

SISTEM USAHA TANI KAKAO BERBASIS BIOINDUSTRI PADA SENTRA PENGEMBANGAN DI KABUPATEN LUWU SULAWESI SELATAN

Bioindustrial-Based Cocoa Farming in Development Area of Luwu Regency, South Sulawesi

M. Basir Nappu dan Muh. Taufik

Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sulawesi Selatan
Jalan Perintis Kemerdekaan km 17,5 Kotak Pos 1234, Makassar 90242, Indonesia
Telp. (0411) 556449, Faks. (0411) 554522
E-mail: mbasirnappu@yahoo.com, btp-sulsel@litbang.pertanian.go.id

Diterima: 4 Mei 2016; Direvisi: 29 September 2016; Disetujui: 7 Oktober 2016

ABSTRAK

Kakao (*Theobroma cacao* L.) merupakan salah satu komoditas andalan perkebunan yang berperan cukup penting dalam perekonomian nasional, sebagai penyedia lapangan kerja, sumber pendapatan petani dan devisa negara, dan pengembangan agroindustri. Tulisan ini membahas sistem usaha tani kakao berbasis bioindustri di Kabupaten Luwu, Sulawesi Selatan, sebagai usaha tani ramah lingkungan yang efisien, bernilai tambah, dan berdaya saing tinggi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengembangan sistem ini melalui integrasi kakao-sapi dapat mendorong peningkatan produktivitas tanaman kakao dan pengembangan sapi melalui pemanfaatan limbah kakao sebagai sumber pakan ternak serta limbah ternak sebagai sumber pupuk organik dan energi. Penerapan model integrasi kakao-sapi dapat meningkatkan pendapatan petani hingga 45,9%. Efisiensi usaha ternak sapi pada pola integrasi kakao-sapi terjadi melalui pemanfaatan kulit kakao dan tanaman pelindung (leguminosa) sebagai bahan pakan yang menghemat tenaga kerja dalam penyediaan pakan hingga 50%. Efisiensi pengelolaan kebun kakao terjadi melalui penghematan biaya penggunaan pupuk kandang yang mencapai 40%. Hasil analisis finansial menunjukkan bahwa usaha tani integrasi kakao-sapi jauh lebih menguntungkan dibandingkan dengan nonintegrasi. Pola integrasi mampu memberikan keuntungan Rp13,03 juta/ha/2 ekor/tahun, sedangkan keuntungan pada pola nonintegrasi hanya Rp7,84 juta/ha/tahun. Pola integrasi memberikan nilai tambah Rp5,1 juta atau 66% dengan *incremental benefit cost ratio* (IBCR) 1,08. Sistem ini berpotensi untuk diimplementasikan di berbagai wilayah pengembangan kakao di Indonesia, sekaligus untuk mendukung program peningkatan populasi sapi.

Kata kunci: Bioindustri, usaha tani, integrasi, kakao, sapi

ABSTRACT

Cocoa (*Theobroma cacao* L.) is an important estate crop commodity which plays a role in national economy for creating jobs, farmers income, stock-exchange sources, and agro-industry development. This article discusses cacao farming bioindustry in Luwu Regency, South Sulawesi, as eco-friendly, efficient, value added, and competitive farming system. The main benefit is derived from plants as a source of livestock feed and increasing plant

production due to utilization of compost as fertilizer. While the benefit from livestock can be generated from livestock waste as organic fertilizer and a source of energy. Implementation of the model increased farming revenues by 45.9%. Cattle business efficiency can be obtained from utilization of cocoa pods and legume forage as feed sources which save labor allocation up to 50%. Cocoa farming efficiency that is obtained through the use of manure as organic fertilizer reached 40%. Financial analysis showed that integrated cocoa and livestock was more profitable than non-integrated model. Within one year, the integration pattern provided profits of Rp13.03 million/ha/2 cattle, whereas non-integration pattern only provided net profit of 7.84 million/ha/year. Thus the integration pattern gave added value of Rp5.1 million or 66% with an incremental benefit cost ratio (IBCR) of 1.08. The system is potential to be developed in other cocoa development areas in Indonesia, as well as to support the increasing cow population program.

Keywords: Bioindustries, farming system, integration, cocoa, cow livestock

PENDAHULUAN

Kakao (*Theobroma cacao* L.) merupakan salah satu komoditas andalan perkebunan yang memiliki peran cukup penting dalam perekonomian nasional, sebagai penyedia lapangan kerja, sumber pendapatan petani dan devisa negara, serta pengembangan wilayah dan agroindustri yang diharapkan mampu menciptakan *trickle down effect* dalam perekonomian nasional dan daerah (Fadjar *et al.* 2008; Taufik dan Sjarafuddin 2008; Tuty 2009; Limbongan 2011a; 2012). Permintaan dunia terhadap kakao semakin meningkat dari tahun ke tahun. International Cocoa Organization (ICCO) memperkirakan produksi kakao dunia pada tahun 2017 akan mencapai 4,50 juta ton, sementara konsumsi akan mencapai 4,51 juta ton, sehingga akan terjadi defisit produksi sekitar 10 ribu ton per tahun (Suryani dan Zulfebriansyah 2007).

Sulawesi Selatan sebagai salah satu sentra pengembangan kakao di Indonesia pada tahun 2016 menghasilkan kakao 114.258 ton, meningkat 7,9% dari tahun sebelumnya

sebesar 14.460 ton dengan produktivitas 810 kg/ha (Ditjenbun 2015). Nilai ekspor biji kakao Sulawesi Selatan mencapai USD149,89 juta dengan volume 64,43 ribu ton (BPS Sulawesi Selatan 2014). Luas lahan kakao di Sulawesi Selatan mencapai 241.553 ha. Dari produksi kakao nasional 760.429 ton, 96% berasal dari perkebunan rakyat dengan melibatkan 1.710.772 kepala keluarga dan hanya 4% dari perkebunan besar (Ditjenbun 2015).

Usaha tani kakao berpeluang untuk dibanahi baik dari aspek teknis maupun pengelolaannya. Salah satu upaya untuk meningkatkan produksi dan pendapatan petani kakao ialah melakukan rehabilitasi tanaman melalui sambung samping (*side-cleft grafting*). Menurut Salim dan Drajat (2008), penerapan teknologi sambung samping pada tanaman kakao di Sulawesi Tenggara dapat meningkatkan penerimaan petani menjadi Rp50 juta/ha/tahun. Tanaman kakao hasil sambung samping di Kabupaten Mamuju Sulawesi Barat dapat menghasilkan buah 50% lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman yang belum dilakukan sambung samping (Syafuddin 2010).

Pada tahun 2009 Kementerian Pertanian melalui Direktorat Jenderal Perkebunan mencanangkan Gerakan Nasional Peningkatan Produksi dan Mutu Kakao, yang dikenal dengan Gernas Kakao. Tujuannya ialah untuk meningkatkan produksi, produktivitas, dan mutu hasil kakao melalui perbaikan budi daya tanaman dan pengendalian hama dan penyakit. Sasaran utamanya adalah: 1) peremajaan tanaman tua dan rusak, 2) intensifikasi produksi melalui pemupukan dan pemeliharaan tanaman, dan 3) rehabilitasi tanaman dengan menggunakan teknik sambung samping (Ditjenbun 2008). Sasaran rehabilitasi adalah tanaman kakao yang telah cukup tua (lebih dari 10 tahun) dan kurang produktif (Limbongan 2011a).

Pengembangan tanaman kakao terintegrasi dengan ternak merupakan salah satu teknologi intensifikasi usaha tani kakao dan potensial dilaksanakan di Sulawesi Selatan. Hal ini ditunjang oleh populasi sapi potong di provinsi ini yang meningkat 8,2% dalam 5 tahun terakhir, dari 637.128 ekor pada tahun 2008 menjadi 1.119.889 ekor pada tahun 2012 (Dinas Peternakan dan Kesehatan Hewan Sulsel 2012; Ditjennak 2013). Intensifikasi tanaman kakao dapat meningkatkan produksi biomassa kakao sebagai bahan pakan ternak. Di lain pihak, sapi potong akan menghasilkan feses dan urine yang dapat diolah menjadi pupuk organik untuk tanaman kakao dan salah satu sumber energi terbarukan.

Hal lain yang menjadi isu aktual pada kakao dunia adalah tuntutan implementasi sistem pertanian yang berkelanjutan (*sustainable*) dan ramah lingkungan (*ecofriendly*) (Kementerian Pertanian 2014). Pengembangan usaha sapi potong sebaiknya dilakukan melalui pendekatan pola integrasi dengan tanaman pangan atau hortikultura dan perkebunan agar limbah dari komoditas-komoditas tersebut dapat dimanfaatkan secara optimal.

Sistem pertanian bioindustri tanpa limbah sebagai salah satu strategi untuk meningkatkan nilai tambah dan daya saing menuntut setiap lini produk mempunyai nilai jual sehingga penggunaan sumber daya menjadi efisien dan dapat menekan biaya produksi (Haryono 2014; Suswono 2014). Sistem usaha tani tanaman-ternak mengintegrasikan seluruh komponen usaha pertanian baik secara horizontal maupun vertikal sehingga tidak ada limbah yang terbuang (Diwyanto dan Haryanto 1999). Sistem ini sangat ramah lingkungan dan mampu memperluas sumber pendapatan dan menekan risiko kegagalan (Nitis 1995; Adnyana 2005; Jones *et al.* 2011). Tulisan ini bertujuan untuk menelaah sistem usaha tani kakao berbasis bioindustri di Luwu, Sulawesi Selatan melalui integrasi kakao-sapi dengan prinsip *zero waste* sehingga dapat meningkatkan nilai tambah dan daya saing produk.

MODEL BIOINDUSTRI DENGAN SISTEM INTEGRASI KAKAO-TERNAK

Sistem usaha tani tanaman-ternak mengintegrasikan seluruh komponen usaha pertanian sehingga tidak ada limbah yang terbuang, bersifat ramah lingkungan, serta dapat memperluas sumber pendapatan dan menekan risiko kegagalan. Pupuk kandang dapat dimanfaatkan sebagai sumber bahan organik tanah. Semua limbah ternak dan pakan diproses secara *in situ* untuk menghasilkan biogas sebagai energi alternatif. Residu pembuatan biogas dalam bentuk cair (*slurry*) dan padat (*sludge*) merupakan sumber pupuk organik bagi tanaman, sekaligus sebagai pembenah tanah (*soil amendment*). Pemanfaatan limbah pertanian untuk pakan maupun kompos hingga tidak ada lagi limbah yang terbuang akan melestarikan perputaran unsur hara dari tanah – tanaman – ternak – kembali ke tanah. Kearifan lingkungan ini perlu ditumbuh-kembangkan sehingga mampu menjaga kelestarian sumber daya alam.

Implementasi sistem integrasi kakao dan ternak sapi diharapkan mampu mengurangi biaya produksi usaha tani maupun biaya usaha ternak karena tersedianya bahan pakan bagi ternak dan sumber pupuk bagi tanaman kakao. Hal ini karena selain menghasilkan produk utama berupa biji, tanaman kakao juga menghasilkan produk samping atau limbah, yaitu kulit buah kakao yang dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak. Tanaman penanang kakao dan gulma juga dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak. Ternak yang diusahakan di area pertanaman akan menghasilkan kotoran (feses dan urine) yang dapat diolah menjadi pupuk organik padat maupun cair (Gambar 1).

Parameter integrasi tanaman kakao-ternak sapi terdiri atas empat komponen penting, yaitu pemanfaatan limbah tanaman menjadi pakan, pengolahan limbah ternak sapi, pemanfaatan hasil pengolahan limbah ternak menjadi pupuk organik dan biopestisida. Selain itu, limbah ternak sapi dapat diolah menjadi biogas. Hasil penelitian

Tabel 1. Kegiatan introduksi usaha tani tanaman kakao dan ternak sapi di Kabupaten Luwu, 2015.

Kegiatan	Tingkat adopsi (%)
Pembuatan kandang agar ternak sapi mudah dikendalikan dan limbahnya terkumpul	100
Penyediaan pakan ternak sapi dengan memanfaatkan limbah tanaman pelindung dan limbah tanaman kakao, rumput, dan jerami padi	7,32
Pengolahan limbah ternak sapi menjadi pupuk organik melalui instalasi biogas dan pembangunan rumah kompos guna menampung pupuk tersebut	7,32
Pembuatan kandang jepit sebagai tempat inseminasi buatan (IB) dan penimbangan sapi	0,00

Sumber: Nappu (2015).

Pemanfaatan kompos sebagai pupuk dapat meningkatkan produktivitas tanaman kakao hingga 20% (Fajar *et al.* 2008). Penerapan model integrasi mampu meningkatkan pendapatan hingga 45,9%. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa penambahan satu satuan input akan menghasilkan pendapatan 1,24 kali lebih besar (IBCR = 1,24).

Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan model integrasi dapat memberikan tambahan pendapatan kepada petani. Model integrasi ternak kambing pada perkebunan kakao rakyat di Kabupaten Lampung Utara mampu meningkatkan pendapatan petani 17,45% (Priyanto *et al.* 2004). Kartamulia *et al.* (1993) melaporkan bahwa pemberian paket kredit empat ekor induk domba yang diintegrasikan di perkebunan karet mampu meningkatkan pendapatan sebesar 12%. Horne *et al.* (1994) menyebutkan bahwa pada kondisi manajemen sama, pemeliharaan 20 ekor induk per peternak mampu meningkatkan pendapatan 25%. Secara umum pola integrasi tanaman-ternak menunjukkan prospek yang positif dalam mendukung pendapatan petani di pedesaan.

Dari segi biaya, jumlah biaya pada pola integrasi lebih besar dibandingkan dengan nonintegrasi. Namun dari sisi pendapatan, pola integrasi lebih tinggi daripada non-integrasi. Hasil analisis finansial menunjukkan bahwa usaha tani integrasi jauh lebih menguntungkan dibandingkan dengan nonintegrasi. Dalam satu tahun, pola integrasi memberikan keuntungan Rp13,03 juta/ha/2 ekor/tahun, sedangkan pada pola non-integrasi keuntungan hanya Rp7,84 juta/ha/tahun. Dengan demikian, pola integrasi memberikan nilai tambah Rp5,1 juta atau 66% dengan *incremental benefit cost ratio* (IBCR) 1,08 (Harnowo dan Agussalim 2008).

Analisis kelayakan ekonomi menunjukkan bahwa usaha tani integrasi layak dengan nilai R/C 3,73, yang berarti bahwa setiap pengeluaran Rp1.000 akan mendatangkan keuntungan Rp3.730. Pada pola non-integrasi nilai kelayakannya 2,96, yang berarti setiap pengeluaran Rp1.000 akan memberikan keuntungan Rp2.960 (Tabel 2). Dengan demikian, mengintegrasikan pemeliharaan ternak dengan usaha tani sangat menguntungkan petani melalui pengurangan biaya produksi dan peningkatan nilai tambah.

MANFAAT TERHADAP PENINGKATAN PRODUKTIVITAS DAN KUALITAS KAKAO

Pengelolaan Usaha Tani Kakao

Pengolahan buah kakao menghasilkan produk samping antara lain pulp dan kulit kakao yang dapat dibuat kompos sehingga memberikan nilai tambah pendapatan. Isroi (2007) menyatakan bahwa kandungan hara mineral kulit buah kakao cukup tinggi, terutama kalium dan nitrogen. Sekitar 61% dari total nutrien buah kakao disimpan di dalam kulit buah. Goenadi *et al.* (2000) dalam Isroi (2007) melaporkan kompos kulit buah kakao mengandung N 1,81%, karbon organik 26,61%, P_2O_5 0,31%, K_2O 6,08%, CaO 1,22%, MgO 1,37%, dan KTK 44,85 cmol/kg.

Pemberian kompos kulit buah kakao dapat menghasilkan biji kakao yang berkualitas, baik dalam bentuk basah maupun kering. Karakteristik buah kakao di Kabupaten Luwu yang mendapat perlakuan kompos kulit buah kakao dan sambung samping disajikan pada Tabel 3.

Karakteristik buah kakao yang meliputi bobot buah, panjang buah, diameter buah, bobot biji basah, dan bobot biji kering bervariasi antartanaman. Jumlah buah dan bobot buah rata-rata tanaman kakao sambung samping umur lebih dari 7 tahun masing-masing mencapai 219 buah/pohon dan 429,78 g/buah. Bobot buah terkecil adalah 377,14 g/buah. Buah pada tanaman kakao umur kurang 3 tahun hasil sambung samping merupakan buah awal atau buah pertama. Bobot 100 biji kering pada umur tanaman 3 dan 7 tahun pada tanaman sambung samping lebih tinggi daripada tanaman tanpa sambung samping. Berdasarkan hasil panen tersebut, produktivitas kakao sambung samping umur 3 dan 7 tahun masing-masing mencapai 1.016 dan 1.178 t/ha.

Biji Kakao Fermentasi

Tujuan fermentasi adalah untuk meningkatkan kualitas biji kakao yang dihasilkan petani sehingga produknya memenuhi standar mutu SNI 01-2323-2008. Proses fermentasi dengan menggunakan kotak berjenjang

Tabel 2. Analisis finansial usaha tani pola integrasi kakao-sapi dan nonintegrasi di Atula Kecamatan Ladongi, Kabupaten Kolaka, Sulawesi Tenggara.

Uraian	Integrasi	Nonintegrasi
Penerimaan (Rp)	17.815.000	11.889.000
a. Kakao	13.695.000	10.449.000
- Produksi biji (kg/ha)	1.455	1.161
- Harga biji (Rp/kg)	9.000	9.000
- Produksi dedak kakao (kg)	1.200	-
- Harga dedak kakao (Rp/kg)		
b. Ternak (Sapi)	4.120.000	1.440.000
- PBB (kg/tahun)	192	96
- Harga daging hidup (Rp/kg)	15.000	15.000
- Produksi kompos (kg)	5.000	-
- Harga kompos (Rp/kg)	350	-
Biaya (Rp)	4.781.000	4.016.000
a. Kakao	3.341.000	3.386.000
- Urea (Rp)	240.000	300.000
Jumlah (kg)	200	250
Harga (Rp)	1.200	1.200
- SP36	170.000	225.000
Jumlah (kg)	100	150
Harga (Rp)	1.700	1.700
- KCl	240.000	240.000
Jumlah (kg)	100	100
Harga (Rp)	2.400	2.400
- Herbisida	85.000	86.000
- Pestisida	105.000	105.000
- Tenaga Kerja	2.500.000	2.440.000
Jumlah (HOK)	125	122
Harga (Rp/HOK)	20.000	20.000
b. Ternak sapi	1.440.000	630.000
- Pakan	140.000	-
Dedak (kg)	1.200	-
Harga dedak (Rp/kg)	200	-
- Vitamin dll	50.000	30.000
- Tenaga Kerja	700.000	600.000
Jumlah (HOK)	35	30
Harga (Rp/HOK)	20.000	20.000
- Kompos	500.000	-
Komposting (kg)	5.000	-
Biaya pembuatan kompos	100	-
Keuntungan	13.034.000	7.837.000
R/C	3,73	2,96

Sumber: Agussalim *et al.* (2006) dalam Harnowo dan Agussalim (2008).

menghasilkan rendemen biji kakao 33,33%, sedangkan proses fermentasi yang dilakukan oleh petani hanya menghasilkan rendemen biji 20–25%. Hatmi *et al.* (2012) menyatakan biji kakao hasil fermentasi dengan menggunakan kotak berjenjang mengandung lemak 51,47%.

Berdasarkan SNI 2323-2008 tentang standar mutu kakao, kualitas biji kakao dikelompokkan menjadi tiga, yaitu mutu I, II, dan III dengan masing-masing persyaratan khusus dan umum (BSN 2008). Sementara menurut ukurannya, biji kakao dikelompokkan menjadi

lima, yaitu AA (< 85/100 g), A (86–100 biji/100 g), B (< 101–110 biji/100 g), C (111–120 biji/100 g), dan S (> 120 biji/100 g). Persyaratan mutu biji kakao, yaitu: 1) biji berasal dari biji yang baik, bersih, kering, cukup fermentasi, dan ukurannya seragam; 2) bobot biji kurang dari 1 g/biji, 3) kulit biji longgar, tidak pecah, bersih dari pulp, kadar kulit < 12% dari bobot biji keseluruhan, 4) kadar lemak setinggi mungkin, 5) bebas bau asing, 6) kadar air serendah mungkin (< 7%), dan 7) fermentasi secara optimal.

Tabel 3. Karakteristik tanaman kakao hasil sambung samping di Kabupaten Luwu, Sulawesi Selatan, 2015.

Parameter	Umur tanaman			Rata-rata
	3 tahun Sambung samping	7 tahun Sambung samping	>7 tahun Tanpa sambung samping	
Jumlah buah per pohon	215,00	232,00	210,00	219,00
Bobot buah (g/buah)	377,14	490,40	421,80	429,78
Panjang buah (cm)	14,85	17,30	17,80	16,65
Diameter buah (cm)	8,28	8,88	10,19	9,12
Bobot biji basah (g/buah)	89,60	97,70	68,60	85,30
Jumlah biji per buah	31,80	36,50	32,00	33,43
Bobot biji basah (g/100 biji)	284,40	267,91	212,50	254,94
Bobot biji kering (g/100 biji)	133,88	125,92	95,93	118,48
Produktivitas (t/ha)	1.016,94	1.178,35	716,21	970,50

Sumber: Nappu (2015).

Fermentasi merupakan tahapan yang mutlak dilakukan dalam pengolahan biji kakao untuk mendapatkan cita rasa maupun aroma cokelat yang baik (Misnawi 2008; Widyotomo 2008; Lima *et al.* 2011). Rasa pahit dan sepat berkurang serta penampilan biji kakao makin baik (Biehl *et al.* 1985; Widyotomo *et al.* 2004; Camu *et al.* 2008). Fermentasi juga dapat menghambat perkecambahan biji, kulit biji menjadi longgar, dan pulp menjadi hancur sehingga mempermudah pengeringan biji (Afoakwa *et al.* 2008; 2012).

Fermentasi biji kakao selama lima hari menghasilkan biji dengan mutu fisik maupun kimia terbaik, yakni memiliki kandungan lemak 51,28%, lebih tinggi dibandingkan dengan biji tanpa fermentasi sebesar 42,43% pada kadar air yang sama (7,50%). Camu *et al.* (2008) mensyaratkan kandungan lemak biji kakao sebagai bahan baku produk cokelat berkisar 50–51%. Fermentasi selama lima hari juga meningkatkan kandungan reduksi, salah satu senyawa penting selain asam amino dan peptida yang berperan sebagai prekursor cita rasa maupun aroma cokelat (Binh *et al.* 2012).

Bahan Tanam Berkualitas

Bahan tanam kakao berkualitas diperlukan petani untuk meningkatkan produksi dan produktivitas. Penyediaan bibit berkualitas dapat ditempuh melalui penyambungan bibit asal biji dengan entres dari klon unggul yang menghasilkan biji bermutu tinggi. Beberapa klon unggul lokal yang banyak digunakan petani di Sulawesi Selatan yaitu Sulawesi-1 (S-1), Sulawesi-2 (S-2), Masamba Clon Cacao-01 (MCC-01), MCC-02, ICCRI 04, Sca 6 (Suhendi 2008; Anonim 2010), Muktar 01, Muktar 03, Muktar 04, Muktar 05, Muktar 06, Muktar 07, dan Muktar 08 (Limbongan 2012), ICS 60, ICS 13, UIT 1, TSH 858, GC 7, Tinading, dan Surumana (Syafuddin 2010).

Upaya meningkatkan frekuensi gen pembawa sifat unggul pada tanaman kakao melalui pemuliaan

memerlukan waktu bertahun-tahun. Menurut Toxopeus *dalam* Taufik *et al.* (2007), untuk menyelesaikan satu siklus pemuliaan tanaman kakao diperlukan waktu 20–24 tahun, selain memerlukan area yang luas dan biaya yang besar. Untuk mengatasi kendala tersebut, perbanyakan tanaman secara vegetatif atau klonalisasi merupakan salah satu alternatif yang baik.

Klonalisasi diawali dengan penyediaan bahan tanaman unggul dalam jumlah cukup serta teknologi klonalisasi yang andal (Prawoto *et al.* 2005). Untuk mencari pohon induk yang dapat dijadikan sebagai sumber gen maupun entres, telah dilakukan eksplorasi di beberapa lokasi pengembangan. Eksplorasi genotipe kakao tahan hama penggerek buah kakao atau PBK (*Conopomorpha crumella* Snell.) telah dilaksanakan oleh Susilo *et al.* (2004) di Kebun Pabatu, Sumatera Utara, dan mengidentifikasi beberapa tanaman induk seperti disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Potensi hasil tanaman induk kakao hasil eksplorasi di Kebun Pabatu, Sumatera Utara, 2004.

Seri KW	Kode seleksi	Hasil buah (buah/pohon/ musim)	Bobot biji kering (g)
KW 514	PAB A/I/Pbrk	72 ± 18,06	1,15 ± 0,20
KW 569	PAB A/VIII/78B/1	174 ± 17,23	0,87 ± 0,13
KW 516	PAB A/VIII/78B/2	115 ± 87,22	0,77 ± 0,16
KW 518	PAB A/VIII/78B/3	65 ± 25,47	0,89 ± 0,14
KW 565	PAB A/VIII/78F/2	160 ± 56,80	0,73 ± 0,15
KW 564	PAB A/IX/90O/2	61 ± 34,92	1,17 ± 0,19
KW 567	PAB A/IX/90O/3	60 ± 34,15	1,03 ± 0,17
KW 566	PAB A/V/81L/1	52 ± 36,12	0,95 ± 0,12
KW 562	PAB A/V/81L/2	70 ± 37,40	0,80 ± 0,07
KW 568	PAB A/I/90C/1	72 ± 36,57	0,99 ± 0,17
KW 562	PAB A/I/90C/2	109 ± 66,80	1,07 ± 0,15

Sumber: Susilo *et al.* (2004) *dalam* Limbongan (2011b).

MANFAAT TERHADAP PENGEMBANGAN PETERNAKAN

Kulit kakao merupakan salah satu bahan pakan ternak sapi yang cukup prospektif karena dapat mengurangi porsi pemberian rumput, khususnya pada usaha ternak pola intensif (dikandangkan penuh) (Priyanto *et al.* 2004). Daya dukung kulit kakao sebagai salah satu sumber bahan pakan ditentukan oleh produksi kakao yang dihasilkan per satuan luas serta distribusi produksi sepanjang tahun. Tingkat produksi kakao bervariasi, yakni dalam 2–3 bulan terjadi puncak produksi dan bulan-bulan lainnya produksi rendah, bergantung pada wilayah. Hasil kajian di Kabupaten Luwu menunjukkan untuk memenuhi kebutuhan pakan, petani memanfaatkan rumput gajah, gamal, limbah tanaman kakao, jerami jagung, dan jerami padi, serta tanaman pelindung. Ketersediaan jenis pakan ternak tersebut melimpah pada bulan Juli–September, dan ketersediaannya terbatas pada bulan Maret hingga Juni. Ketersediaan berbagai jenis pakan ini dapat diupayakan melalui bank pakan sehingga pakan tersedia sepanjang tahun dan pemeliharaan ternak dapat dilakukan dengan pola intensif, seperti terlihat pada Gambar 2.

Limbah kulit buah kakao dan biomassa merupakan pakan yang potensial karena tersedia sepanjang tahun, mudah diperoleh, dan mengandung nutrisi tinggi. Buah kakao (*pod*) terdiri atas 70–80% kulit dan plasenta yang merupakan limbah, selebihnya adalah biji. Berdasarkan produksi kakao, dapat diketahui potensi limbah kulit kakao yang tersedia dan daya dukung pakan untuk ternak sapi (Tabel 5).

Dalam menghitung potensi daya dukung kulit kakao sebagai pakan ternak, perlu diperhatikan kontinuitas produksi dan penyediaan pakan sepanjang tahun. Produksi biji kakao kering bergantung pada kondisi spesifik lokasi perkebunan rakyat. Di Donggala, Sulawesi



Gambar 2. Kandang ternak kolektif di Kabupaten Luwu, Sulawesi Selatan (Nappu 2015).

Tabel 5. Perhitungan daya dukung kulit kakao dalam mendukung ketersediaan pakan ternak sapi.

Uraian	Cara perhitungan	Hasil
Buah kakao kering	$1.100 \times 0,8 \text{ kg}$	880 kg/ha/tahun
Buah kakao basah	$100/50 \times 880 \text{ kg}$	1.760 kg/ha/tahun
Produksi kulit kakao	$65/35 \times 1.760 \text{ kg}$	3.268,6 kg/ha/tahun
Kebutuhan kulit kakao	$6,5 \text{ kg} \times 360 \text{ hari}$	2.340 kg/hari/ekor
Daya dukung kulit kakao	$3.268,6/2.340$	1,39 ekor sapi/ha kakao

Sumber: Fajar *et al.* (2004) dalam Priyanto (2008, dimodifikasi).

Tengah, produksi kakao mencapai 880 kg biji kering/ha/tahun (jarak tanam 3 m x 3 m). Dengan konversi kakao kering mencapai 50% kakao basah maka kakao basah yang dihasilkan sebesar $100/50 \times 880 \text{ kg} = 1.760 \text{ kg/ha/tahun}$. Proporsi kulit kakao dan kakao basah mencapai 65% : 35% sehingga produksi kulit kakao mencapai $65/35 \times 1.760 \text{ kg} = 3.268,6 \text{ kg/ha/tahun}$. Hasil pengamatan di perkebunan kakao rakyat di Kabupaten Luwu menunjukkan bahwa setiap satu ekor sapi dewasa mampu mengonsumsi kulit kakao 6,5 kg/ekor/hari, sehingga untuk 1 ha kebun kakao memiliki potensi daya dukung 1,39 ekor sapi dewasa.

MANFAAT TERHADAP PENGELOLAAN LINGKUNGAN

Penanganan limbah pertanian dan perkebunan sampai saat ini masih merupakan kendala di tingkat petani karena keterbatasan waktu, tenaga kerja, dan area pembuangan. Di samping itu, limbah pertanian belum banyak dimanfaatkan petani sebagai pakan ternak maupun bahan baku pembuatan kompos. Jika tidak dikelola dengan baik, limbah tersebut berpotensi mencemari lingkungan, terutama limbah kotoran ternak. Pembuangan kotoran ternak secara sembarangan dapat mencemari air, tanah, dan udara yang berdampak terhadap penurunan kualitas lingkungan, kualitas hidup peternak dan ternaknya, yang akhirnya dapat memicu konflik sosial.

Limbah ternak sapi terdiri atas feses dan urine yang berpotensi sebagai pupuk organik untuk memenuhi kebutuhan hara tanaman. Pengelolaan limbah ternak sapi dilakukan melalui sistem *digester* (Gambar 3). Limbah ternak sapi dalam bentuk feses dan urine serta sisa pakan diolah secara anaerob dalam digester (Indrajit 2008) untuk menghasilkan biogas, limbah padat, dan limbah cair. Biogas yang dihasilkan dapat langsung dimanfaatkan sebagai bahan bakar untuk memasak dengan memasang instalasi dari *digester* ke kompor.



Gambar 3. Instalasi pengolahan limbah ternak sistem digester serta produk pupuk organik padat (POP) dan pupuk organik cair (POC), 2015 (Nappu 2015).

Pupuk organik yang dihasilkan dalam proses metanisasi adalah pupuk padat dan pupuk cair. Pupuk organik padat mengandung unsur hara N 2,13%, P_2O_5 1,02%, K_2O_3 0,5%, C-organik 10,80%, dan pH 7,5. Kandungan unsur N sudah tinggi, namun untuk C-organik masih termasuk sedang, sementara persyaratan Permentan No. 70/Tahun 2011 tentang standar pupuk organik harus lebih tinggi 15%. Kandungan hara pupuk organik hasil pengolahan limbah ternak sapi disajikan pada Tabel 6.

Limbah cair yang juga disebut pupuk organik cair (POC) mengandung komposisi hara yang berbeda dengan pupuk organik padat. Kandungan unsur POC antara lain N 1,34%, P_2O_5 1,16%, K_2O_3 0,23%, C-organik 0,24%, dan pH 8,10. Hanya kandungan unsur N yang dikategorikan cukup, sedangkan lainnya termasuk rendah. Namun demikian, pemanfaatan pupuk organik tersebut bermanfaat dalam memperbaiki struktur dan kimia tanah. Penambahan pupuk kandang ke dalam tanah, selain dapat memperbaiki struktur tanah juga meningkatkan kandungan nitrogen (Diyanto *et al.* 2001).

Pengelolaan limbah secara baik selain dapat mencegah pencemaran lingkungan juga dapat memberikan nilai daya saing terhadap usaha ternak. Pemanfaatan limbah ternak sebagai pupuk kompos dapat menyehatkan dan menyuburkan lahan pertanian. Selain itu gas metana yang terkandung dalam kotoran ternak dapat digunakan sebagai sumber energi biogas rumah tangga petani. Biogas menjadi sangat penting karena harga bahan bakar fosil yang terus meningkat dan ketersediaannya makin terbatas. Menurut Puslitbangtan (2001), usaha tani ramah lingkungan (*environmentally friendly agriculture*) menghendaki pemilihan dan penerapan teknologi yang serasi dengan lingkungan sehingga produktivitas usaha tani optimal dan produk

Tabel 6. Kandungan hara pupuk organik dari limbah ternak, 2015.

Parameter	Hasil slurry	POC
Total N (%)	2,13	1,34
P_2O_5 (%)	1,02	1,16
K_2O_3 (%)	0,50	0,23
pH	7,50	8,10
C-organik (%)	10,80	0,24

Sumber: Nappu (2015).

yang dihasilkan aman. Salah satu kunci pelestarian lahan, baik lahan kering maupun lahan sawah adalah kandungan bahan organik yang cukup di dalam tanah. Penambahan pupuk kandang ke dalam tanah, selain dapat memperbaiki struktur tanah juga meningkatkan kandungan nitrogen. Tabel 7 menyajikan jumlah nitrogen dari kotoran berbagai jenis ternak.

Sri-Adiningsih (2000) menyarankan perbaikan kesehatan tanah dan peningkatan produktivitas lahan pertanian melalui pengelolaan tanah secara terpadu, yang mencakup aspek kimia, fisik, dan biologi tanah, dan pengelolaan bahan organik merupakan salah satu komponen utama. Ada bermacam cara untuk mempertahankan kandungan bahan organik tanah tetap tinggi, yaitu dengan menanam lahan dengan tanaman penghasil bahan organik yang kemudian dibenamkan ke dalam tanah, atau menambahkan bahan organik dari luar lahan pertanian, berupa kompos, pupuk hijau atau pupuk kandang. Dengan adanya efek negatif dari penggunaan pupuk anorganik yang berlebihan secara terus-menerus, penggunaan pupuk kandang akan menghasilkan produk tanaman yang mempunyai daya saing tinggi.

Tabel 7. Produksi kotoran ternak dan nitrogen dari berbagai jenis ternak (per ekor/hari).

Jenis ternak	Berat hidup dewasa (kg)	Produksi kotoran (kg bahan kering)	Kandungan N (%) ¹⁾	Produksi N (g) ¹⁾	Produksi N per tahun (kg) ¹⁾
Kerbau	460	5,80	0,80	46,40	16,90
Sapi	350	4,40	0,73	32,10	11,70
Kambing	20	0,30	1,32	4,00	1,50
Domba	20	0,30	0,91	2,70	1,00
Ayam	2	0,05	3,90	0,20 ²⁾	0,07
Bebek	3	0,06	3,00	0,18 ²⁾	0,07

¹⁾Dalam berat kering, ²⁾Dalam mg

Sumber: Devendra (1993) dalam Diwyanto *et al.* (2001)

KESIMPULAN

Sistem usaha tani kakao-sapi berbasis bioindustri mengintegrasikan seluruh komponen usaha tani kakao, baik secara horizontal maupun vertikal, dengan memanfaatkan seluruh sumber daya secara efektif, efisien, dan tidak ada limbah yang terbuang. Sistem ini bersifat ramah lingkungan dan mampu memperluas sumber pendapatan dan menekan risiko kegagalan usaha. Melalui pendekatan *zero waste*, limbah tanaman dapat menjadi pakan ternak dan produk turunan lainnya. Sebaliknya, limbah peternakan dapat digunakan sebagai pupuk atau kompos, biogas, dan biourine yang dapat meningkatkan nilai tambah di setiap rantai produksi.

Hasil analisis finansial menunjukkan bahwa usaha tani integrasi kakao-sapi lebih menguntungkan dibandingkan dengan usaha tani nonintegrasi. Dalam satu tahun, pola integrasi memberikan keuntungan Rp 13,03 juta/ha/2 ekor/tahun, sedangkan pola nonintegrasi hanya mendapatkan keuntungan Rp7,84 juta/ha/tahun. Dengan demikian, pola integrasi memberikan nilai tambah Rp5,1 juta atau 66% dengan IBCR 1,08. Sistem usaha tani kakao berbasis bioindustri berpotensi dikembangkan di sentra-sentra kakao sekaligus untuk mendukung program peningkatan populasi sapi.

DAFTAR PUSTAKA

- Adnyana, M.O. 2005. Pengembangan Sistem Integrasi Tanaman-Ternak Bebas Limbah di KP. Muara. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Bogor.
- Afoakwa, E.O., A. Payterson, M. Fowler and A. Ryan, 2008. Flavour formation and character in cocoa and chocolate: a critical review. *Critical Rev. Food Sci. Nutr.* 48: 840–857.
- Afoakwa, E.O., Q. Jennifer, S.B. Agnes, S.T. Jemmy and K.S. Fribu. 2012. Influence of pulp pre-conditioning and fermentation on fermentative quality appearance of Ghanaian cocoa (*Theobroma cocoa* L.) beans. *Int. Food Res. J.* 19: 127–133.
- Anonim. 2010. Klon unggul kakao generasi ketiga - keragaan klon unggul Sulawesi -1. Rehabilitasi dengan Sambung Samping-Entres Kakao Cukup untuk Mendukung Rehabilitasi di 4 Provinsi-Klon-Klon Unggul Kakao-Teknologi SE Kakao Sistem Padat. http://pengawas_benih_tanaman.blogspot.com. [10 Februari 2010].
- Biehl, B., E. Brunner, D. Passern, V.C. Quesnel and D. Adomoko. 1985. Acidification, proteolysis and flavour potential in fermenting cocoa beans. *J. Sci. Food Agric.* 36: 583–598.
- Binh, P.T., T.T. Hoatram, N.V. Thuong, P.V. Thao, T.T. Thamba and T.T. Hoanganh. 2012. Using invertase (novezyme) in cocoa for improving bean quality and fermentation process in Vietnam. *J. Agric. Technol.* 8: 93–102.
- BPS. 2014. Sulawesi Selatan Dalam Angka 2014. Biro Pusat Statistik Provinsi Sulawesi Selatan.
- BSN. 2008. Standar Nasional Indonesia Biji Kakao 2323: 2008. http://sisni.bsn.go.id/index.php/sni_main/sni/detail_sni/7763. [19 Mei 2014]
- Camu, N., T.D. Winter, S.K. Addo, J.S. Takrama, H. Bernat and L.D. Vuyst. 2008. Fermentation of cocoa beans: Influence of microbial activities and polyphenol concentration on the flavour of chocolate. *J. Sci. Food Agric.* 81: 281–288.
- Dinas Peternakan dan Kesehatan Hewan Sulsel. 2012. Bahan Konsultasi dengan Gubernur Sulawesi Selatan, Makassar.
- Ditjenbun (Direktorat Jenderal Perkebunan). 2008. Gerakan Peningkatan Produksi dan Mutu Kakao Nasional. <http://ditjenbun.deptan.go.id>. [29 Oktober 2008].
- Ditjennak (Direktorat Jenderal Peternakan). 2013. Populasi Sapi Potong Menurut Provinsi. <http://www.deptan.go.id/infoeksekutif/nak/nak06/populasi>. [7 Juli 2013].
- Diwyanto, K. dan B. Haryanto. 1999. Pembangunan pertanian ramah lingkungan: Prospek pengembangan ternak pola integrasi (Suatu konsep pemikiran dan bahan diskusi). Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Bogor.
- Diwyanto, K. and B. Haryanto. 2001. Importance of integration in sustainable farming system. *In: Integration of Agricultural and Environmental Policies in an Environmental Age. KREI/FFTC-ASPAC, Seoul, Korea.* pp. 97–111.
- Fadjar, U., M.T.F Sitorus, A.H. Dharmawan, dan S.M.P. Tjondronegoro. 2008. Transformasi sistem produksi pertanian dan struktur agraria serta implikasinya terhadap diferensiasi sosial dalam komunitas petani. *Jurnal Agro Ekonomi* 26(2): 209–233.
- Harnowo dan Agussalim. 2008. Keragaan sistem integrasi sapi dengan kakao di beberapa wilayah di Indonesia. hlm. 327–338. peternakan.litbang.pertanian.go.id/fullteks/...integrasi09-bab12.pdf ?
- Hatmi, R.U., Suharno, H. Hanafi, Sukar, Sarjiman, S.W. Budiarti, Y.P. Wanita, N. Cahyaningrum, dan E. Apriyanti. 2012. Perbaikan kualitas biji kakao dan meningkatkan nilai tambah melalui produk olahan. Laporan Kegiatan Pengkajian. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Yogyakarta. 64 hlm.

- Haryono. 2014. Dukungan program bioindustri dari Balitbangtan untuk sukseskan SIPP. Info Aktual Adm. [27 Januari 2014].
- Hendayana, R. dan Yusup. 2003. Kajian adopsi teknologi penggemukan sapi potong mendukung pengembangan agribisnis peternakan di Nusa Tenggara Timur. Puslitbang Peternakan, Bogor.
- Horne, P.M., R.M. Gatenby, L.P. Batubara and S. Karo-Karo. 1994. Research priorities for integrated tree cropping and small ruminant production systems in Indonesia. Prosiding Seminar Sains dan Teknologi Peternakan. Balai Penelitian Ternak, Ciawi, Bogor. hlm. 485-494.
- Indrajit, L.W. 2008. Pemanfaatan Limbah Ternak untuk Biogas, Pupuk Cair dan Bahan Pakan. Fakultas Pertanian Universitas Udayana, Bali.
- Isroi. 2007. Pengomposan limbah kakao. Materi disampaikan pada Pelatihan TOT Budi Daya Kopi dan Kakao, Pusat Penelitian Kopi dan Kakao, Jember, 25-30 Juni 2007.
- Kartamulia, I., S. Karo-Karo and J. de Boer. 1993. Economic analysis of sheep grazing in rubber plantations. A case study of OPMM Membang Muda. Working Paper 145. SR-CRSP. Sei Putih, North Sumatera. pp. 11-17.
- Kementerian Pertanian. 2014. Konsep Strategi Induk Pembangunan Pertanian 2013-2045. Pertanian Bioindustri Berkelanjutan. Solusi Pembangunan Pertanian Indonesia Masa Depan. Kementerian Pertanian, Jakarta.
- Lima, L.J.R., Almeida, M.J.R. Nout and Swietering. 2011. *Theobroma cocoa* L., The food of The Gods: Quality determinants of commercial cocoa beans, with particular reference to the impact of fermentation. Critical Rev. Food Sci. Nutr. 51: 731-61.
- Limbongan, J. 2011a. Kesiapan penerapan teknologi sambung samping untuk mendukung program rehabilitasi tanaman kakao. J. Litbang Pert. 30(4): 156-163.
- Limbongan, J. 2011b. Pengkajian pola penerapan inovasi pertanian spesifik lokasi tanaman kakao di Sulawesi Selatan. J. AgroSainT UKI Toraja III(2): 295-301.
- Limbongan, J. 2012. Karakteristik morfologis dan anatomis klon harapan tahan hama penggerek buah kakao sebagai sumber bahan tanam. J. Litbang Pert. 31(1): 14-20.
- Misnawi. 2008. Physico-chemical change cocoa fermentation and key enzymes involved. Warta Review Penelitian Kopi dan Kakao 24: 47-64.
- Nappu, M.B. 2015. Model pertanian bioindustri pada sentra pengembangan kakao di Sulawesi Selatan. Laporan Akhir. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sulawesi Selatan, Makassar. 57 hlm.
- Nitis, I.M. 1995. Research Methodology for Semiarid Crop-Animal Systems in Indonesia. Crop-Animal Interaction. In: C. Devendra and C. Sevilla (Eds.). IRRI. Discussion Paper Series No. 6. IRRI, Manila, Philippines.
- Prawoto, A.A., N. Qomariya, S. Rahayu, dan B. Kusmanadhi. 2005. Kajian agronomis dan anatomis hasil sambung dini tanaman kakao (*Theobroma cacao* L.). Pelita Perkebunan 21(3): 142-148.
- 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. Puslitbang Peternakan bekerja sama dengan BPTP Bali dan CASREN. hlm. 381-388.
- Priyanto, D. 2008. Model usaha tani kakao kambing dalam upaya peningkatan pendapatan petani. Wartazoa 18(1): 46-56.
- Puslitbangtan (Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan). 2001. Strategi program ketahanan pangan: Aspek produksi padi dan ternak. Dalam: Diwyanto, B. Haryanto, M. Sabrani, dan M. Winugroho (Eds.) Laporan Kegiatan Apresiasi Teknis Program Litkaji Sistem Usaha Tani Tanaman-Ternak (*Crop-Animal Systems*). Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Bogor.
- Salim, A. dan B. Drajat. 2008. Teknologi sambung samping tanaman kakao: Kisah Sukses Primatani Sulawesi Tenggara. Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian 30(5): 8-10.
- Sembiring, H., T. Panjaitan, Mashur, D. Praptomo, A. Muzani, A. Sauki, Wildam, Mansyur, Sasongko, dan A. Nurul. 2001. Prospek integrasi sistem usahatani terpadu pemeliharaan sapi pada lahan sawah irigasi di Pulau Lombok. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Bogor.
- Sri-Adiningsih, J. 2000. Peranan bahan organik tanah dalam sistem usaha tani konservasi. Dalam Bahri, A. Priyanti, E. Martindah, dan M. Saahaan (Eds.) Materi Pelatihan Revitalisasi Keterpaduan Usaha Ternak dan Sistem Usaha Tani. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Bogor.
- Suhendi, D. 2008. Rehabilitasi tanaman kakao: Tinjauan potensi, permasalahan, dan rehabilitasi tanaman kakao di Desa Primatani Tonggolibibi. Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Inovasi Lahan Marginal. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, Jember. hlm. 335-346.
- Suryani, D. dan Zulfebriansyah. 2007. Komoditas kakao: Potret dan peluang pembiayaan. Econ. Rev. No. 210, 9 hlm.
- Susilo, A.W., E. Sulistyowati, dan E. Mufrihati. 2004. Eksplorasi genotipe kakao tahan hama penggerek buah kakao (*Conopomorpha cramerella* Snell.). Pelita Perkebunan 20(1): 1-12.
- Suswono. 2014. Sektor pertanian akan menjadi bioindustri, 25 Januari 2014 16:32 wib | Dani Jumadil Akhir - Economy. Okezone.com [20 Juli 2014]
- Syafruddin. 2010. Sambung samping, pilar peningkatan produksi kakao di Sulawesi Tengah. Harian Nasional Radar Sulawesi Tengah, 2 Januari 2001.
- Taufik, M., Gustian, A. Syarif, dan I. Uliyansyah. 2007. Karakterisasi penampilan bibit kakao berproduksi tinggi. Jurnal Akta Agrosia, Edisi Khusus No. 1: 67-70.
- Taufik, M. dan M. Sjaruddin. 2008. Kajian kelembagaan dan pengendalian hama terpadu pada usaha tani kakao di Kabupaten Polewali Mandar, Sulawesi Barat. Jurnal P2TP 11(2): 115-125.
- Tuty, F.M. 2009. Permintaan Ekspor Biji Kakao Sulawesi Tengah oleh Malaysia. Tesis. Program Pascasarjana Universitas Diponegoro, Semarang. 146 hlm.
- Widyotomo, S., Sri Mulato, dan Handaka. 2004. Mengetahui lebih dalam teknologi pengolahan biji kakao. Warta Litbang Pertanian 26(2): 5-6.
- Widyotomo, S. 2008. Teknologi fermentasi dan diversifikasi pulpa kakao menjadi produk yang bermutu dan bernilai tambah. Warta Review Penelitian Kopi dan Kakao 24: 65-82.