (± 2 cm).

Serat perasan (*palm press fiber*) merupakan hasil ekstraksi minyak sawit dan hasil ikutan pengolahan buah kelapa sawit ini masih dipergunakan sebagai bahan bakar. Namun demikian bila dilihat dari potensi dan kandungan nutrisi yang dimiliki maka tidak tertutup kemungkinannya untuk dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pengganti pakan hijauan. Kandungan protein kasar serat perasan $\pm 6\%$ dan serat kasar 48%. ABU HASSAN *et al.* (1995) melaporkan bahwa kemampuan ternak untuk mengkonsumsi

cukup rendah sebagai akibat rendahnya nilai pencernaan serat perasan tersebut, yakni hanya mencapai 24–30%. Upaya untuk meningkatkan nilai nutrisi dan biologis serat perasan, berbagai upaya seperti perlakuan kimia (alkali) dan fisik (tekanan tinggi) tidak banyak memberikan manfaat yang berarti. Keadaan yang demikian menyebabkan upaya untuk mengoptimalkan pemanfaatan serat perasan belum dapat disarankan.

Lumpur sawit mengandung protein kasar berkisar 12-14%. Kandungan air yang tinggi menyebabkan produk samping ini kurang disenangi ternak. Kandungan energi yang rendah dengan abu yang tinggi menyebabkan lumpur sawit tidak dapat dipergunakan secara tunggal. Oleh karena itu, penggunaannya harus disertai dengan produk samping lainnya. Upaya untuk meningkatkan kandungan nutrisi dan biologis melalui proses fermentasi memberi peluang tersendiri bagi ternak ruminansia untuk dapat memanfaatkannya secara optimal. Belum diketahui dengan pasti jumlah lumpur sawit yang cukup aman untuk dapat dimanfaatkan sebagai pakan ruminansia. Pemberian yang dilakukan dengan kombinasi bungkil inti kelapa sawit dapat memberikan respon yang positif terhadap ternak sapi yang mengkonsumsinya (JALALUDIN *et al.*, 1991b). Bungkil inti kelapa sawit, merupakan produk samping yang berkualitas karena mengandung protein kasar cukup tinggi, yakni 16–18%, sementara kandungan serat kasar mencapai 16%. Pemanfaatannya yang disertai dengan produk samping lainnya perlu dilakukan untuk dapat mengoptimalkan penggunaan bungkil bagi ternak sapi.

Terlihat bahwa hampir seluruh produk samping tanaman dan olahan kelapa sawit dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pakan, khususnya untuk ternak ruminansia. Namun dari uraian di atas, nampaknya pemanfaatan produk samping tanaman dan hasil ikutan pengolahan buah kelapa sawit tidak dapat dipergunakan secara tunggal. Kelemahan salah satu produk samping dapat dilengkapi dengan menyertakan kelebihan produk samping lainnya. Seberapa banyak setiap bagian produk samping dapat dipergunakan dalam pakan lengkap, belum diketahui dengan pasti. Hasil penelitian beberapa tahun belakangan yang dilakukan menunjukkan bahwa agar dapat mengkonsumsi produk samping tersebut ternak

harus dibiasakan selama beberapa bulan. Ternak sapi yang baru pertama memperoleh pakan tersebut menunjukkan penampilan yang kurang memuaskan. Namun demikian, setelah melewati fase adaptasi, ternak sapi dapat memanfaatkan pelepah, solid dan bungkil kelapa sawit, sebagai bahan pakan utama. penampilan ternak yang pada awalnya menurun untuk bulan pertama dan untuk selanjutnya kembali pada kondisi semula. Mengacu pada data awal tersebut, diyakini bahwa ternak sapi dapat dikembangkan dengan mengandalkan produk samping industri kelapa sawit. Dengan perkataan lain pemberian pakan yang berbasis produk samping kelapa sawit dapat diandalkan sebagai sumber utama pakan sapi. MATHIUS *et al.* (2004b) melaporkan bahwa bagian dalam (daging) pelepah kelapa sawit segar yang telah dicacah dapat dipergunakan sebagai pengganti pakan hijauan. Masa adaptasi ternak sapi untuk dapat mengkonsumsi daging pelepah sawit dapat mencapai 3-4 bulan. Lamanya fase adaptasi tersebut sangat tergantung pada beberapa faktor, antara lain, asal usul ternak yang bersangkutan, ukuran dan bentuk cacahan, adanya pakan imbuhan yang dapat merangsang nafsu makan dan ketrampilan pemilik. Hasil penelitian pendahuluan membuktikan bahwa jika daging pelepah kelapa sawit dipergunakan sebagai pengganti pakan hijauan/rumput maka penggunaannya tidak boleh melebihi 30% dari konsumsi bahan kering. Kekurangan nutrisi yang dibutuhkan ternak sapi dapat dipenuhi dari produk samping kelapa sawit lainnya seperti bungkil dan solid. Uji biologis pakan yang tersusun dari imbuhan campuran produk samping kelapa sawit pada ternak sapi, telah dilakukan. Diperoleh bahwa ransum dengan imbuhan 1/3 bagian cacahan daging pelepah, 1/3 bagian solid dan 1/3 bagian bungkil kelapa sawit, memberikan hasil yang terbaik, meskipun belum optimal sebagaimana yang diharapkan (pertambahan bobot hidup harian sebesar 0,338 kg) (MATHIUS *et al.*, 2004b).

Pemberian pelepah sebagai pakan dasar dan dengan penambahan produk fermentasi (solid dan bungkil inti sawit) pada sapi Bali memberikan hasil yang lebih memuaskan. Selain nilai/kandungan nutrisi yang meningkat, pemberian sejumlah 30% dari ransum yang tersusun dari produk samping industri kelapa sawit ternyata memberikan

respon penambahan bobot hidup harian yang cukup tinggi yakni 0,6 kg (MATHIUS *et al.*, 2005). Nilai tersebut memberi peluang bagi para praktisi untuk dapat menyusun ransum ternak ruminansia, khususnya sapi potong yang tersusun dari sebagian besar produk samping perkebunan dan hasil ikutan pengolahan buah kelapa sawit. Uji kaji formulasi pakan komplit untuk ternak sapi potong pada berbagai status fisiologis sedang dan akan terus dilakukan dan diharapkan ke depan seluruh pakan ternak ruminansia dapat diformulasikan dari produk samping industri kelapa sawit.

PENUTUP

Dari uraian di atas, dapat disimpulkan bahwa produk samping industri kelapa sawit berpotensi untuk dapat dijadikan bahan baku pakan ternak ruminansia, khususnya sapi potong. Dengan upaya mengoptimalkan pemanfaatannya melalui pendekatan teknologi yang ada, diyakini bahwa pemeliharaan sapi di perkebunan kelapa sawit dapat dilakukan baik dengan pola pemeliharaan semi intensif maupun pola pemeliharaan intensif (dikandangan). Untuk mendapatkan hasil yang optimal, monitoring dan evaluasi penampilan yang mendapat pakan berbasis produk samping kelapa sawit perlu terus dilakukan, utamanya pada berbagai status fisiologis yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- ABU HASSAN, O. and M. ISHIDA. 1991. Effect of water, molasses and urea addition on oil palm frond silage quality. Fermentation, characteristics and palatability to Kedah-kelantan bulls. Proc. 3rd Int. Symp. on The Nutrition of Herbivores. WAN ZAHARI M., Z. A. TAJUDDIN, N. ABULLAH and H.K. WONG. (Eds). Penang. Malaysia. p. 94.
- ABU HASSAN, O. and M. ISHIDA. 1992. Status of utilization of selected fibrous crop residues and animal performance with special emphasis on processing of oil palm frond (OPF) for ruminant feed in Malaysia. *Trop. Agri. Res. Series*. 24: 135-143.
- ABU HASSAN, O., K. NAZARI and Z.A. TAJUDIN. 1995. Beyond *in-situ* utilization of fibrous agriculture biomass as animal feed: Challenges and considerations for commercial production parametes. Proc. 17 th MSAP Conf. Penang-Malaysia. pp. 134-137.
- ABU HASSAN, O., OSHIO, S. ISMAEL, A.R. MOHD JAAFAR, D. NAKANISHI, N. DAHLAN and S.H. ONG. 1991. Experience and challenges in processing, treatments, storage and feeding of oil palm trunks based diets for beef production. Proc. Seminar on Oil Palm Trunks and Others Palmwood Utilization, MSAP. Kuala Lumpur, Malaysia. pp. 231-245.
- ARITONANG, D. 1984. Pengaruh Penggunaan Bungkil Inti Sawit Dalam Ransum Babi Yang Sedang Tumbuh. Disertasi. Fak. Pasca Sarjana IPB. Bogor.
- CHEN, C.P. 1990. Management of forage for animal production under tree crops. Proc. Integrated Tree Cropping and Small ruminant Production system. Iniques L.C. and M.D. Sanchez (Eds). SR-CRSP. Univ. California Davis, USA. pp. 10 - 23.
- CHEN, C.P., H.K. WONG and I. DAHLAN. 1991. Herbivores and Plantation. *In: Recent Advances on the Nutrition of Herbivores*. Selangor-Malaysia. MSAP. pp. 71-81.
- CORLEY, R.H.U. 2003. Oil palm: A major tropical crop. *Burotrop* 19: 5-7.
- DIWYANTO, K., D. SITOMPUL, I. MANTI, I-W. MATHIUS dan SOENTORO. 2004. Pengkajian Pengembangan Usaha Sistem Integrasi Kelapa Sawit-Sapi. Pros. Lokakarya Nasional. Bengkulu, 9-10 September 2003. Departemen Pertanian bekerjasama dengan Pemerintah Provinsi Bengkulu dan PT Agrical. Hlm. 11-22.
- FOLD, N. 2003. Oil palm: market and trade. *Burotrop*. 19: 11-13
- HUTAGALUNG, R.I. 1979. The use of tree crops and their by-products for intensive animal production. Proc. Intensive Animal Production in Developing Countries. *Occ. Publ. Br. Soc. Anim. Prod.* 4: 151-184.
- ISHIDA, M. and O. ABU HASSAN. 1997. Utilization of oil palm frond as cattle feed. *JARQ* 31: 41-47.
- JALALUDI, S. 1978. Need for integration of animals with cropping system. Proc. Integration of Animals with Plantation Crops. RRIM-MSAP. Kuala Lumpur. pp. 41- 48.
- JALALUDIN, S., Y.W. HO, N. ABDULLAH and H. KUDO. 1991a. Strategies for Animal Improvement in Southeast Asia. *In: Utilization of Feed Resources in Relation to Utilization and Physiology of Ruminants in*

- the Tropics. *Trop. Agric. Res. Series*. 25: 67-76.
- JALALUDIN, S., Z.A. JELAN, N. ABDULLAH and Y.W. HO. 1991b. Recent Developments in the Oil Palm By-Product Based Ruminant Feeding System. MSAP, Penang, Malaysia pp. 35-44.
- KAWAMOTO, H., M WAN ZAHARI, N.I. S. MOHD M.S. MOHD ALI, Y ISMAIL and S. OSHIO. 2001. Palatability, digestibility and voluntary intake of Processed oil palm fronds in cattle. *JARQ*. 35 (3):195-200.
- LIWANG, T. 2003. Palm oil mill effluent management. *Burotrop Bull*. 19: 38.
- MATHIUS, I-W., A.P. SINURAT, B.P. MANURUNG, D.M. SITOMPUL dan AZMI. 2005. Pemanfaatan produk fermentasi lumpur-bungkil sebagai bahan pakan sapi potong. Pros. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. September 2005 (*in-press*).
- MATHIUS, I-W., AZMI, B.P. MANURUNG, D.M. SITOMPUL dan E. PRIYATOMO. 2004b. Integrasi Sapi-Sawit: Imbangan pemanfaatan produk samping sebagai bahan dasar pakan. Pros. Sistem Integrasi Tanaman-Ternak. Puslitbang Peternakan, BPTP Bali dan CASREN. pp. 439-446.
- MATHIUS, I-W., D. SITOMPUL, B.P. MANURUNG dan AZMI. 2004a. Produk samping tanaman dan pengolahan kelapa sawit sebagai bahan pakan ternak sapi potong: Suatu tinjauan. Pros. Lokakarya Nasional Sistem Integrasi Kelapa Sawit-Sapi. Badan Litbang Pertanian, Pemprov Bengkulu dan PT. Agriconal. hlm. 120-128.
- MOHAMAD, H., H.A. HALIM and T.M. AHMAD. 1986. Availability and potential of oil palm atrunks and fronds up to the year 2000. Palm Oil Research Institute of Malaysia (PORIM) 20:1-17.
- NOEL, J.M. 2003. Processing and by-products. *Burotrop Bull*. 19: 8.
- PASARIBU, T., A.P. SINURAT, T. PURWADARIA, SUPRIYATI dan H. HAMID. 1998. Peningkatan nilai gizi lumpur sawit melalui proses fermentasi: Pengaruh jenis kapang, suhu dan lama proses enzimatis. *JITV* 3(4): 237-242.
- PURWADARIA, T., A.P. SINURAT, SUPRIYATI, H. HAMID dan I.A.K. BINTANG. 1999. Evaluasi nilai gizi lumpur sawit fermentasi dengan *Aspergillus niger* setelah proses pengeringan dengan pemanasan. *JITV* 4(4): 257-263.
- SINURAT A.P., T. PURWADARIA, I-W. MATHIUS, TYASNO, H. HAMID dan B.P. MANURUNG. 2005. Pengembangan teknologi fermentasi limbah sawit untuk pakan ternak skala produksi komersial. Laporan Intern Kerjasama Balitnak-PT Agriconal.
- SINURAT A.P., T. PURWADARIA, J. ROSIDA, H. SURACHMAN, H. HAMID dan I.P. KOMPIANG. 1998. Pengaruh suhu ruang fermentasi dan kadar air substrat terhadap nilai gizi produk fermentasi Lumpur sawit. *JITV* 3: 225-229.
- SITOMPUL, D. 2005. Desain pembangunan kebun dengan system usaha terpadu ternak sapi Bali. Pros. Lokakarya Nasional. Bengkulu, 9-10 September 2003. Departemen Pertanian bekerjasama dengan Pemerintah Provinsi Bengkulu dan PT Agriconal. Hlm. 11-22.
- STUR, W.W. 1990. Methodology for Establishing Selection Criteria for Forage Species Evaluation. Proc. Integrated Tree Cropping and Small Ruminant. Production System. SR-CRSP. Univ. California Davis. USA. pp. 10-23.
- WAN ZAHARI, M., O. ABU HASSAN, H.K. WONG and J.B. LIANG. 2003. Utilization oil palm frond-based diet for beef cattle production in Malaysia. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 16 (4): 625-634.
- WEBB, B.H, R.I. HUTAGALUNG and S.T. CHEAM. 1976. Palm oil mill waste as animal feed-processing and utilization. Int. Symp. Palm Oil Processing and Marketing. Kuala Lumpur. pp. 125-146.
- WEI, L.C. 2004. Mencari R.U.U. Perkebunan yang Ideal. Kompas 2 Februari 2004. hlm. 15.
- WHITEMAN, P.C. 1980. Tropical Pasture Science. Oxford University Press.
- YEONG S.W., T.K. MUKHERJEE, M. FAIZAH and M.D. AZIZAH. 1983. Effect of palm oil by-product-based diets on reproductive performance of layers including residual effect on offspring. *Phil. J. Vet. Anim. Sci.* IX (1-4): 93-100.
- ZAINUDIN, A.T. and M.W. ZAHARI. 1992. Research on nutrition and feed resources to enhance livestock production in Malaysia. Proc. Utilization of feed resources in relation to nutrition and physiology of ruminants in the tropics. *Trop. Agric. Res. Series*. 25: 9-25.
- ZARATE, A.V. 1996. Breeding strategies for marginal regions in the tropics and subtropics. *Res. Dev.* 43/44: 99-118.