

Sirkuler

ISSN : 2337-3946

Inovasi

Tanaman Industri dan Penyegar

Volume 5, Nomor 1

Desember 2017



SIRINOV

Vol. 5

No. 1

Hal. 1 - 57

Desember 2017

ISSN 2337-3946



Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian
PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PERKEBUNAN

SIRKULER INOVASI

Tanaman Industri dan Penyegar

Volume 5, Nomor 1, Desember 2017

Penerbit :

Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan

Penanggung Jawab :

Kepala Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar

Pemimpin Redaksi merangkap Anggota :

Nur Ajjah (Pemuliaan Tanaman)

Anggota Redaksi :

Enny Randriani (Budidaya Tanaman)

Handi Supriadi (Fisiologi Tanaman)

Bambang Eka Tjahjana (Agronomi)

Gusti Indriati (Hama dan Penyakit Tanaman)

Redaksi Pelaksana :

Iing Sobari

Intan Nurhayati

Ayi Ruslan

Dermawan Pamungkas

Alamat Redaksi :

Jln. Raya Pakuwon Km.2 Parungkuda-Sukabumi 43357

Telp. (0266) 7070-941 Fax. (0266) 6542087

E-mail. upublikasi@gmail.com

Sumber Dana :

DIPA Balittri 2018

Desain Sampul :

Dermawan Pamungkas

Sirkuler Inovasi Tanaman Industri dan Penyegar diterbitkan oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan, memuat tinjauan hasil penelitian dan pengembangan, hasil antara penelitian tanaman industri dan penyegar, terbit pertama kali April 2013. Tulisan dan gambar yang dimuat dalam majalah ini dapat dikutip dengan mencantumkan (menuliskan) sumbernya.

SIRKULER INOVASI

Tanaman Industri dan Penyegar

Volume 5, Nomor 1, Desember 2017

Pengaruh Tingkat Kematangan dan Penyimpanan terhadap Viabilitas Benih Kopi Arabika (<i>Iing Sobari, Sakiroh, dan Dewi Nur Rokhmah</i>)	1 - 12
Perakitan dan Perbanyak Benih Unggul untuk Mendukung Peningkatan Produksi Kakao Nasional (<i>Emy Randriani dan Dani</i>)	13 - 21
Potensi Pemanfaatan Asap Cair Kayu Karet sebagai Pengawet Pangan (<i>Juniaty Towaha dan Elsera Br Tarigan</i>)	23 - 33
Agroforestri Karet di Indonesia (<i>Dewi Nur Rokhmah dan Iing Sobari</i>)	35 - 44
Potensi Limbah Kulit Buah Kakao sebagai Pakan Ternak untuk Mendukung Usahatani Integrasi Kakao Ternak Kambing (<i>Juniaty Towaha</i>)	45 - 57

PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PERKEBUNAN
Indonesian Center for Estate Crops Research and Development
Bogor, Indonesia

PENGANTAR REDAKSI

Sirkuler Inovasi Tanaman Industri dan Penyegar (SIRINOV), Volume 5 Nomor 1, Desember 2017 menyajikan 5 artikel tentang potensi limbah kakao sebagai viabilitas kopi Arabika, peralatan benih unggul kakao, asap cair karet sebagai pengawet, agroforestri karet dan limbah kulit buah kakao sebagai pakan ternak.

Semoga SIRINOV ini dapat memberikan sumbangan yang nyata untuk pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di bidang perkebunan.

Redaksi

PENGARUH TINGKAT KEMATANGAN DAN PENYIMPANAN TERHADAP VIABILITAS BENIH KOPI ARABIKA

THE EFFECT OF MATURITY AND STORAGE TOWARD VIABILITY OF ARABICA COFFEE SEEDS

Iing Sobari, Sakiroh, dan Dewi Nur Rokhmah

Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar
Jl. Raya Pakuwon – Parungkuda km. 2 Sukabumi, 43357
Telp. (0266) 6542181, Faks. (0266) 6542087

ABSTRAK

Teknik perbenihan kopi Arabika mempunyai peranan penting dalam menentukan keberhasilan pertumbuhan dan produksi tanaman kopi di lahan. Benih kopi yang bermutu baik diperoleh dari buah kopi yang telah memasuki kriteria masak fisiologis dan disimpan dengan teknik yang tepat sehingga menghasilkan viabilitas yang baik. Buah kopi dipanen pada saat masih hijau memiliki kualitas fisiologis lebih rendah bila dibandingkan dengan benih dipanen pada saat warna merah dan kuning kehijauan. Viabilitas benih kopi lebih baik dihasilkan dari buah kopi yang berwarna merah dan diperlukan pengemasan terlebih dahulu sebelum disimpan. Pengemasan benih menggunakan aluminium foil dapat mempertahankan kadar air benih selama 5 bulan dan penyimpanan menggunakan kemasan *parchment* yang tahan air bisa meningkatkan viabilitas benih selama satu bulan yang disimpan pada suhu 10°C.

Kata kunci : Kematangan buah kopi, kualitas fisiologis, pengemasan, kadar air

ABSTRACT

The seedling technique of arabica coffee has an important role in determining the success of the coffee plant growth and production in fields. Good quality coffee seeds obtained from coffee that has entering proper physiological and storage criteria to produce good viability. Coffee berries harvested while green having the lower physiological quality than the seed harvested at red and greenish-yellow. The better viability of coffee seeds resulting from red coffee berries and packaging before stored. Seed packaging using aluminum foil can maintain the seeds water content for 5 months and storage use a waterproof parchment packaging can increase seed viability for one month stored at 10°C.

Keywords: Maturity of coffee berries, physiological quality, packaging, water content

PENDAHULUAN

Kopi merupakan salah satu komoditas perkebunan yang banyak diminati oleh masyarakat seluruh dunia. Di Indonesia, budi daya kopi merupakan salah satu mata pencaharian dan menjadi penopang kesejahteraan petani. Berdasarkan data tahun 2015, luas areal perusahaan kopi di Indonesia adalah 1.227.787 hektar (Ha) yang tersebar di 33 provinsi dengan total produksi sebanyak 637.539 ton biji kering. Pasokan produksi terbesar dari Sumatra Selatan yaitu mencapai 110.351 ton, sedangkan pemasok kedua terbesar adalah Lampung dengan produksi sebesar 110.318 ton, dan yang ketiga adalah Sumatra Utara dengan produksi mencapai 60.194 ton (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2016).

Jenis kopi yang diusahakan di Indonesia yaitu Robusta dan Arabika. Kopi yang paling banyak diusahakan petani pada tahun 2014 adalah kopi Robusta dengan luas areal sebesar 863,731 Ha sedangkan kopi Arabika hanya 319.932 Ha (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2015). Pangsa pasar kopi Arabika di Indonesia sekitar 75%, sedangkan kopi Robusta 25% dari total produksi. Kopi Arabika mempunyai kualitas cita rasa yang lebih baik dan kadar kafein lebih rendah dibandingkan kopi Robusta, sehingga harganya lebih tinggi.

Perbanyakan benih pada tanaman kopi umumnya dilakukan secara vegetatif, tetapi bukan berarti perbanyakan melalui biji tidak dianggap penting. Perbanyakan benih kopi melalui biji sering dilakukan, terutama untuk kopi Arabika yang umumnya menyerbuk sendiri (Hulupi, 2008). Keunggulan

perbanyak benih kopi melalui biji adalah dapat memproduksi benih dalam jumlah besar dengan periode waktu yang lebih singkat. Oleh karena itu, inovasi-inovasi teknologi yang berkaitan dengan masalah perbanyak tanaman kopi melalui biji, seperti penyediaan benih atau biji berkualitas, teknik dan uji perkecambahan yang baik dan cepat, dan penanganan benih setelah perkecambahan tetap diperlukan dan memegang peranan penting. Keberhasilan pertumbuhan dan produksi tanaman kopi di lapang sangat ditentukan oleh keberhasilan dalam penanganan pada fase perbenihannya (Sari, 2013).

Kendala dalam produksi benih kopi dengan biji adalah tidak serempaknya proses pembungaan dan perkembangan buah yang menyebabkan panen buah untuk keperluan benih harus dilakukan secara bertahap sesuai dengan tingkat kematangan buahnya. Lamanya proses pematangan kopi Arabika mulai matang pada umur 230-240 hari setelah anthesis (De Castro & Marraccini, 2006).

Periode viabilitas benih dibagi menjadi tiga, periode I merupakan periode dimana benih terbentuk dan berkembang sampai benih mencapai masak fisiologis, periode II merupakan periode dimana benih mengalami proses pengolahan dan penyimpanan dan periode III merupakan periode kritis karena laju penurunan vigor sangat tinggi, pada kondisi optimum viabilitas benih masih tinggi, tetapi viabilitas benih menurun secara tajam pada kondisi sub optimum (Sadjat, 1993).

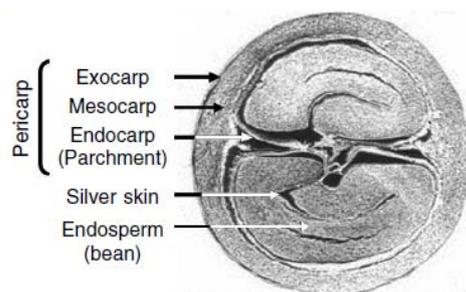
Tujuan dari tulisan ini adalah mengetahui tahap perkembangan buah kopi, pengaruh tingkat kematangan benih kopi terhadap perkecambahan dan viabilitas benih kopi Arabika dan cara pengemasan benih kopi yang sesuai. Pengemasan benih kopi ini bertujuan untuk melindungi benih dari faktor biotik dan abiotik, mempertahankan kemurnian benih baik secara fisik maupun genetik, serta memudahkan dalam penyimpanan dan pengangkutan.

SYARAT TUMBUH TANAMAN KOPI ARABIKA

Kopi Arabika tumbuh baik dengan citarasa yang bermutu pada ketinggian di atas 1000 m dpl. Curah hujan yang sesuai untuk kopi adalah 1500-2500 mm per tahun, dengan rata-rata bulan kering 1-3 bulan dan suhu rata-rata 15-25 derajat celsius dan pH tanah 5,3-6,0 (Prastowo, Karmawati, Rubiyo, Siswanto, Indrawanto, & Munarso, 2010).

TAHAPAN PERKEMBANGAN BUAH KOPI

Buah kopi matang adalah buah berbiji merah atau kuning untuk beberapa kultivar dan berisi dua biji, atau kadang-kadang tiga, yang bervariasi tergantung pada spesies dan kultivar. Varietas-varietas yang secara genetik memang memiliki karakter buah warna kuning, seperti varietas "Yellow Catura" atau "Yellow Catuai" akan tetap berwarna kuning sampai pada tahap pematangan buahnya (Bittenbender & Smith, 2008). Adapun bagian buah kopi terdiri atas 4 bagian yaitu lapisan kulit luar (*exocarp*), daging buah (*mesocarp*), kulit tanduk (*parchment*), dan biji (*endosperm*) dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagian buah *Coffea* sp. yang telah matang (220-250 hari setelah berbunga) (De Castro & Marraccini, 2006)

Figure 1. Part of *Coffea* sp. mature berries (220-250 days after flowering) (De Castro & Marraccini, 2006)

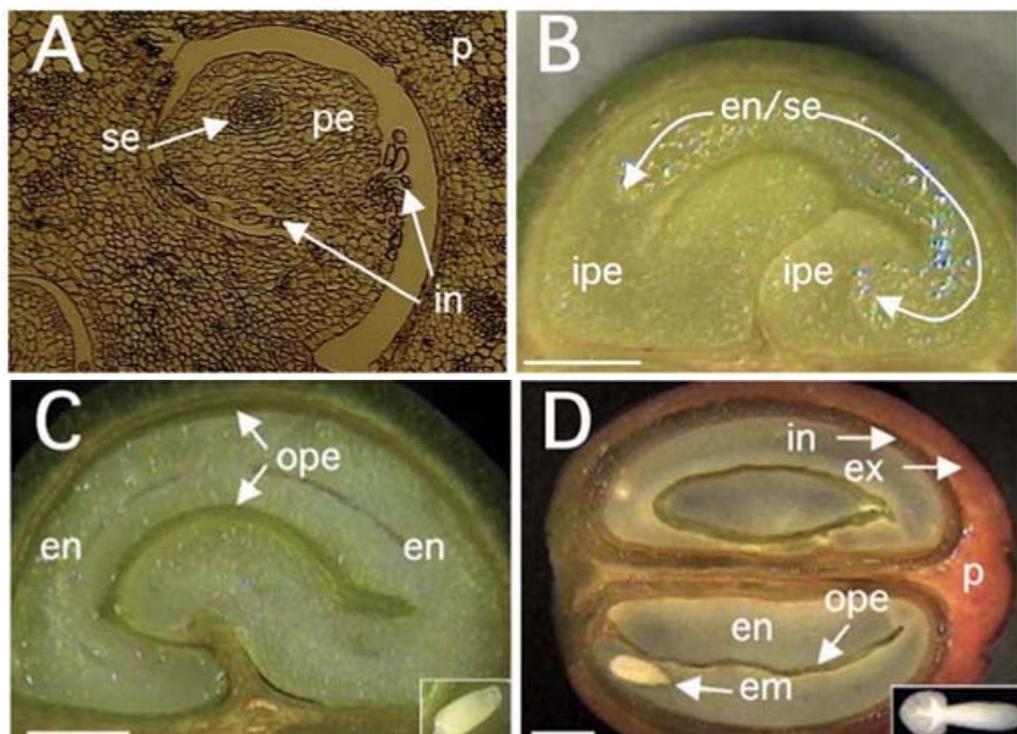
Genetik kopi Arabika adalah tetraploid ($2n = 4x = 44$ kromosom), yang berasal dari *C. canephora* dan *C. Eugenioides* (Lashermes et al.

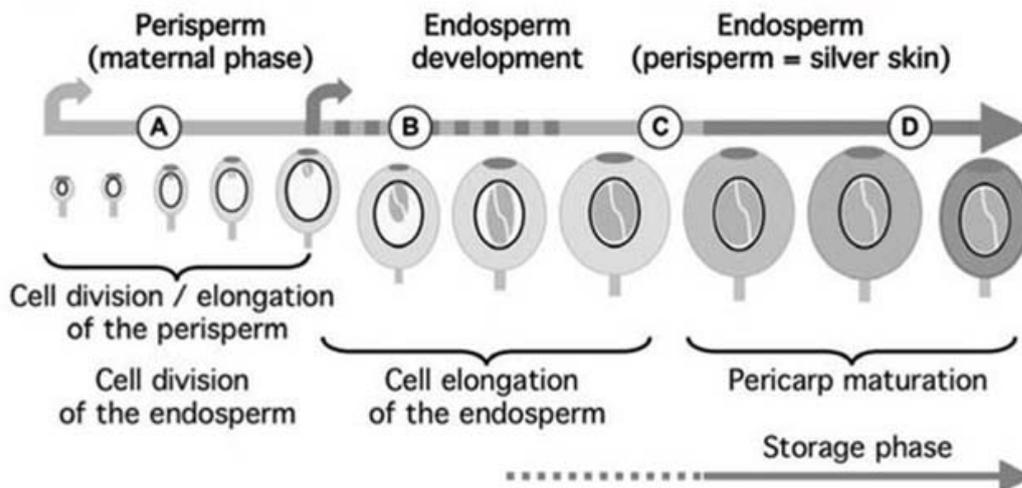
dalam De Castro & Marraccini, 2006). Ini berbeda dengan jenis lainnya dalam genus *Coffea* yang seluruhnya merupakan tipe diploid ($2n=2x=22$) (Pinto-Maglio, 2006).

Dalam genus *Coffea*, tahap perkembangan buah dari mulai bunga mekar sampai buah matang yaitu 10-12 minggu, seperti kopi *C. racemosa* dan *pseudozanguebariae*, untuk *C. Arabika* membutuhkan waktu 6-8 bulan sampai dipanen, *C. canephora* membutuhkan waktu 9-11 bulan, dan ada juga yang lebih dari satu tahun *C. liberica*, (Cannell, 1985). Tahapan perkembangan buah kopi Arabika diawali setelah bunga kopi mekar (*anthesis*) dan terjadi pembuahan sel jantan dan sel telur membentuk gamet pada bakal biji (*ovule*) dalam bakal buah (*ovary*). Pertumbuhan dan perkembangan buah kopi Arabika terlihat jelas mulai 6-8 minggu setelah mekarnya bunga (Rahardjo, 2017)

Tahap perkembangan buah kopi Arabika dari berbunga sampai matang (Gambar 2). Gambar 2A memperlihatkan ovarium setelah bunga mekar 0-60 hari setelah berbunga (HSB) yang menunjukkan pertumbuhan jaringan perisperma (pe), integumen (in) dan kantung

embrio muda (se) yang selanjutnya akan berkembang menjadi endosperm (en). Lapisan sel dari pericarp (p) juga ditunjukkan di Gambar A (x 60). Gambar 2B memperlihatkan bagian transversal buah yang belum matang pada 90 HSB menunjukkan pericarp (p) dan jaringan endosperm cair (en), juga disebut sebagai "benih sejati" (se), yang tumbuh (panah) menyerap di pusat dalam jaringan perisperma (ipe). Gambar 2C memperlihatkan bagian transversal buah yang belum matang antara 120-150 HSB yang menunjukkan lapisan luar perisperma (ope) menutup cairan endosperm yang telah menyerupai susu. Gambar 2D memperlihatkan bagian longitudinal dari buah matang berwarna merah pada 230-240 HSB yang menunjukkan perkembangan dua biji matang menutup dengan satu embrio kotiledon matang (em) dalam endosperm padat (pojok kanan). Internal (in) dan eksternal (ex) bagian dari mesocarp tersebut juga ditunjukkan pada Gambar 2D. Panah dari B ke D mewakili 2 mm. Di bawah gambar merupakan skema grafik perubahan jaringan yang terjadi selama perkembangan buah kopi.





Gambar 2. Tahap perkembangan buah kopi dari berbunga sampai matang (De Castro & Marraccini, 2006)

Figure 2. The stage of coffee fruit from flowering to ripe (De Castro & Marraccini, 2006)

Hasil penelitian Randriani & Dani (2012) di wilayah Lampung Barat pada buah yang tingkat kematangannya berwarna merah dengan jenis Robusta, Liberika, dan genotipe-genotipe yang

diduga hibrida alami Robusta-Liberika, apabila diiris secara melintang, akan terlihat kopi yang menyerupai tipe Liberika memiliki kulit buah yang relatif tebal (Gambar 3).

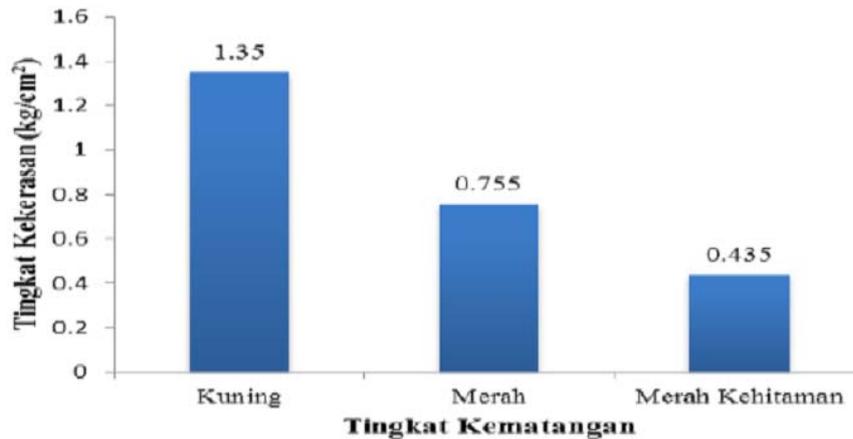


Gambar 3. Penampang melintang buah kopi dari beberapa genotipe: (a) jenis Robusta, (b) jenis Liberika, (c-e) tipe-tipe baru yang diduga merupakan hasil persilangan alami antara jenis Liberika dan Robusta. (Randriani & Dani, 2012)

Figure 3. Cross section of coffee fruit from several genotypes: (a) Robusta type, (b) Liberica type, (c-e) a new types that thought to be the result of natural crossing between Liberica and Robusta. (Randriani & Dani, 2012)

Menurut Ifmalinda *et al.* (2014) tingkat kekerasan daging buah mengalami penurunan dengan semakin bertambahnya tingkat

kematangan (tingkat warna) seperti pada Gambar 4.

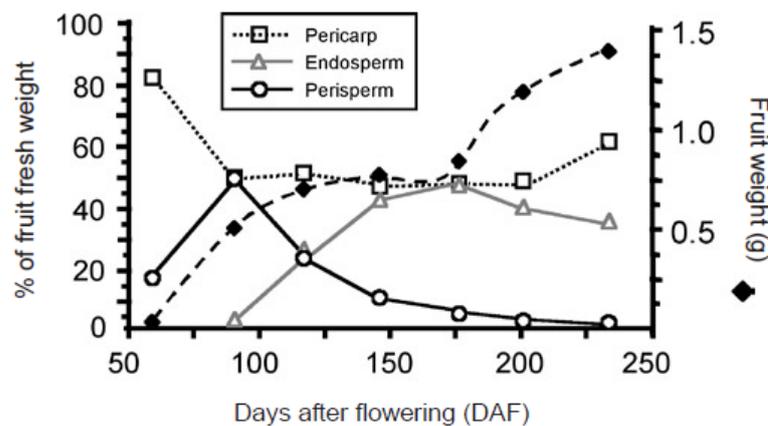


Gambar 4. Kekerasan daging buah kopi Arabika berdasarkan tingkat kematangan
Figure 4. The rigor of Arabica coffee fruit pulp based on the maturity level

Perubahan warna buah kopi mulai hijau sampai menjadi merah merupakan informasi penting sebagai salah satu kriteria tingkat kematangan buah, apabila tidak tersedia informasi lainnya tentang kriteria kematangan secara fisiologi dan biokimia yang terjadi pada pericarp dan endosperm (Mendes *et al.* dalam Baliza *et al.*, 2012).

Menurut De Castro & Marraccini (2006) berat buah pada umur 50 hari setelah berbunga

(HSB) memiliki berat buah masih rendah dan setelah 250 hari berbunga berat buah meningkat. Sedangkan persentase berat segar perisperm mengalami peningkatan pada umur \pm 87 HSB, kemudian selanjutnya terjadi penurunan sampai 250 HSB, hal ini disebabkan pada fase pematangan buah perisperm selanjutnya akan berkembang menjadi endosperm (Gambar 5).



Gambar 5. Perkembangan berat segar dari jaringan (pericarp, endosperm dan perisperm) selama perkembangan buah *C. arabica* var. Iapar 59. (Geromel *et al.* dalam De Castro & Marraccini, 2006)

Figure 5 Development of tissue fresh weight (pericarp, endosperm and perisperm) during fruit development C. arabica var. Iapar 59. (Geromel et al. inside De Castro & Marraccini, 2006)

Kadar total padatan terlarut, gula, kafein dan pH meningkat dengan bertambahnya kematangan buah. Sedangkan protein

meningkat pada tingkat kematangan merah dan sebaliknya kadar lemak menurun pada tingkat kematangan merah (Tabel 1).

Tabel 1. Kadar total padatan terlarut, protein, gula, lemak, kafein dan pH dalam kopi Arabika pada tingkat kematangan yang berbeda

Table 1. The Total levels of dissolved solids, protein, sugar, fat, caffeine and pH in Arabica coffee at different levels of maturity

Kandungan kimia	Tingkat kematangan		
	Kuning	Merah	Merah Kehitaman
Total padatan terlarut (Brixs)	12,1	15,9	18,6
Protein (%)	9,57	9,61	9,48
Gula (%)	1,428	1,652	2,074
Lemak (%)	8,2	7,8	8,5
Kafein (%)	0,62	0,65	0,7
pH	5,3	5,5	5,7

Perbedaan warna buah kopi hasil panen terhadap perkecambahan

Pada proses produksi benih kopi secara komersial, direkomendasikan untuk memanen buah yang telah matang penuh yaitu pada tahap warna buah merah (tingkat *cherry*) (Mendes *et al.* dalam Baliza *et al.*, 2012). Hal ini karena buah dengan kriteria tersebut dapat menghasilkan nilai perkecambahan dan vigor benih yang lebih baik dibandingkan dengan warna buah kuning kehijauan (da Rosa *et al.*, 2011). Menurut Mayer & Myber dalam Ichsan, Hereri, & Budiarti (2013) tingkat kematangan benih mempengaruhi daya

berkecambah dan kecepatan tumbuh. Benih yang dipanen sebelum masak fisiologis belum memiliki cadangan makanan yang cukup dan embrionya belum sempurna.

Pengujian terhadap persentase bibit normal kopi Arabika, cv. Acaia Cerrado MG-1474 pada tingkat cahaya yang berbeda dilakukan oleh Baliza *et al.* (2012) hasil pengujian memperlihatkan buah warna merah menghasilkan persentase bibit normal lebih tinggi dibandingkan warna hijau-kekuningan dan hijau pada semua tingkat radiasi cahaya (Tabel 3).

Tabel 3. Persentase bibit normal pada tiga jenis biji kopi dengan tingkat kematangan yang berbeda yang diproduksi dalam kondisi tiga tingkat cahaya yang berbeda

Table 3. Percentage of normal seeds of three coffee types in different mature level that produced in three different level of light

Tingkat radiasi cahaya	Warna buah panen		
	Merah	Hijau-kekuningan	Hijau
Cahaya penuh	96 aA ⁽¹⁾	41 bB	6 cC
35% naungan	97 aA	53 aB	29 aC
50% naungan	94 aA	49 aB	21 bC

⁽¹⁾ Rata-rata diikuti oleh huruf kecil yang sama pada baris dan huruf kapital di kolom tidak berbeda nyata dengan uji Tukey 5%.

⁽¹⁾ Numbers followed by the same letter in the same row and capital letter in the same column are not significantly different according to Tukey test 5%.

Sumber/source : Baliza *et al.* (2012)

Buah dipanen pada tahap masih hijau memiliki kualitas fisiologis paling rendah bila dibandingkan dengan buah pada tahap warna merah dan kuning kehijauan. Benih kopi yang

diperoleh dari buah warna hijau pada populasi tanaman dengan tingkat naungan 35 dan 50% menghasilkan persentase *radicle* dan kecambah normal yang lebih tinggi dibandingkan panen

buah hijau dari populasi tanpa naungan /cahaya matahari penuh (Baliza *et al.*, 2012).

Begitu pula menurut penelitian Ichsan *et al.* (2013) pada kopi Arabika varietas Gayo 1, daya berkecambah, kecepatan tumbuh, dan keserempakan tumbuh benih dipengaruhi oleh warna buah dan ukuran benih. Viabilitas benih tertinggi dijumpai pada benih yang berasal dari buah berwarna merah cerah dengan ukuran benih kecil. Hal ini karena aktivitas enzim superoxide dismutase pada hasil panen buah berwarna merah lebih tinggi dibanding dengan buah yang masih hijau (Baliza *et al.*, 2012). Enzim superoxide salah satu enzim yang paling penting dari sistem pertahanan ketika dikaitkan dengan jalur peristiwa yang diperlukan untuk mencegah radikal bebas atau bentuk reaktif oksigen (Alscher *et al.*, 2002). Maka untuk produksi benih kopi Arabika direkomendasikan untuk panen buah yang telah matang penuh yaitu pada tahap warna buah merah (tingkat *cherry*), karena buah yang dipanen dengan kriteria tersebut dapat menghasilkan nilai perkecambahan dan vigor benih yang lebih baik dibandingkan warna buah kuning-kehijauan (Rosa *et al.*, 2010).

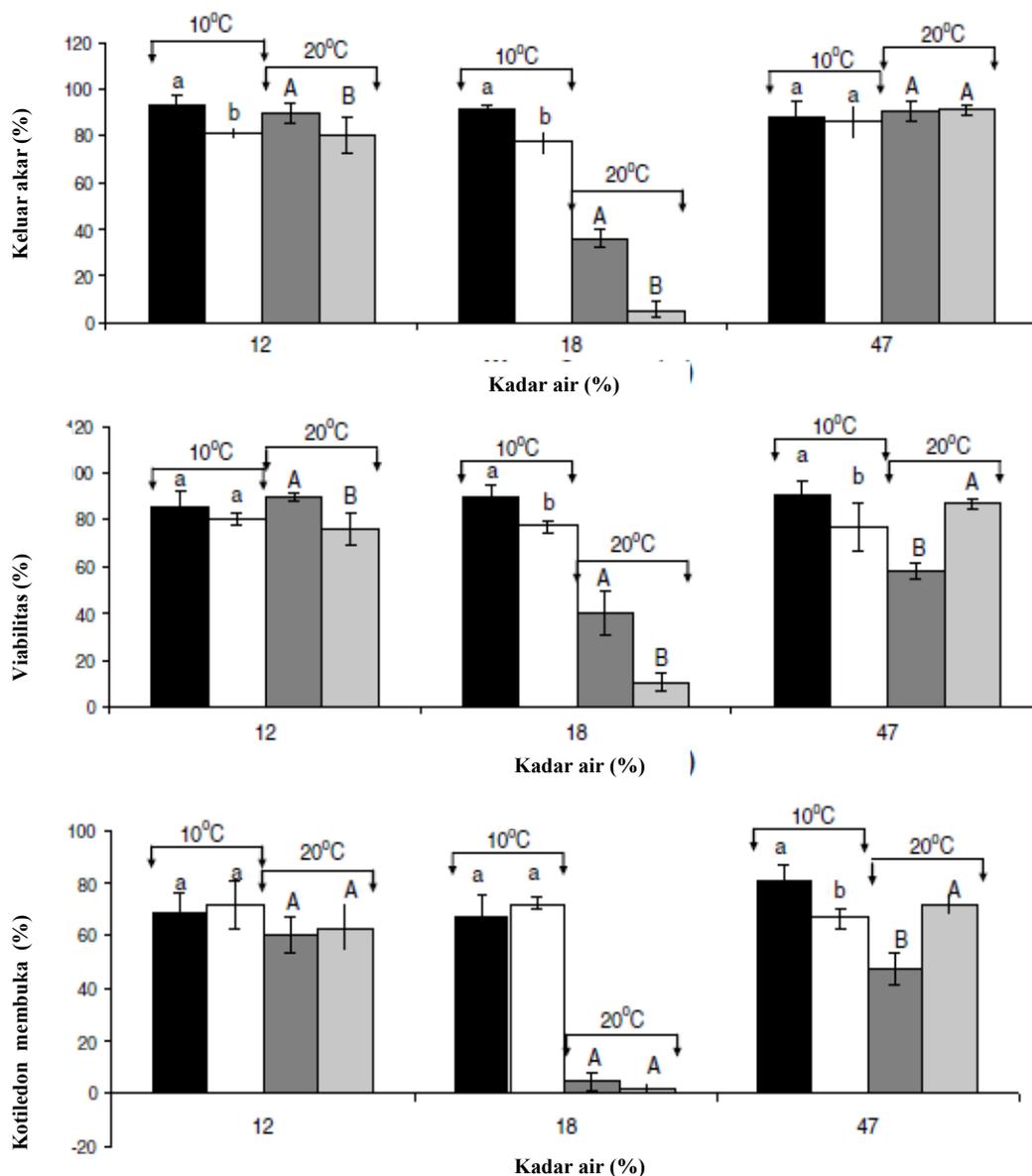
Penyimpanan benih kopi Arabika

Benih yang telah dipanen biasanya tidak langsung ditanam. Setelah pemanenan dan pengolahan kadangkala benih harus disimpan selama beberapa hari, minggu, bulan bahkan bertahun-tahun. Beberapa faktor yang menentukan tingkat daya simpan benih kopi adalah viabilitas awal benih, tingkat pematangan buah saat panen, kadar air benih, cara pengemasan, lama penyimpanan, kelembaban dan suhu tempat penyimpanan. Benih yang mempunyai viabilitas awal tinggi akan memiliki daya simpan lebih baik dibandingkan dengan benih yang mempunyai viabilitas awal rendah (Widjayanti *et al.*, 2013). Benih kopi Arabika yang disimpan selama 9 bulan dari buah dengan tahap pematangan hijau-kekuningan memiliki mutu fisiologis yang lebih rendah dibandingkan padabuah dengan tahap pematangan merah dan terjadi penurunan mutu benih pada benih yang disimpan dengan kadar air 18% pada suhu 20°C (da Rosa *et al.*,

2011). Suhu penyimpanan 10°C untuk benih kopi Arabika dengan tingkat kematangan hijau-kekuningan dan merah yang disimpan dengan kadar air 12% memiliki viabilitas dan membuka kotiledon yang sama (Gambar 5).

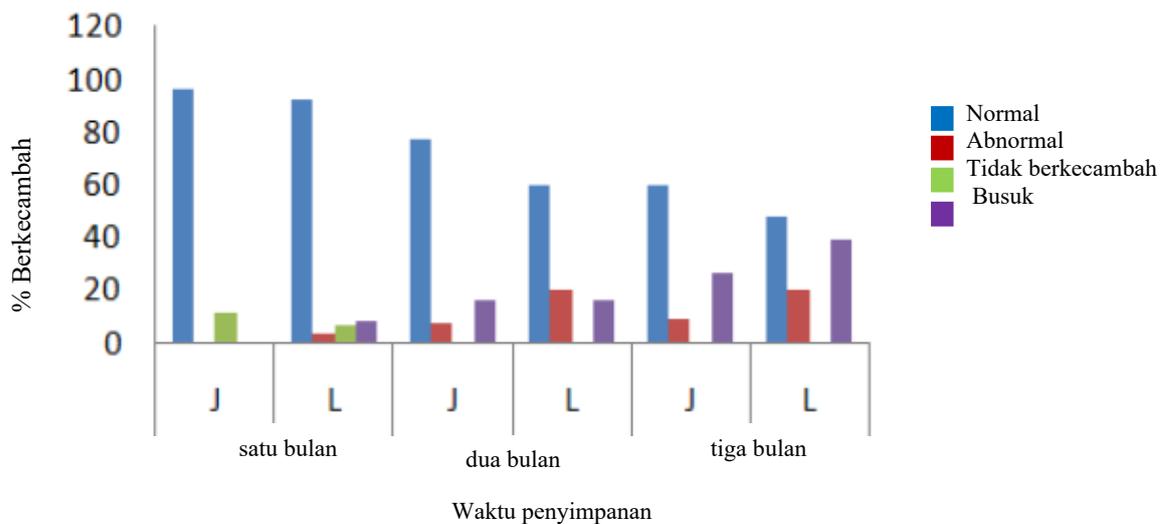
Pada penelitian Rosa *et al.* (2010) benih yang bermutu baik dinilai sebelum dan sesudah penyimpanan sembilan bulan. Benih kopi Arabika berwarna merah setelah penyimpanan 9 bulan pada suhu 10°C pada kadar air 47% masih menghasilkan benih yang berkualitas baik. Bibit yang ditanam dari benih dengan kadar air 12% dan 47% dari benih hijau-kekuningan memiliki luas daun lima kali lebih kecil, tinggi batang tiga kali lebih pendek, dan memiliki pasangan daun 1,7 kali lebih sedikit dari daun sejati dari bibit kopi yang dihasilkan dari benih yang tidak disimpan (segar-

Hasil penelitian Humberto & Goldbach (1980) penyimpanan benih kopi Arabika, 'Caturra', pada suhu 10°C dengan kemasan *gas-proof foil packets* (aluminium foil), dengan kadar air 43% selama lima bulan mempunyai viabilitas benih 74%. Pada kadar air 31% dan 36% yang di simpan pada suhu 10°C terjadi penurunan pada mutu benih. Benih disimpan selama 6 bulan tanpa dikemas yang disimpan pada suhu 10°C dengan kelembaban relatif (RH) 70% sampai 90%, dengan kadar air benih 15% dan 23%, mempunyai mutu benih yang baik dengan daya berkecambah 84 dan 92%; sedangkan, sebagian benih mengalami kematian pada RH 50% dan kadar air 9%. Benih kopi Arabika termasuk benih *intermediate* memiliki karakter benih yang dapat diturunkan kadar airnya hingga 10% tetapi akan menurunkan viabilitas benih (Widjayanti *et al.*, 2013). Hal ini sama dengan hasil penelitian Anteneh, Atilaw, & Kufa (2014) viabilitas benih kopi semakin rendah, yang disimpan selama tiga bulan dengan kemasan *parchment* yang tahan air dengan suhu 10°C (Gambar 6).



Gambar 6. Perbandingan pematangan buah antara warna merah (■) dan hijau-kekuningan (□) pada kadar air (12, 18 dan 47%) dan suhu penyimpanan (10 dan 20°C). Benih bermutu fisiologis dinilai setelah sembilan bulan penyimpanan, dan hasilnya dari tiga arah ANOVA. Kasus yang lebih rendah digunakan untuk membandingkan dalam waktu 10°C dan yang atas dalam 20°C. Rata-rata diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda secara signifikan pada $P = 0,05$ menurut uji Scott Knott. Embrapa / UFLA / OSU, 2008 (da Rosa et al., 2011).

Figure 6. Comparison of fruit maturity between red (■) and yellowish-green (□) colour at water content (12, 18 dan 47%) and storage temperature (10 dan 20°C). Physiological quality of seeds was assessed after nine months of storage, and the results were from three ways ANOVA. The lower case is used to compare within 10°C and the upper one in 20°C. The mean numbers followed by the same letter are not significantly different at P value = 0,05 according to Scott Knott test. Embrapa / UFLA / OSU, 2008 (da Rosa et al., 2011).



Gambar 7. Daya berkecambah kopi Arabika yang disimpan selama 3 bulan pada suhu 10°C. Benih J = benih dari JARC dan L = benih dari perkebunan kopi Limmu.

Figure 7. The germination of Arabica Coffee stored during 3 months at 10°C temperature. J Seeds = the seed of JARC and L = seeds from Limmu coffee plantation.

Sumber/source : Anteneh *et al.* (2014)

Viabilitas benih dipengaruhi oleh tahap pematangan biji kopi antara hijau-kekuningan dan merah, cara pengemasan benih, kadar air, suhu dan kelembaban serta lamanya penyimpanan. Viabilitas benih kopi Arabika bisa disimpan sampai 6 bulan dengan mengatur suhu 10°C dan kelembaban 70%-90% diruang penyimpanan.

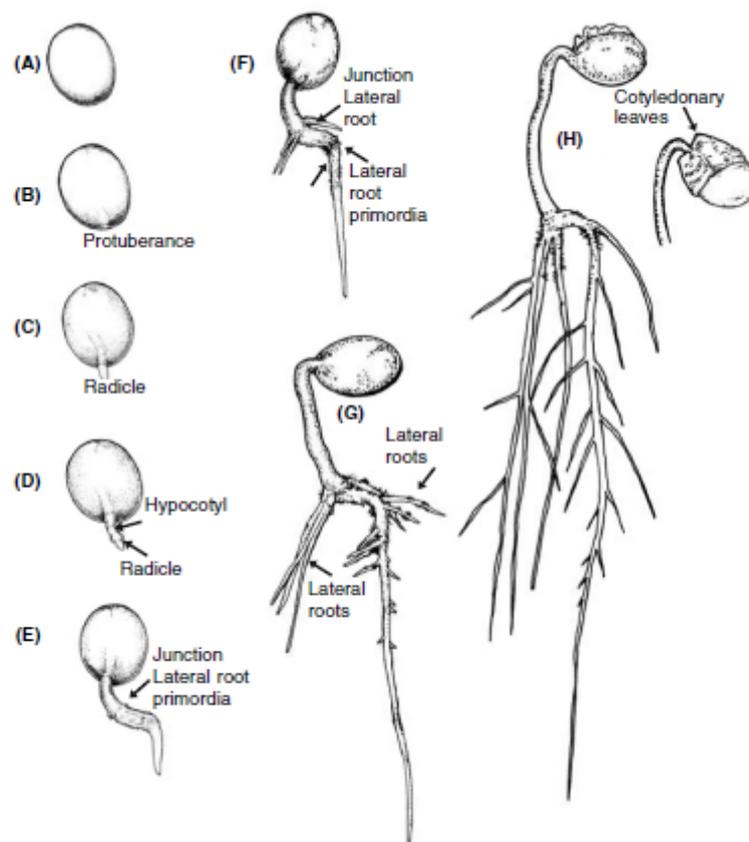
Proses Perkecambahan Benih Kopi

Perkecambahan benih secara morfologi adalah perubahan bentuk dari embrio menjadi kecambah, sedangkan secara fisiologis perkecambahan benih adalah dimulainya kembali proses metabolisme dan pertumbuhan struktur penting embrio yang tadinya tertunda dengan ditandai munculnya struktur tersebut menembus kulit benih. Perkecambahan secara biokimia merupakan rangkaian perubahan

lintasan-lintasan oksidatif dan biosintesis (Widjayanti *et al.*, 2013). Uji daya perkecambahan pada benih kopi bertujuan untuk mengetahui mutu benih kopi sebelum ditanam.

Tahapan pertumbuhan bibit kopi Arabika ada delapan tahap embrio atau pertumbuhan bibit, ditandai berdasarkan pertama pada perubahan selama proses perkecambahan dari biji imbibisi sampai benih berkecambah dan kedua dari perkecambahan sampai kecambah memiliki daun kotiledon terbuka. Fase ini dirangkum dalam Gambar 9 menurut tahap indeks, tahap morfologi, deskripsi dari setiap tahap, dan rata-rata waktu (hari).

Uraian berikut merupakan ringkasan perubahan morfologi benih kopi dari imbibisi sampai kecambah memiliki daun kotiledon terbuka dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 8. Tahap pertumbuhan bibit kopi Arabika (Rosa *et al.*, 2010)
Figure 8. Stages of *Coffea Arabica* development (Rosa *et al.*, 2010)

Gambar 8 menjelaskan tahap-tahap pertumbuhan bibit kopi Arabika, yaitu: (A) imbibisi 1: imbibisi benih yaitu masuknya air kedalam biji, rata-rata 3 hari setelah tanam (HST); (B) imbibisi 2: terlihat tonjolan di ujung endosperm pada umur 5 HST; (C) benih berkecambah setelah muncul radikula pada umur 7 HST; (D) bibit 1: radikula memiliki bentuk seperti panah dan diikuti munculnya hipokotil pada umur 9 HST; (E) bibit 2: munculnya akar primordia di persimpangan antara hipokotil dan akar primer pada umur 12 HST; (F) bibit 3: pertumbuhan akar lateral, primordia akar dan akar rambut pada permukaan akar primer pada umur 15 HST; (G) bibit 4: dicirikan tumbuhnya akar primer dan akar lateral pada umur 20-30 HST; (H) bibit 5: daun kotiledon sudah membuka pada umur 45 HST (Rosa *et al.*, 2010).

Menurut Huang *et al.* (2014) dan Brasil (2009) perkecambahan benih dipengaruhi oleh suhu, suhu 10°C dan 15°C mengakibatkan daya

berkecambah lebih rendah 60%, sedangkan suhu 20°C, 25°C, dan 30°C adalah suhu optimum untuk perkecambahan benih kopi Arabika varietas Blue mountain 1, Catimor 7963, dan Jamaika, dengan daya kecambah masing-masing 93%, 87%, dan 98%.

PENUTUP

Buah yang dipanen ketika masih hijau memiliki kualitas fisiologis paling rendah bila dibandingkan dengan benih dipanen pada tahap warna merah dan kuning kehijauan. Daya simpan benih kopi dipengaruhi tingkat pematangan buah saat panen, kadar air benih, cara pengemasan, lama penyimpanan, kelembaban, dan suhu tempat penyimpanan. Benih kopi Arabika yang berasal dari buah warna merah memiliki viabilitas lebih baik dan kondisi masih tetap baik sampai masa simpan 6 bulan dengan pengemasan yang baik pada suhu 10°C dan kelembaban 70%-90%. Cara

pengemasan benih yang baik adalah menggunakan aluminium foil dan kemasan *parchment* yang tahan air. Uji daya berkecambah kopi Arabika dapat dilaksanakan 30 atau 45 hari setelah perkecambahan, bibit yang normal menunjukkan kondisi benih yang sehat, dengan endosperm normal dan tidak terinfeksi, hipokotil normal dengan sistem akar primer yang memiliki akar primer dan lateral. Suhu yang optimal untuk perkecambahan kopi adalah 20-30°C.

DAFTAR PUSTAKA

- Humberto, A. V., & Goldbach, H. (1980). Storage of coffee (*Coffea arabica* L.) seed. *Journal of Seed Technology*, 5 (2), 7-13.
- Alscher, R. G., Erturk, N. & Health, L. S. (2002). Role of superoxide dismutases (SODs) in controlling oxidative stress in plants. *Journal of Experimental Botany*, 53 (372), 1331-1341.
- Anteneh, M., Atilaw, A., & Kufa, T. (2014). Investigation of coffee seed physical purity, seed health and effect of storage time on viability. *Malaysian Journal of Medical and Biological Research*, 1 (2), 86-97.
- Baliza, D. P., Caixeta F., Von Pinho E. V. R., da Cunha R. L., Martins D. Z., & da Rosa S. D. V. F. (2012). Physiological quality of coffee seeds produced under different levels of solar radiation and maturation stages. *Rev. Bras.de Sementes* 34, (3), 416-432.
- Bittenbender, H. C., & Smith, V. A. (2008). Growing coffee in Hawaii. Revised Edition. College of Tropical Agriculture and Human Resources. University of Hawai'i Mānoa. 40 p.
- Brasil. (1992). Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Regras para Análise de Sementes. Brasília, DF. 365 p.
- Cannell, M. G. R. (1985). Physiology of the coffee crop. In *Coffee* (pp. 108-134).
- De Castro, D. R., & P. Marraccini. (2006). Cytology, biochemistry and molecular changes during coffee fruit development. *Braz. J. Plant Physiol*, 18(1),175-199.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. (2015). *Statistik perkebunan Indonesia kopi 2014-2016*. Jakarta: Kementerian Pertanian.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. (2016). *Statistik perkebunan Indonesia kopi 2015-2017*. Jakarta: Kementerian Pertanian.
- Huang, Y., Lan, Q. Y., Hua, Y., Luo, Y. L., & Wang, X.F. (2014). Desiccation and storage studies on three cultivars of Arabica coffee. *Seed Sci. & Technol.*, 42, 60-67.
- Hulupi, R. (2008). Pemuliaan ketahanan tanaman kopi terhadap nematoda parasit. *Review Penelitian Kopi dan Kakao*, 24(1), 16-34.
- Ichsan, C. N., Hereri A. I., & Budiarti L. (2013). Kajian warna buah dan ukuran benih terhadap viabilitas benih kopi Arabika (*Coffea arabica* L.) varietas Gayo 1. *J.Floratek*, 8, 110 - 117
- Ifmalinda, Setiasih, I. S., Nurjanah S., & Muhaemin, M. (2014). Kajian karakteristik sifat fisiko kimia kopi Arabika pada berbagai tingkat kematangan. Prosiding Seminar dan Loka karya Nasional FKT-TPI. <http://respository.unri.ac.id/>
- Pinto-Maglio, C. A. F. (2006). Cytogenetics of coffee. *Minireview. Braz. J. Plant Physiol*, 18 (1), 37-44.
- Prastowo, B., Karmawati, E., Rubiyo, Siswanto, Indrawanto, C., & Munarso, S. J. (2010). *Budidaya dan pasca panen kopi*. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan.
- Rahardjo, P. (2012). *Panduan budi daya dan pengolahan kopi Arabika dan Robusta*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Randriani, E., & Dani. (2012). Persilangan alami kopi. In Rubiyo, Syafaruddin, Martono, B., Harni, R., Daras, U., & Wardiana, E. (Ed.), *Bunga Rampai Inovasi Teknologi Tanaman Kopi untuk Perkebunan Rakyat* (pp. 31-34). Sukabumi: Unit Penerbitan dan Publikasi Balittri.
- Rosa, S. D. V. F., McDonald M. B., Veiga A. D., Vilela F. de L., and Ferreira I. A.

- (2010). Staging coffee seedling growth: A rationale for shortening the coffee seed germination test. *Seed Sci. & Technol.* 38, 421-431.
- da Rosa, S. D. V. F., Carvalho, A. M., McDonald, M. B., Von Pinho, E. R. V., Silva, A. P., & Veiga, A. D. (2011). The effect of storage conditions on coffee seed and seedling quality. *Seed Sci. & Technol.* 39, 151-164.
- Sadjat, S. (1993). *Dari benih kepada benih*. Jakarta: Grasindo
- Sari, D. I. (2013). *Perlakuan pemecahan dormansi benih pada perkecambahan kopi*. Retrived from <http://ditjenbun.pertanian.go.id/>
- Widjayanti, E., Murniati, E., Palupi, E. R., Kartika, T., Suhartono, M. R., & Qadir, A. (2013). *Dasar ilmu dan teknologi benih*. Bogor: IPB pers.

PERAKITAN DAN PERBANYAKAN BENIH UNGGUL UNTUK MENDUKUNG PENINGKATAN PRODUKSI KAKAO NASIONAL

UTILIZATION OF SEEDS FROM SUPERIOR VARIETY TO IMPROVE THE EFFICIENCY OF NATIONAL CACAO PRODUCTION

Enny Randriani dan Dani

Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar
Jl. Raya Pakuwon – Parungkuda km. 2 Sukabumi, 43357
Telp. (0266) 6542181, Faks. (0266) 6542087
ennyrandriani@gmail.com

ABSTRAK

Kakao (*Theobroma cacao* L.) merupakan salah satu komoditas perkebunan yang berperan cukup penting bagi perekonomian nasional, khususnya sebagai penyedia lapangan pekerjaan, sumber pendapatan petani, sumber bahan baku industri dalam negeri, dan sebagai penghasil devisa negara. Bahan tanaman unggul diperlukan dalam upaya meningkatkan produktivitas dan kualitas kakao Indonesia sehingga mampu bersaing di pasar internasional. Program pemuliaan tanaman kakao untuk merakit varietas unggul baru dapat dilaksanakan melalui pendekatan konvensional maupun bioteknologi. Pemuliaan tanaman kakao secara konvensional melalui persilangan antar genotipe maupun seleksi klon lokal saat ini masih banyak dilakukan dengan bantuan penanda molekuler untuk mempercepat proses seleksi. Varietas unggul yang dihasilkan selanjutnya dikembangkan melalui teknik perbanyak tanaman kakao baik secara generatif, vegetatif, maupun secara *in vitro*.

Kata kunci : *Theobroma cacao*, benih unggul, hibridisasi, marka molekuler, perbaikan genetik

ABSTRACT

Cocoa (Theobroma cacao L.) is one of the plantation commodities that plays an important role in the national economy, especially as a provider of employment, sources of farmer income, sources of industrial raw materials in the country, and as a producer of foreign exchange. Superior plant material is needed in an effort to improve the productivity and quality of Indonesian cocoa so that they are able to compete in the international market. Cacao plant breeding programs to assemble superior varieties can be implemented through conventional approaches and biotechnology. Conventional cocoa breeding through cross-breeding between genotypes and selection of local clones is still mostly done with the help of molecular markers to speed up the selection process. The superior varieties produced are further developed through cacao propagation techniques both generatively, vegetatively, and in vitro.

Keywords : Theobroma cacao, hybridization, molecular marker, superior seeds, genetic improvement

PENDAHULUAN

Kakao (*Theobroma cacao* L.) merupakan salah satu komoditas perkebunan yang berperan cukup penting bagi perekonomian nasional khususnya sebagai penyedia lapangan pekerjaan, sumber pendapatan petani, sumber bahan baku industri dalam negeri, sebagai penghasil devisa negara juga menjadi tanaman pelestari lingkungan hidup, disamping itu kakao juga berperan dalam

mendorong pengembangan wilayah dan pengembangan agroindustri (Badan Litbang Pertanian, 2007). Komoditi kakao merupakan komoditas strategis bagi masyarakat pedesaan di Indonesia, karena mampu memberi penghidupan terhadap sekitar 1.726.359 kepala keluarga pada tahun 2016, disamping itu lebih dari 90 % dari luas areal tanaman kakao di Indonesia (1.720.773 hektar) merupakan perkebunan rakyat (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2016).

Indonesia merupakan penghasil kakao terbesar ketiga di dunia setelah Pantai Gading dan Ghana (Rubiyono, 2012). Volume ekspor kakao Indonesia tahun 2013-2016 berfluktuasi. Total volume ekspor kakao pada tahun 2013 mencapai 414,09 ribu ton, senilai US\$ 1,13 milyar. Pada tahun 2016 total volume ekspor kakao berkurang menjadi 330,029 ribu ton, senilai US\$ 1.239.580. Tujuan ekspor kakao Indonesia mencakup negara-negara di Asia, Amerika, Eropa, Afrika, dan Australia. Lima besar negara pengimpor kakao asal Indonesia adalah Malaysia, Amerika, Cina, India, dan Belanda (Badan Pusat Statistik, 2017).

Di sisi lain, produktivitas kakao nasional masih tergolong rendah. Menurut Suhendi (2008), terdapat beberapa faktor yang menyebabkan rendahnya produktivitas kakao, yaitu serangan hama dan penyakit, anomali iklim, tajuk tanaman rusak, populasi tanaman berkurang, teknologi budidaya yang masih sederhana, penggunaan bahan tanam yang mutunya kurang baik, serta umur tanaman sudah cukup tua sehingga kurang produktif. Hasil penelitian Zaenudin & Baon (2004), menunjukkan bahwa produktivitas tanaman kakao mulai menurun setelah umur 15 - 20 tahun. Tanaman tersebut umumnya memiliki produktivitas yang hanya tinggal setengah dari potensi produktivitasnya.

Hal tersebut di atas harus cepat diatasi mengingat permintaan dunia terhadap biji kakao terus meningkat setiap tahunnya, terutama dari Amerika Serikat dan negara-negara Eropa Barat. Indonesia sebagai salah satu produsen perlu memanfaatkan peluang tersebut untuk meningkatkan devisa negara dengan meningkatkan ekspor biji kakao, peluang besar ekspor kakao Indonesia relatif masih terbuka. Beberapa hasil studi menunjukkan bahwa daya saing produk kakao Indonesia, khususnya biji kakao masih baik sehingga Indonesia masih mempunyai peluang untuk meningkatkan ekspor dan mengembangkan pasar domestik. Mutu hasil biji kakao yang dikehendaki konsumen terutama adalah yang lemaknya tinggi ($\pm 55\%$)

dan berat per biji keringnya ± 1 g (Iswanto & Winarno, 1992).

Seiring dengan peningkatan permintaan pasar terhadap biji kakao, maka upaya peningkatan produksi kakao perlu terus dilakukan untuk dapat memenuhi tuntutan pasar. Hingga kini lebih dari seratus klon kakao telah dikembangkan di berbagai sentra produksi kakao di Indonesia, baik melalui perkebunan rakyat maupun yang dikelola oleh pemerintah dan swasta. Namun demikian upaya pengembangannya masih menemui berbagai kendala, antara lain serangan hama dan penyakit yang dapat langsung menurunkan kualitas serta kuantitas produksi biji kakao (Susila, 1996). Mutu hasil yang rendah dapat menurunkan nilai jual produk biji kakao (Iswanto & Winarno, 1992).

Berbagai penyakit yang disebabkan oleh patogen dapat ditemukan pada tanaman kakao, salah satunya adalah penyakit busuk buah (*black pod*) yang disebabkan oleh *Phytophthora palmivora*. Penyakit busuk buah ini menyebabkan kerugian yang bervariasi antara daerah satu dengan yang lainnya bahkan antar negara. Secara umum, kerugian antara 20-30% pertahun terjadi akibat penyakit busuk buah pada pertanaman kakao di lapangan (Wood & Lass, 1985). Serangan hama yang merugikan adalah penggerek buah kakao (PBK). Serangan PBK pada tahun 1993 menimbulkan kerugian pekebun kakao Indonesia sekitar 23,9 milyar rupiah (Madry, 1994), sedangkan serangan penyakit busuk buah dapat menimbulkan kerugian hasil mencapai 60% (Pawirosoemarjo & Purwantoro, 1992; Situmroang & Soeyatno, 1974).

Bahan tanaman unggul perlu diperoleh agar produk kakao Indonesia mampu bersaing di pasar internasional. Tipe kakao yang saat ini banyak dibudidayakan petani Indonesia adalah kakao lindak. Produktivitas kakao lindak lebih tinggi dibandingkan kakao mulia (*fine cocoa*). Untuk itu program pemuliaan kakao lindak maupun kakao mulia diarahkan untuk mendapatkan varietas hibrida dan klon-klon

unggul dengan karakter unggul biji besar, kadar lemak tinggi, daya hasil tinggi dan stabil, cita rasa baik serta tahan dan toleran terhadap hama dan penyakit utama (Wahyudi, Panggabean, & Pujiyanto, 2008). Tulisan ini mencoba memberikan gambaran program pemuliaan bahan tanaman unggul untuk memenuhi kebutuhan tersedianya bibit dan benih kakao unggul, sehingga pengembangan kultivar atau klon kakao unggul secara terprogram perlu segera dilakukan.

PEMULIAAN TANAMAN KAKAO UNTUK MENDAPATKAN BAHAN TANAM UNGGUL

Bahan tanam kakao unggul dapat diperoleh melalui program pemuliaan tanaman, baik melalui pendekatan konvensional maupun bioteknologi. Di Indonesia, arah pemuliaan tanaman kakao ditujukan untuk mengembangkan kultivar unggul dengan sifat-sifat sebagai berikut: (1) mempunyai potensi daya hasil yang tinggi, (2) kualitas biji yang bermutu tinggi, dan (3) tahan terhadap hama (seperti: pengerek buah kakao) dan penyakit utama (seperti busuk buah kakao [*P. palmivora*] dan *vascular streak dieback* [*Oncobasidium theobromae* Talbot & Keane]) (Iswanto & Winarno, 1992).

Keragaman genetik tanaman kakao

Tanaman Kakao berdasarkan tipe populasinya, terbagi menjadi tiga kelompok besar yaitu tipe Criollo, Forastero dan Trinitario. Criollo berasal dari penyebaran melintasi pegunungan Andes ke arah dataran rendah Venezuela, Columbia, dan Ekuador, dan ke arah utara ke Amerika Tengah dan Meksiko. Sifat-sifat tipe Criollo bentuk pertumbuhan tanaman kurang kuat, rentan terhadap hama penyakit dan produktivitasnya lebih rendah dibandingkan Forastero, kulit buah tebal tetapi lunak sehingga mudah dibelah. Criollo menghasilkan kakao mulia (*fine flavour cocoa*). Warna buah hijau atau agak merah karena adanya pigmen *antosianin*; *perikarp* agak kasar, tipis dan lunak, *mesokarp*

mengandung lignin, biji bulat dan kotiledon putih (Soria, 1974; Opeke, 1982). Kadar lemak di dalam biji lebih rendah dibandingkan dengan Forastero tetapi ukuran bijinya lebih besar, bulat, memberikan citarasa khas yang unggul. Criollo termasuk dalam jenis kakao mulia. Biji kakao mulia aroma coklatnya lembut apabila diproses, tetapi tanaman kakao tipe tersebut semakin berkurang keberadaannya akibat kurang tahan terhadap perubahan iklim dan serangan penyakit (LeDrew, 2008).

Forastero dihasilkan oleh penyebaran ke lembah Amazon, ke arah Brazil bagian barat dan Guyana (Alvim, 1997). Tipe Forastero menghasilkan kakao bermutu sedang, dikenal dengan kakao lindak (*bulk cocoa*). Tipe Trinitario merupakan hibrida antara Criollo dan Forastero. Trinitario termasuk kakao mulia atau lindak tergantung biji yang dihasilkannya. Klon DR menghasilkan kakao mulia, sedangkan klon ICS banyak menghasilkan kakao lindak (Mawardi, 1982; Opeke, 1982). Yang termasuk Trinitario adalah klon-klon ICS 60, ICS 84, ICS 95, DR 1, DR 2, DR 38, dan DRC 16.

Varietas kakao yang dibudidayakan di Indonesia merupakan hibrida antar klon kakao yang berasal dari garis keturunanyang berasal dari tipe Forastero menghasilkan kakao lindak (*bulk cocoa*), sedangkan yang berasal dari tipe Trinitario dan Criollo menghasilkan klon-klon kakao mulia (*fine/edel cocoa*) (Susilo, Zhang, Motilal, Mischke, & Meinhardt, 2011).

Pemanfaatan teknologi marka molekuler dalam seleksi genotipe unggul

Marka molekuler merupakan salah satu kegiatan program pemuliaan yang cukup penting. Penggunaan marka molekuler akan memberikan hasil yang meyakinkan karena tidak dipengaruhi oleh lingkungan dan dapat membantu pemulia dalam pengelompokan genotipe- genotip tanaman kakao untuk mendapatkan informasi kombinasi tetua terbaik untuk mendapatkan hibrida dengan sifat yang unggul.

Pendekatan seleksi secara modern dengan bantuan penanda (*marker assisted selection = MAS*) mungkin dapat meningkatkan efisiensi dalam program perakitan varietas unggul kopi secara konvensional (Suresh, Ram, & Shivanna, 2012). Penggunaan penanda molekuler diharapkan informasi keunggulan genotipe tanaman kakao dapat diketahui lebih cepat dan akurat tanpa dipengaruhi oleh lingkungan dan umur tanaman (Susilo, 2007).

Menggunakan marka molekuler untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi program pemuliaan tanaman yang dilakukan. Dengan menggunakan marka molekuler, diversitas genetik plasma nutfah kakao sebagai calon tetua yang akan digunakan dalam program pemuliaan tanaman akan dapat ditentukan. Keuntungan penggunaan marka molekuler dalam program pemuliaan yaitu 1. Mengidentifikasi kultivar yang terdapat pada kebun koleksi plasma nutfah agar tidak terdapat duplikasi kultivar atau kesalahan dalam pelabelan, 2. Proses seleksi marka yang terpaut erat dengan sifat fenotif tertentu 3. Menduga keragaman genetik dan kekerabatan antar dan dalam spesies atau varietas dan juga dapat membantu menjelaskan filogenetiknya, 4. Kontruksi peta genetik dalam penentuan lokasi lokus sifat kuantitatif (QTL) pada grup keterpautan (Weising *et al.*, 1996). Untuk meningkatkan kemungkinan didapatkannya kultivar unggul baru, perlu dilakukan persilangan antara dua tetua yang mempunyai jarak genetik yang jauh. Identitas tetua dengan jarak genetik yang jauh dapat diketahui dengan menggunakan marka molekuler.

Pemuliaan konvensional melalui persilangan antar genotipe kakao

Program perakitan varietas unggul tanaman perkebunan melalui pendekatan pemuliaan konvensional hingga kini masih banyak diterapkan meskipun kemajuannya tergolong lambat, terutama untuk tanaman-tanaman yang membiak secara vegetatif. Pendekatan konvensional masih layak diandalkan dalam program pemuliaan tanaman

perkebunan seperti kakao dan kopi. Seleksi dan hibridisasi yang selama ini masih diterapkan, ternyata masih mampu memperbaiki sifat-sifat penting bagi kedua tanaman tersebut (Vinod & Suryakumar, 2004). Heterosis pada kakao menyebabkan dilakukan program pemuliaan dalam rangka merakit hibrida antar klon (Lopes *et al.*, 2011). Gejala heterosis dan daya hasil tinggi pada generasi F1 mempunyai arti sangat penting dalam pembentukan varietas hibrida (Aryana, 2007). Saat ini metode seleksi berulang (*recurrent selection*) juga sudah mulai dilakukan pada pengembangan klon kakao unggul baru (Lopes *et al.*, 2011).

Pemuliaan tanaman konvensional pada dasarnya adalah proses persilangan secara normal, tetapi terdapat campur tangan manusia dalam menentukan tetua persilangan dan seleksi keturunannya sehingga evolusi yang terjadi diarahkan untuk menyesuaikan dengan kebutuhan manusia (Manshardt, 2004). Efisiensi program pemuliaan tanaman kakao dapat ditingkatkan melalui pemilihan kombinasi persilangan terbaik antar klon berkerabat jauh (Diaz *et al.*, 2003). Meskipun demikian, pendekatan konvensional melalui persilangan buatan antar kerabat jauh seringkali dihadapkan pada kendala inkompatibilitas atau embrio yang tidak berkembang.

Salah satu contoh varietas hibrida kakao yang telah dilepas oleh Menteri Pertanian sebagai varietas unggul baru adalah ICCRI 06H. Karakter unggul yang ditunjukkan meliputi daya hasil mencapai 1,99 kg/pohon, bobot per biji kering 1,07 g, dan kadar lemak biji 54,3%. Varietas tersebut merupakan hasil persilangan biklonal TSH 858 x KW 162 (Susilo, 2011).

Seleksi klon kakao unggul lokal melalui pendekatan partisipatif

Para pemulia tanaman tahunan terus berupaya untuk memangkas waktu, biaya, dan tenaga yang diperlukan dalam proses perakitan varietas baru. Salah satu pendekatan alternatif

yang sudah banyak dilakukan adalah pemuliaan tanaman partisipatif (*participatory plant breeding*). Proses seleksi klon/galur dilakukan di lahan milik petani, perusahaan swasta atau pemerintah sehingga sekaligus dapat memanfaatkan sumberdaya lokal. Bahan genetik yang digunakan berupa pertanaman yang sudah tumbuh dan beberapa kali berproduksi sehingga karakter-karakter morfotipe maupun daya hasil dapat diamati secara sekaligus.

Proses pemuliaan untuk merakit varietas unggul memerlukan waktu yang cukup lama, sedangkan kebutuhan benih untuk keperluan rehabilitasi dan atau peremajaan dalam upaya untuk meningkatkan produktivitas nasional sangat mendesak dengan jumlah yang tidak sedikit. Alternatif yang dapat ditempuh melalui penelusuran atau observasi terhadap materi-materi unggul lokal atau yang diintroduksi dari luar tetapi telah berkembang secara baik dalam waktu yang cukup lama, sambil menunggu diperoleh varietas unggul hasil pemuliaan konvensional atau formal. Baihaki (2004) mengemukakan bahwa untuk menemukan varietas unggul baru memerlukan waktu yang lama, maka dari itu kedepan sebaiknya perhatian lebih diarahkan pada penggunaan varietas unggul spesifik lokasi.

Untuk menghemat waktu dan biaya, pemulia tanaman dapat memanfaatkan secara langsung bahan genetik yang sudah tersedia di lapangan. Dengan melakukan seleksi terhadap plasma nutfah yang tumbuh di wilayah tertentu akan dihasilkan kultivar-kultivar baru yang sesuai untuk dibudidayakan pada lingkup area yang sempit dengan kondisi lingkungan dan pola iklim spesifik. Dengan demikian, kultivar-kultivar yang dihasilkan akan sesuai dengan kebutuhan masyarakat petani setempat. Salah satu pendekatan yang dapat dilakukan untuk mencapai tujuan tersebut dan sekaligus dalam rangka menekan biaya adalah melalui pemuliaan tanaman partisipatif, yaitu melibatkan petani setempat dalam proses pemuliaan (Brummer, *et al.*, 2011).

Pemuliaan yang didasarkan pada lingkungan lokal dilakukan untuk menghasilkan varietas unggul spesifik dengan mengeksploitasi pengaruh *GxE repeatable*, melalui dua pendekatan (Atlin *et al.*, 2001): 1) Eksploitasi adaptasi lokal, Lingkungan marginal lebih beragam dibandingkan dengan lingkungan optimum sehingga memerlukan varietas yang memiliki adaptasi lebih spesifik pada lingkungan target. Varietas hasil seleksi pada lingkungan lokal pada umumnya lebih baik penampilannya pada lingkungan tersebut (target) dibandingkan varietas yang dikembangkan untuk lingkungan dengan daya adaptasi luas. 2) Eksploitasi adaptasi spesifik: Untuk pemuliaan dengan tujuan memperoleh varietas/genotipe yang toleran terhadap lingkungan spesifik, maka lebih dibutuhkan lingkungan yang sesuai dengan tujuan pemuliannya dan seleksinya dibantu oleh petani setempat, daripada seleksi yang dilakukan di kebun percobaan.

Klon/varietas unggul kakao lokal yang telah dilepas oleh Menteri Pertanian adalah Klon/Varietas Sulawesi 1 dan Sulawesi 2. Sulawesi 1 mempunyai keunggulan dibanding dengan klon/varietas lainnya dalam hal potensi produksi yang mencapai 1,8 – 2,5 ton/ha/tahun (populasi 1.100 pohon/ha), kadar lemak biji 48-50%, berbuah terus menerus dan tahan terhadap penyakit VSD. Sedangkan Sulawesi 2 mempunyai produksi 1,8 – 2,75 ton/ha/tahun (populasi 1.100 pohon/ha), kadar lemak 45-47% dan tahan terhadap hama penggerek buah kakao. Kedua klon/varietas tersebut tersebar di Provinsi Sulawesi Selatan, Sulawesi Barat, Sulawesi Tengah dan Sulawesi Tenggara (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2008).

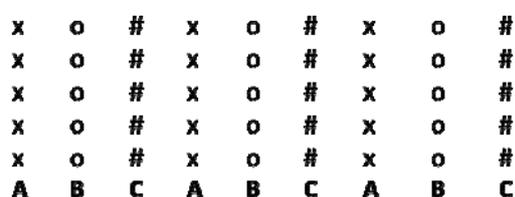
PERBANYAKAN BAHAN TANAMAN KAKAO UNGGUL

Penyediaan bahan tanaman kakao dapat dilakukan melalui perbanyakkan tanaman secara generatif, vegetatif maupun *in vitro*. Perbanyakkan generatif biasanya dilakukan untuk pengembangan varietas kakao hibrida, sedangkan perbanyakkan vegetatif biasanya

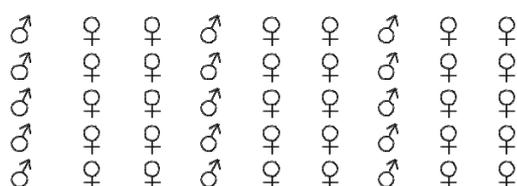
dilakukan untuk pengembangan klon-klon unggul kakao.

Perbanyakan Generatif

Benih kakao hibrida dihasilkan dari kebun benih poliklonal terdiri dari 3-4 klon maupun biklonal terdiri dari 2 klon tetua. Komposisi tetua poliklonal adalah 1 : 1 : 1, sedangkan tetua biklonal adalah 2 : 1 (Gambar 1 dan 2). Klon induk harus memiliki sifat produksi tinggi dan tahan terhadap hama dan penyakit serta harus memiliki sifat *self-incompatible* dan sebaliknya memiliki sifat general general *cross-compatible* (Rubiyo, 2013).



Gambar 1. Komposisi poliklonal (Rubiyo, 2013)
Figure 1. Polyclonal composition (Rubiyo, 2013)



Gambar 2. Komposisi biklonal (Rubiyo, 2013)
Figure 2. Biclone composition (Rubiyo, 2013)

Perbanyakan vegetatif

Perbanyakan vegetatif tanaman kakao dapat dikembangkan secara klonal yaitu dapat dilakukan dengan menggunakan teknik sambung pucuk, okulasi, setek, dan sambung samping (untuk tanaman tua yang tidak produktif). Tingkat keberhasilan sambung pucuk tinggi yaitu sekitar > 90 % dan secara teknik lebih mudah dan sudah digunakan secara komersial, akan tetapi teknik sambung pucuk memerlukan entres yang banyak (Rubiyo, 2013). Teknik okulasi tingkat keberhasilan penyambungannya sedang (60-80 %). Teknik okulasi relatif lebih sulit dan memerlukan waktu yang lebih lama, tetapi lebih hemat entres, vigor bibit lebih serangan

dan sudah digunakan secara komersial (Rubiyo, 2013). Teknik penyetakan keberhasilannya masih rendah dan belum digunakan secara komersial, tetapi teknik pembuatannya lebih mudah dan lebih efisien karena tidak memerlukan batang bawah. Teknik sambung samping diperlukan untuk merehabilitasi tanaman tua dan tanaman tidak produktif. Perlu teknik perawatan khusus pasca penyambungan dan umur produktif tergantung batang bawahnya (Rubiyo, 2013).

Perbanyakan *in vitro*

Perbanyakan *in vitro* dapat dilakukan melalui 2 cara, yaitu organogenesis dan embriogenesis somatik. Perbanyakan tanaman dengan somatik embriogenesis lebih menguntungkan karena selain memperoleh bibit klonal dalam jumlah massal dalam waktu yang singkat juga diharapkan memiliki variasi somaklonal yang lebih sedikit. Hal ini dikarenakan planlet yang terbentuk berasal dari sel embriogenik. (Priyono, 1993; Sumaryono & Tahardi, 1993; Suryowinoto, 1996). Keuntungan penggunaan embrio somatik dalam perbanyakan tanaman secara massal adalah laju multiplikasi tinggi, memungkinkan untuk menggunakan media cair dan bioreaktor dan dapat dihasilkan sejumlah besar embrio dalam satu kali produksi (Hamidah *et al.* 1997). Secara teori embriogenesis somatik merupakan metode perbanyakan yang efisien (Afreen & Zobayed 2005).

Pembentukan embriogenesis somatik dapat terjadi secara langsung membentuk proembrio atau embrioid (embriogenesis langsung) dan juga dapat melalui pembentukan fase kalus terlebih dahulu (embriogenesis tidak langsung). Embriogenesis langsung membutuhkan waktu lebih singkat untuk menghasilkan planlet dan kemungkinan terjadinya penyimpangan akibat keragaman somaklonal lebih kecil dibandingkan dengan embriogenesis tidak langsung.

PENUTUP

Program pemuliaan bahan tanaman untuk menghasilkan varietas unggul kakao baru melalui pendekatan persilangan antar genotipe maupun seleksi secara konvensional masih mampu memberikan hasil yang memuaskan. Untuk mempercepat proses seleksi saat ini dapat memanfaatkan teknologi marka molekuler yang tidak dipengaruhi oleh umur tanaman dan lingkungan tempat tumbuhnya. Disamping itu, perlu diperhatikan dalam perbanyakkan tanaman kakao baik secara vegetatif, generatif, maupun secara *in vitro*.

DAPTAR PUSTAKA

- Afreen & Zobayed, S.M.A.. (2005). Photoautotrophic plant conversion in the process of embryogenesis. In. Kozai et al (eds), *Photoautotrophic (Sugar-free medium) Micropropagation as a New Propagation and Transplant Production System*. Springer, Netherlands. Pp. 91-122.
- Alvim, P.T. (1997). Cocoa. dalam P.T. Alvim dan T.T. Kozlowski (Eds) *Ecophysiology of Tropical Crops*: 279-313. Academic Press. New York.
- Aryana, I.G.P.M. (2007). Heterosis padi beras merah tipe cere dan bulu kultivar NTB. *Agroteksos*, 17 (2) : 93-98.
- Atlin, G.N., Cooper, M. & Bjørnstad, A. (2001). A comparison of formal and participatory breeding approaches using selection theory. *Euphytica*, 122: 463-475.
- Badan Litbang Pertanian. (2007). *Prospek dan Arah Pengembangan Agribisnis Kakao*. Edisi 2. Jakarta. 26 p.
- Badan Pusat Statistik. (2017). *Statistik Kakao Indonesia (Indonesian Cocoa Statistics)*. Badan Pusat Statistik - Indonesia. ISBN: 978-602-438-251-3.
- Baihaki, A. (2004). Mengantisipasi persaingan dalam swasembada varietas unggul. Simposium PERIPI 2004. Bogor, 5-7 Agustus 2004. 17 hal.
- Brummer, E.C., Barber, W.T., Collier, S.M., Cox, T.S., Johnson, R., Murray, S.C., Olsen, R.T., Pratt, R.C., & Thro, A.M. (2011). Plant breeding for harmony between agriculture and the environment. *Reviews. Front. Ecol. Environ.*, doi:10.1890/100225
- Dias, L.A.S., Marita, J., Cruz, C.D., de Barros, E.G. & Salomao, T.M.F. (2003). Genetic distance and its association with heterosis in cacao. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 46(3): 339-347.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. (2008). *Kumpulan Surat Keputusan Menteri Pertanian Tentang Pelepasan Varietas Tanaman Kakao*. Direktorat Jenderal Perkebunan, Jakarta – Indonesia.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. (2016). *Statistik Perkebunan Indonesia (Tree Crop Estate Statistics of Indonesia)*. 2016-2018. Sekretariat Direktorat Jenderal Perkebunan, Jakarta - Indonesia.
- Hamidah, M., Abdul Ghani Abdul Karim, & Pierre Debergh. (1977). Somatic Embryogenesis and plant regeneration in *Anthurium scherzerianum*. *Plant cell, Tissue and Organ Culture*, 48 (3): 189-193.
- Iswanto, A. & Winarno, H. (1992). Cocoa breeding at RIEC Jember and the role of planting material resistant to VSD and Black Pod. p. 163-169. In P.J. Keane & C.A Putter (Eds.). *Cocoa Pest and Disease Management in Southeast Asia and Australasia*. FAO.
- LeDrew, C. (2008). Cacao beans origins dictate flavour variations. *Candy Industry*, 173 (19) : 38-39
- Lopes, U.V., Monteiro, W.R., Pires, J.L., Clement, D., Yamada, M.M., & Gramacho, K.P. (2011). Cacao breeding in Bahia, Brazil-strategies and result. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, SI: 73-81.

- Madry, B. (1994). Kebijakan teknis perlindungan tanaman dalam kaitannya dengan pengendalian hama penggerek buah (PBK) di Indonesia. Prosiding Lokakarya Penanggulangan Hama Penggerek Buah Kakao (PBK) di Indonesia, Jember, 8 Februari 1994, 10-17.
- Manshardt R. (2004). Crop improvement by conventional breeding or genetic engineering: How different are they?. Honolulu (HI): University of Hawaii. 3 p. (Biotechnology; BIO-5).
- Mawardi, S. (1982). Tujuh puluh tahun pemuliaan tanaman coklat di Indonesia. *Menara Perkebunan*, 50: 7-22.
- Opeke, L.K. & Gorenz, A.M. (1974). Phytophthora Pod rot: Symptoms and Economic Importance. In P.H. Gregory(Eds.). *Phytophthora Disease of Cocoa*: 117-124. Longman, London.
- Pawirosoemardjo, S. & Purwantoro, A. (1992). Laju infeksi dan intensitas serangan Phytophthora palmivora (Butl.) pada buah dan batang beberapa varietas kakao. *Menara Perkebunan*, 60(2) 67-72.
- Priyono. (1993). Embriogenesis somatik langsung pada kultur *in vitro* eksplan daun kopi Arabika (*Coffea arabica*). J II. *Pert. Indon*, 3(1):16-20.
- Rubiyo. (2012). Laporan Scientific Exchange The 85th Session of The International Cocoa Council and Other ICCO Meetings. Guayaquil, Ecuador, 26 – 30 Maret 2012. Badan Litbang Pertanian. Jakarta. 16 p.
- _____. (2013). Inovasi Teknologi Perbaikan Bahan Tanam Kakao di Indonesia. *Buletin Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri*, 4 (3) : 199-213.
- Situmorang, S. & Soeyatno (1974). Percobaan pemberantasan penyakit busuk buah (Phytophthora palm ivora) pada tanaman kakao dengan beberapa fungisida. *Menara Perkebunan*, 42 (5), 251-254.
- Soria J. (1974). Sources of Resistance to *Phytophthora palmivora* Dalam P.H Gregory (ed.) *Phytophthora Disease of cocoa*: 197-202. Longman London.
- Suhendi, D. (2008). Rehabilitasi tanaman kakao: Tinjauan potensi, permasalahan, dan rehabilitasi tanaman kakao di desa Prima Tani Tonggolobibi. hlm. 335–346. Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Inovasi Lahan Marginal. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao, Jember.
- Suhendi, D., Winarno, H., & Susilo, A.W. (2005). Peningkatan Produksi dan mutu Hasil kakao Melalui Penggunaan Klon Baru. Pro.Simp. Kakao. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, Jogjakarta, 4-5 Oktober 2004: 98-111.
- Sumaryono & Tahardi, J.S. (1993). Perbanyakan klon kopi robusta toleran nematoda melalui embryogenesis somatik langsung. *Menara Perkebunan*, 61(3):50-55.
- Suresh, N., Ram, A.S., & Shivanna, M.B. (2012). Coffee Leaf Rust (CLR) and disease triangle: a case study. *International Journal of Food, Agriculture and Veterinary Sciences*, 2(2): 50-55.
- Suryowinoto, M. (1996). Prospek kultur jaringan dalam perkembangan pertanian modern. Universitas Gadjah Mada. Hal 1-10.
- Susila, W.R. (1996). Prospek pasar kakao dunia. *Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao*, 12(1), 1-11.
- Susilo, A.W. (2007). Akselerasi program pemuliaan kakao (*Theobroma cacao* L.) melalui pemanfaatan penanda molekuler dalam proses seleksi. *Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia*, 23(1): 11-24.
- Susilo, A.W. (2010). Studi karakteristik sifat ketahanan tanaman kakao (*Theobroma cacao* L.) terhadap hama penggerek buah kakao (*Canopomorpha cramerella* Snell.). Disertasi S3 UGM. (tidak diterbitkan). 186.
- Susilo, A.W. (2011). Analisis stabilitas dayahasil beberapa hibrida unggul

- harapan kakao (*Theobroma cacao* L.) pada lokasi tumbuh berbeda. *Jurnal Pelita Perkebunan*, 27(3): 168-180.
- Susilo, A.W., Zhang, D., Motilal, L.A., Mischke, S., & Meinhardt, L.W. (2011). Assessing genetic diversity in Java Fine-Flavour Cocoa (*Theobroma cacao* L.) germplasm by using simple sequence repeat (SSR) markers. *Trop. Agr. Develop.*, 55(2): 84-92
- Vinod, K. (2003). Breeding for biotic stress in plantation crops. In: Proceedings of the training program on "Breeding for Biotic Stress in Crop Plants", Tamil Nadu Agricultural University, Coimbatore, India. <http://kkvinod.webs.com>. pp. 431-440.
- Vinod, K. & Suryakumar, M. (2004). Breeding for Quality Improvement in plantations Crops. In: Proceedings of the training programme on "Plant Breeding Approaches for Quality Improvement of Crops". Tamil Nadu Agricultural University. Coimbatore, India. Downloaded from <http://kkvinod.webs.com>. pp. 535-547.
- Wahyudi, T., Panggabean, T.R. & Pujiyanto (Editor). (2008). Panduan Lengkap Kakao. Penebar Swadaya, Jakarta. 364 hlm.
- Weising, K., Nybon, H., Wolf, K., & Meyer, W. (1996). DNA Fingerprinting in Plant and fungi. CRC Press. Boca Rato, Fla.
- Wood, G.A.R. & Lass, R.A. (1985). *Cocoa*. Tropical Agriculture Series. Longman. London. 292 p.
- Zainudin & Baon, J.B. (2004). Prospek kakao nasional, Satu Dasa Warsa (2005-2014) mendatangantisipasi pengembangan kakao nasional menghadapi regenerasi pertama kakao di Indonesia. *Prosiding Simposium Kakao 2004*. Pusat Penelitian kopi dan kakao Indonesia. Yogyakarta, 4-5 Oktober 2004. (hal:20-28).

POTENSI PEMANFAATAN ASAP CAIR KAYU KARET SEBAGAI PENGAWET PANGAN

POTENTIAL UTILIZATION OF RUBBERWOOD SMOKE LIQUID AS FOOD PRESERVATIVE

Juniaty Towaha dan Elsera Br Tarigan

Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar
Jl. Raya Pakuwon – Parungkuda km. 2 Sukabumi, 43357
Telp. (0266) 6542181, Faks. (0266) 6542087
juniaty_tmunir@yahoo.com

ABSTRAK

Asap cair kayu karet mempunyai kandungan senyawa kimia utama asam organik sebanyak 16,93%, fenol sebanyak 2,74%, karbonil sebanyak 5,55% dan nilai pH 2,8 serta tidak mengandung senyawa kimia karsinogenik benzo(a)pirene yang berbahaya, sehingga asap cair ini aman untuk dipergunakan sebagai pengawet pangan seperti tahu, mie basah, bakso, ikan asin, telur asin, ikan pindang dan sejenisnya. Bahan pembuatan asap cair kayu karet dapat menggunakan limbah penebangan kayu karet berupa dahan dan ranting, serta limbah industri pengolahan kayu karet berupa serbuk gergajian maupun potongan atau serpihan kayu yang selama ini lebih banyak terbuang dan tidak dimanfaatkan. Selain sebagai pengawet karena mempunyai senyawa antimikroba asam organik dan fenol, asap cair juga telah banyak dimanfaatkan dalam industri pangan sebagai pemberi aroma maupun citarasa, memperbaiki tekstur dan warna. Asap cair merupakan alternatif terbaik menggantikan pengawet berbahaya seperti formalin yang sering dimanfaatkan sebagai pengawet oleh produsen pangan yang tidak bertanggung jawab.

Kata kunci : Asap cair, kayu karet, pengawet pangan

ABSTRACT

Liquid smoke of rubberwood contains the main chemical compound such as organic acid 16.93%, phenol 2.74%, carbonyl 5.55%, pH at 2.8 and does not contains carcinogenic compounds benzene (a) pyrene, hence it is safe to be used as a food preservative for some foods such as tofu, wet noodles, meatballs, salted fish, salted eggs, spicy fish, etc. The material used for rubber liquid smoke production can be logging waste of rubber such as branches and twigs, as well as waste from the rubberwood processing industry such as sawdust or wasted wood scraps. Besides being a preservative for its organic acid and phenol content which acts as antimicrobial, liquid smoke has also been widely used in the food industry to add aroma and flavor, improving texture and color. Liquid smoke is the best alternative to substitute the harmful preservatives such as formalin which is often used as a food preservative by irresponsible food producers.

Keywords : Smoke liquid, rubber wood, food preservative

PENDAHULUAN

Asap cair merupakan suatu larutan dari hasil kondensasi asap kayu yang mengandung sejumlah senyawa yang terbentuk akibat pirolisis senyawa penyusun kayu seperti selulosa, hemiselulosa dan lignin. Selama proses pirolisis senyawa selulosa akan menghasilkan karbonil dan asam asetat serta homolognya, senyawa lignin akan menghasilkan fenol dan tar, sedangkan senyawa hemiselulosa akan menghasilkan furfural, furan dan asam organik (Simon, de la Calle, Palme, Meier, & Anklam, 2005; Vivas, Absalon,

Soulie, & Fouquet, 2006; Young-Hun, Jinsoo, Seung-So, & Young-Kwon, 2008).

Montazeri, Oliveira, Himelbloom, Leigh, & Crapo (2013) menyatakan bahwa asap cair dapat diproduksi dari semua jenis kayu maupun bahan berkayu. Setiap jenis kayu atau bahan berkayu akan menghasilkan asap cair dengan komposisi jumlah senyawa yang bervariasi, karena masing-masing jenis kayu mempunyai kandungan selulosa, hemiselulosa dan lignin yang berbeda (Haji, Masud, Lay, Sutjahjo, & Pari, 2007; Yefrida *et al.*, 2008; Darmadji, 2009). Pada umumnya komposisi senyawa utama asap cair adalah air 11-92%,

fenol 0,2-2,9%, asam 2,8-9,5%, karbonil 2,6-4,0% dan tar 1-7% (Milly, 2003). Komposisi senyawa dalam asap cair sangat kompleks yang terdiri dari berbagai komponen yang berasal dari kelompok senyawa kimia yang berbeda seperti asam, fenolik, keton, aldehyd, ester, furan, pyran serta senyawa hidrokarbon lainnya (Soldera, Sabastianutto, & Bortolomeazzi, 2008; Rozum, 2014).

Siskos, Zotos, Melidou, & Tsikritzi (2007), Saloko, Darmadji, Setiaji, & Pranoto (2014) dan Soares *et al.* (2016) mengemukakan bahwa asap cair mengandung beberapa senyawa yang mempunyai sifat antimikroba antara lain senyawa asam organik dan fenol. Oleh karena itu, di berbagai negara di dunia asap cair banyak dimanfaatkan sebagai zat antimikroba pada pengawetan berbagai produk pangan seperti daging, ikan dan keju (Meilgaard, Civile, & Carr, 2006; Soldera *et al.*, 2008). Menurut Soldera *et al.* (2008) dan Rozum (2014) penggunaan asap cair sebagai pengawet mempunyai banyak keuntungan dibandingkan metode pengasapan tradisional yaitu lebih mudah diaplikasikan, proses lebih cepat, memberikan karakteristik yang khas pada produk berupa aroma, citarasa dan warna, serta penggunaannya tidak mencemari lingkungan.

Saat ini di Indonesia asap cair sudah dimanfaatkan dalam berbagai pengawetan pangan, diantaranya bandeng asap (Hadiwiyoto, Darmadji, & Purwasari, 2000), mie basah (Gumanti, 2006), bakso ikan (Zuraida *et al.*, 2009), tahu (Ginayati, Faisal, & Suhendrayana, 2015), ikan cakalang asap (Leha, 2010), ikan pindang (Himawati, 2010), sosis ikan lele dumbo (Ernawati, Purnomo, & Estiasih, 2012), *nugget* daging ayam (Susalam, 2012), ikan asin (Edinov, Yefrida, Indrawati, & Refilda, 2013), telur asin (Nursiwi, Darmadji, & Kanoni, 2013) dan lain-lain.

Produk asap cair yang banyak beredar di pasaran Indonesia adalah asap cair hasil proses

pirolisis tempurung kelapa, mengingat banyaknya limbah tempurung kelapa yang tidak termanfaatkan. Hasil penelitian Towaha, Aunillah, & Purwanto (2013) melaporkan bahwa kandungan senyawa kimia asap cair kayu karet relatif tidak berbeda jauh dengan kandungan senyawa kimia asap cair dari tempurung kelapa, oleh karena itu asap cair kayu karet mempunyai potensi yang sama dengan asap cair tempurung kelapa dalam pemanfaatannya sebagai pengawet pangan. Pada saat ini masih banyak dijumpai penggunaan pengawet pangan yang berbahaya bagi kesehatan manusia seperti formalin, oleh karena itu penggunaan asap cair, termasuk asap cair dari kayu karet sebagai pengawet pangan merupakan alternatif yang bijaksana.

ASAP CAIR KAYU KARET

Proses pembuatan asap cair

Asap cair diproduksi dengan cara pembakaran yang tidak sempurna yang melibatkan reaksi dekomposisi senyawa penyusun polimer menjadi senyawa organik dengan berat molekul rendah melalui 2 tahapan yaitu pirolisis dan kondensasi (Girard 1992). Produksi asap cair dilakukan dengan memasukkan serbuk kayu/kayu yang telah dikeringkan ke dalam pirolisator (Gambar 1), kemudian ditutup rapat tanpa ada udara yang keluar/masuk. Setelah itu dilakukan proses pemanasan dengan menggunakan model kompor bertekanan tinggi pada suhu 200–450°C. Pada kisaran suhu tersebut diharapkan tiga komponen yang berpengaruh pada komposisi fraksi asap cair yaitu hemiselulosa, selulosa, dan lignin telah mengalami pirolisis. Asap yang terbentuk dilewatkan dalam pipa kondensor dengan air sebagai media pendinginnya. Uap asap yang mengalir tersebut mendingin dan menjadi cairan yang disebut asap cair (Gambar 2).



Gambar 1. Alat pirolisis asap cair
Figure 1. Pyrolysis pan to produce liquid smoke
Sumber/Source : Girard (1992)



Gambar 2. Asap cair kayu karet
Figure 2. Liquid smoke of rubberwood

Suhu yang digunakan pada proses pirolisis ini tergantung dari jenis bahan baku kayu. Suhu untuk pirolisis dapat mencapai 450°C, hal ini disebabkan kayu terdiri atas hemiselulosa, selulosa, dan lignin. Pirolisis hemiselulosa terjadi pada suhu 200–250°C yang menghasilkan senyawa furfural, furan, asam

organik dan homolognya. Pirolisis selulosa terjadi pada suhu 280–320°C yang menghasilkan senyawa asam asetat, karbonil dan homolognya. Adapun pirolisis lignin terjadi pada suhu 400–450°C akan menghasilkan senyawa fenol dan eter fenolik serta homolognya.

Pada proses pirolisis kayu karet, kondisi optimum untuk produksi asap cair adalah pada suhu 420°C dengan waktu 100 menit, dimana kayu karet yang berkadar air 16,55% dapat diperoleh rendemen asap cair 54,39%, serta rendemen arang 27,13%. Komposisi senyawa utama asap cair kayu karet adalah asam organik sebanyak 16,93%, fenol sebanyak 2,74% dan karbonil sebanyak 5,55% dengan nilai pH mencapai 2,8 (Darmadji, Oramahi, Haryadi, & Armunanto, 2001; Towaha *et al.*, 2013). Untuk pemurnian asap cair agar lebih jernih dapat dilakukan dengan cara redistilasi, dimana asap cair dimasukkan ke dalam labu destilasi dan dipanaskan pada suhu 100–200°C, uap yang terbentuk kemudian dilewatkan dalam pipa kondensor dengan air sebagai media pendinginnya.

Kandungan senyawa kimia asap cair kayu karet

Penelitian Towaha *et al.* (2013) melaporkan bahwa berdasarkan hasil analisis *Gas Chromatography-Mass Spectroscopy* (GC-MS) senyawa kimia yang terkandung dalam asap cair kayu karet adalah seperti yang tertera pada Tabel 1. Pada tabel tersebut terlihat bahwa *peak area* dari asap cair kayu karet didominasi oleh senyawa asam organik (asam asetat, asam format serta asam organik lainnya) diikuti oleh senyawa fenol (*phenol 2-methoxy-* (CAS) *Guaiacol*, *phenol* (CAS) *izal*, *phenol 2,6-dimethoxy-* (CAS) *2,6-Dimethoxyphenol* dan *2-methoxy-4-methylphenol*) serta senyawa karbonil (*trans-beta-ionon-5,6-epoxide*, *2-Isopropylthio-5-trifluoroacetyl-1,3-oxathiolyium-4-olat*, *3-butyln-1-ol* (CAS) *3-butylnol*, dan *cyclopropyl carbinol*). Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Milly (2003), Simon *et al.* (2005) dan Siskos *et al.* (2007) bahwa kandungan senyawa kimia pada asap cair di dominasi oleh asam organik, fenol dan karbonil.

Tabel 1. Senyawa kimia yang terkandung dalam asap cair kayu karet berdasarkan hasil analisis *Gas Chromatography-Mass Spectroscopy* (GC-MS)

Tabel 1. Chemical compound contained in liquid smoke of rubberwood based on the *Gas Chromatography-Mass Spectroscopy* (GC-MS) analysis result

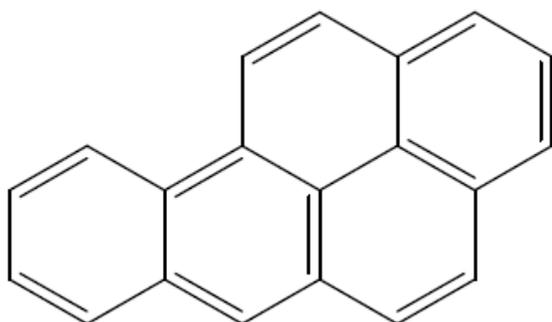
No	Senyawa kimia	Peak area (%)
1	Acetic acid(CAS) Ethylic acid	32,73
2	Phenol 2-methoxy- (CAS) Guaiacol	6,17
3	Phenol (CAS) Izal	5,67
4	Butane, 2-methyl- (CAS) Isopentane	4,59
5	Phenol 2,6-dimethoxy- (CAS) 2,6-Dimethoxyphenol	3,29
6	Acetic Acid, Anhydride with Formic Acid	1,86
7	2(3H)-Furanone, dihydro- (CAS) Butyrolactone	1,74
8	Trans-Beta-Ionon-5,6-Epoxide	1,51
9	1,2Benzenediol (CAS) Pyrocatechol	1,45
10	Benzene, 1,2,3- trimethoxy- (CAS) 1,2,3-Trimethoxybenzene (CAS)	0,95
11	Methylsy 2-methoxy-4-methylphenol	0,83
12	2-Propanone, 1-hydroxy- (CAS) Acetol	5,88
13	2-Furancarboxaldehyde, 5-(hydroxymethyl)- (CAS) HMF	4,00
14	Ethylene Diammonium Dichloride	3,62
15	1,1'bibicyclo(2.2.2)octyl-4-carboxyli acid	3,10
16	1H-Pyrazole, 3,5-dimethyl- (CAS) 3,5-Dimethylpyrazole	2,87
17	3,3-Dimethyl-2-(1-OXO-1,2,3,4-Tetrahydronaphthalen	2,75
18	2-Cyclopenten-1-one, 2-hydroxy-3-methyl- (CAS) corylon	2,13
19	2-Propenoic acid, 2-methyl-, ethyl ester (CAS) Ethyl methacrylate	1,75
20	4H-Pyran-4-one, 2,3-dihydro-3,5-ihydroxy-6-methyl- (CAS) 3,5-Dyhidroxy	1,26
21	Furancarbonsaeurechlorid, Tetrahydr	1,21
22	Acetic acid, methyl ester (CAS) Methyl acetate	1,13

23	5-Ethyl-2-heptanone	1,03
24	2H-pyran-2-one, tetrahydro- (CAS) 5-Valerolactone	0,99
25	2-Propanone, 1(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)- (CAS) 1-(4-Hydroxy-3-Met	0,98
26	Ethanone, 1-cyclopentyl- (CAS) Cyclopentylethanone	0,98
27	3-Methoxy-pyrocatechol	0,74
28	2-Butanone, 1-(acetyloxy)- (CAS) 1-Acetoxy-2-butanone	0,47
29	Senyawa lainnya	4,32
		100,00

Sumber : Towaha *et al.* (2013).

Keamanan pangan asap cair kayu karet

Salah satu senyawa kimia yang diketahui bersifat karsinogenik (penyebab kanker) dan biasa ditemukan pada produk asap cair adalah benzo(a)pirene (Guillen, Sopolana, & Partearroyo, 2000; Kazerouni, Sinha, Hsu, Greenberg, & Rothman, 2001; Stolyhwo & Sikorski, 2005). Benzo(a)piren merupakan suatu penanda adanya senyawa karsinogenik dalam produk pangan, dimana batas maksimum kandungan senyawa ini dalam produk pangan sebesar 10 µg/kg telah diatur oleh *European Commision* (Budijanto *et al.*, 2008). Benzo(a)piren adalah senyawa yang tergolong dalam *Polisiklik Aromatik Hidrokarbons* (PAH) (Gambar 3). Dalam keadaan murni berbentuk kristal berwarna kuning dengan titik cair 179°C dan titik didih 312°C, berat molekulnya 252, tidak larut dalam air, sedikit larut dalam alkohol, dan larut dalam benzen, toluen dan xilem (Hart, Craine, & Hart, 2003).



Gambar 3. Struktur molekul benzo(a)piren
Figure 3. The structure of benzo(a)pyren molecule

Sumber/Source : Hart *et al.* (2003)

Kazerouni *et al.* (2001) dan Stolyhwo & Sikorski (2005) menyatakan bahwa senyawa benzo(a)pirene mudah terserap oleh bahan pangan, sehingga apabila asap cair yang

mengandung senyawa tersebut dimanfaatkan sebagai pengawet pangan, maka pangan tersebut akan tidak aman untuk dikonsumsi. Pada Tabel 1 terlihat bahwa berdasarkan hasil analisis *Gas Chromatography-Mass Spectroscopy* (GC-MS) dalam asap cair kayu karet tidak terdeteksi adanya senyawa benzo(a)pirene. Dengan demikian asap cair kayu karet sangat aman untuk dimanfaatkan sebagai pengawet bahan pangan.

Potensi Ketersediaan bahan kayu karet untuk pembuatan asap cair

Bahan pembuatan asap cair kayu karet dapat menggunakan limbah penebangan kayu karet berupa dahan dan ranting, serta limbah industri pengolahan kayu karet berupa serbuk gergajian maupun potongan atau serpihan kayu yang selama ini lebih banyak terbuang tidak termanfaatkan. Adapun limbah kayu karet tersebut dapat diperoleh dari pengolahan kayu hasil peremajaan perkebunan karet rakyat, perkebunan besar negara (PBN) dan perkebunan besar swasta (PBS).

Peremajaan kebun karet rakyat merupakan salah satu upaya pemerintah untuk meningkatkan produktivitas karet Indonesia. Kriteria kebun karet yang dapat dilakukan peremajaan adalah apabila memenuhi persyaratan sebagai berikut : (1) kondisi tanaman sudah tua dengan umur >25 tahun atau tidak menggunakan bahan tanaman unggul; (2) tingkat kerusakan bidang sadap minimal 60%; (3) produksi per ha di bawah batas minimum nilai ekonomis yaitu kurang dari 250 kg karet kering/ha/tahun; dan (4) kerapatan tanaman kurang dari 100 pohon/ha atau melebihi 800 pohon/ha (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2012). Oleh karena itu, berdasarkan data tahun

2015 luasan areal kebun karet rakyat yang harus dilakukan peremajaan adalah sekitar 722.548 ha dari total 3,6 juta ha luasan kebun karet di Indonesia (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2015).

Pemerintah melalui Kementerian Pertanian dari tahun 2015 hingga tahun 2017 telah melakukan peremajaan perkebunan karet rakyat secara terencana (Tabel 2), begitupun PBN dan PBS telah melakukan peremajaan perkebunan karetnya setiap tahun (Tabel 3). Berdasarkan data perhitungan Departemen Kehutanan dalam pengolahan kayu log menjadi balok kayu atau papan terdapat limbah kayu sebanyak 50% yang terdiri dari limbah serbuk gergajian 15%, sebetan 25%, dan potongan ujung 10% (Fachri,

Yohanes, & Riyawan, 2015). Maka berdasarkan data perhitungan tersebut akan terdapat limbah kayu karet rata-rata sebesar 316.250 m³/tahun dari perkebunan karet rakyat (Tabel 2) dan sebesar 422.000 m³/tahun dari PBN dan PBS (Tabel 3).

Dengan demikian terdapat bahan baku pembuatan asap cair kayu karet yang melimpah setiap tahunnya. Diharapkan pemanfaatan limbah pengolahan kayu karet sebagai bahan baku pembuatan asap cair akan mendorong pengurangan pencemaran lingkungan, disamping mendukung berkembangnya sistem pertanian bioindustri berkelanjutan di Indonesia.

Tabel 2. Luasan peremajaan perkebunan karet rakyat serta potensi hasil kayu pada tahun 2015-2017
Table 2. Area of rubberwood rejuvenation small holder plantation and potential of timber in 2015-2017

Peremajaan		Potensi kayu		Potensi limbah kayu
Tahun	Luas (Ha)	m ³ /ha	m ³ /tahun	m ³ /tahun
2015	19.600	50	980.000	490.000
2016	3.600	50	180.000	90.000
2017	14.750.	50	737.500	368.750

Sumber/*Source* : Direktorat Jenderal Perkebunan (2012); Bisniscom (2017); Perhitungan sendiri/*Self calculation*.

Tabel 3. Luasan peremajaan karet perkebunan besar negara (PBN) dan perkebunan besar swasta (PBS) dan potensi kayu serta limbah kayu setiap tahun

Table 3. Extent of rubberwood rejuvenation of state plantation (PBN) and private plantation (PBS) and potential for timber as well as its wastes each year

Sumber kayu	Luas (ha)	Peremajaan/tahun		Potensi kayu		Potensi limbah kayu
		%	ha	m ³ /ha	m ³ /tahun	m ³ /tahun
PBN	240.000	3	7.200	60	432.000	216.000
PBS	284.000	3	8.250	50	412.000	206.000
Total	524.000				844.000	422.000

Sumber/*Source* : Direktorat Jenderal Perkebunan (2012); Perhitungan sendiri/*Self calculation*

AKTIVITAS ANTI MIKROBA ASAP CAIR

Aktivitas antimikroba asap cair disebabkan adanya senyawa kimia yang terkandung dalam asap cair seperti fenol, formaldehid dan asam organik yang dapat menghambat pembentukan spora dan pertumbuhan beberapa jenis jamur serta bakteri patogen maupun pembusuk

(Siskos *et al.* 2007; Saloko *et al.*, 2014; Soares *et al.*, 2016).

Senyawa fenol dan formaldehid dapat menghambat pertumbuhan bakteri dengan cara membentuk senyawa kompleks dengan protein ekstraseluler yang mengganggu keutuhan membran sel bakteri sehingga membran sel rusak dan tidak dapat diperbaiki lagi.

Sedangkan senyawa asam organik dapat mendenaturasi protein sel bakteri dengan cara mengacaukan jembatan garam dengan adanya muatan ionik asam, selanjutnya denaturasi tersebut dapat menghambat sintesis protein sel mikroba (Girard, 1992).

Menurut Girard (1992) keasaman dari asam organik mempunyai peranan yang sangat besar dalam penghambatan mikroba, dimana asap cair pada pH 4,0 mampu menghambat semua bakteri pembusuk dan patogen. Walaupun demikian, ketahanan bakteri terhadap perlakuan asap cair sangat berbeda-beda, ada yang sangat peka seperti bakteri patogen dan pembusuk, tetapi ada juga yang sangat tahan seperti *micrococcus* dan bakteri asam laktat, sedangkan pada pH sekitar 6,0 aktivitas antimikroba asap cair mulai berkurang.

Menurut Milly, Toledo, Ramakrishnan (2005) asap cair lebih efektif dalam menghambat aktivitas bakteri gram positif daripada bakteri gram negatif. Asap cair dengan konsentrasi 0,2-0,8% dapat menghambat pertumbuhan *Vibrio vulnificus* dan *Yersinia enterocolitica* dengan nilai MIC (*Minimum Inhibitor Concentration*) masing-masing <0.2% dan 0.6%. Selain itu, diantara bakteri gram positif seperti *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Listeria innocua*, *Brochothrix thermosphacta* dan *Lactococcus lactis spp.*, *L. lactis* dapat dihambat oleh asap cair komersial dengan nilai MIC 0.6-0.8%. Asap cair konsentrasi 0.5-8.0% efektif menghambat *V. vulnificus* dengan nilai MIC sebesar 2%. Asap cair komersial dengan konsentrasi 0.05-0.4% sangat efektif menghambat semua strain di atas kecuali *Salmonella enteritidis* dengan nilai MIC <1.5%.

Sunen, Fernandez-Galian, & Aristimuno (2001) melaporkan bahwa asap cair komersial pada konsentrasi 8% dapat menghambat pertumbuhan *E. Coli* O157:H7 yang diinokulasikan pada daging. Pertumbuhan *E. coli* O157:H7 menurun sebesar 0.5, 1.2, 2.0 dan 2.3 log CFU/g pada penyimpanan hari ke-0, 1,2, dan 3 pada suhu 4°C. Sedangkan asap cair komersial pada konsentrasi 0.4% dapat mengurangi jumlah bakteri *Y. enterocolitica*

sebesar 3.7 log CFU/ml pada hari ke-21 penyimpanan suhu refrigerasi. Selanjutnya Milly *et al.* (2005) menyatakan bahwa nilai MIC asap cair komersial 0.75% dapat menghambat *Lactobacillus plantarum*, 1.5% dapat menghambat *L. innocua*, *Salmonella*, *E. coli* 8677, *Saccharomyces cerevisiae*, dan *Aspergillus niger*, serta 2% dapat menghambat *Pseudomonas putida*.

Selain sebagai pengawet karena mempunyai senyawa antimikroba, ternyata selama ini asap cair telah banyak dimanfaatkan dalam industri pangan sebagai pemberi aroma dan citarasa, memperbaiki tekstur dan warna terutama produk daging, ikan dan keju (Meier, 2009; Martinez, Salmeron, Maria, Guillen, & Casas, 2011; Lingbeck *et al.*, 2014). Menurut Girard (1992) senyawa kimia yang berperan sebagai pemberi aroma adalah fenol dan karbonil, sedangkan senyawa yang berperan untuk memperbaiki tekstur adalah formaldehid, selanjutnya senyawa yang berperan dalam memperbaiki warna adalah karbonil.

METODE PENGGUNAAN ASAP CAIR PADA PRODUK PANGAN

Kostyra & Pikielna (2007), Martinez, Salmero, Guillen, & Casas (2007) dan Rozum (2014) menyatakan bahwa metoda penggunaan asap cair pada produk pangan ada beberapa macam yaitu :

- 1) Pencampuran (penggunaan langsung ke dalam adonan produk makanan). Metode ini biasanya digunakan pada produk daging olahan, dimana asap cair ditambahkan dalam jumlah yang bervariasi 0,5-0.8% ke dalam penggilingan. Metode ini dapat digunakan untuk ikan, emulsi daging, bumbu daging panggang, sosis, keju oles, mayonnaise dan lain-lain.
- 2) Penyemprotan. Penyemprotan larutan asap cair di atas produk merupakan cara utama penggunaan asap cair dalam pengolahan pangan secara kontinyu.
- 3) Pencelupan. Pencelupan atau perendaman dapat menghasilkan mutu organoleptik yang tinggi terutama pada hasil produk olahan daging, sosis dan keju Italia.

- 4) Penyuntikkan. Metode ini biasanya diaplikasikan pada daging terutama daging bagian perut, asap cair disuntikkan dalam jumlah bervariasi antara 0,2-1,0% akan memberikan flavor yang seragam.
- 5) Pencampuran asap cair dalam air perebusan. Metode pencampuran asap cair pada air perebusan bisa digunakan dalam pengolahan fillet ikan asap, bandeng presto maupun bakso. Asap cair dicampurkan dalam air yang digunakan untuk merebus maupun mengukus produk perikanan. Kelebihan metode ini, komponen-komponen asap cair lebih banyak yang terdistribusi ke bagian dalam produk sekaligus melapisi bagian luar produk.

PRODUK PANGAN YANG DAPAT DIAWETKAN OLEH ASAP CAIR

Hasil penelitian Haras (2004) melaporkan bahwa ikan cakalang yang direndam dalam asap cair tempurung kelapa 2% selama 15 menit dan disimpan pada suhu kamar mulai mengalami kemunduran mutu pada hari ke-4. Kemudian Febriani (2006) melaporkan bahwa ikan belut yang direndam asap cair tempurung kelapa konsentrasi 30% selama 15 menit dapat awet pada suhu kamar sampai hari ke-9. Sedangkan Gumanti (2006) melaporkan bahwa mie basah yang dicampur asap cair tempurung kelapa konsentrasi 0,09% dalam adonannya dapat awet hingga 2 hari pada suhu kamar. Ikan kembung yang direndam dalam redistilat asap cair tempurung kelapa dengan dosis 1.55 mg/100 g selama 30 detik dan dikombinasi dengan penambahan bumbu-bumbu, dapat meminimalkan kandungan histamin selama 20 hari penyimpanan pada suhu dingin 5°C (Mahendradatta & Tawali, 2006).

Pemberian asap cair 15% dapat mengawetkan nugget daging ayam dengan lama penyimpanan 21 hari pada suhu penyimpanan 4±1°C (Susalam, 2012). Ernawati *et al.* (2012) mendapatkan bahwa sosis ikan lele dumbo yang direndam dalam asap cair konsentrasi 20% selama 30 menit dapat menekan tingkat oksidasi selama penyimpanan, disamping itu sosis cenderung lebih stabil disimpan selama 60

jam pada suhu kamar daripada sosis tanpa perlakuan asap cair. Zuraida *et al.* (2009) melaporkan bahwa pada percobaan bakso ikan dengan dosis 2,5% asap cair dalam air perebus bakso mampu memperpanjang umur simpan bakso ikan selama 16 jam pada suhu kamar 27-28°C dan 8 hari pada suhu penyimpanan 4±1°C.

Produk tahu yang direndam asap cair dengan konsentrasi 0,5% dapat bertahan selama 56 jam pada suhu kamar dibanding tahu tanpa perlakuan asap cair yang hanya bertahan 16 jam pada suhu kamar (Ginayati *et al.*, 2015). Pada pembuatan ikan asin dengan kombinasi pengawet NaCl 30% dan asap cair 2% mempunyai daya simpan selama 63 hari, berikut tampilan warna dan tekstur yang lebih baik dibandingkan tanpa asap cair (Edinov *et al.*, 2013).

Nursiwi *et al.* (2013) melaporkan bahwa telur asin yang dibuat dengan penambahan asap cair dengan konsentrasi 0,5% dan lama perendaman 8 hari memiliki rasa yang lebih enak dibanding tanpa penambahan asap cair. Begitupun Himawati (2010) melaporkan bahwa pada pembuatan pindang ikan layang (*Decapterus spp*) dengan penambahan asap cair konsentrasi 2% mempunyai daya simpan 6 hari dibanding tanpa asap cair yang mempunyai daya simpan 2-4 hari.

Selanjutnya Siskos *et al.* (2007) melaporkan bahwa asap cair komersial konsentrasi 2% dalam 2 liter air pengukus filet ikan trout (*Salmo gairdnerii*) yang dikombinasi dengan waktu pengukusan selama 30 menit dapat mengawetkan filet ikan trout sampai 25 hari pada suhu penyimpanan 4±1°C, adapun filet ikan trout dengan kombinasi asap cair dan waktu pengukusan selama 45 menit dan 60 menit dapat awet hingga 48 hari.

PENUTUP

Asap cair kayu karet dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengawet pangan seperti tahu, mie basah, bakso, ikan asin, ikan pindang dan sejenisnya. Asap cair merupakan alternatif terbaik menggantikan pengawet berbahaya seperti formalin yang sering dimanfaatkan

sebagai pengawet oleh produsen pangan yang tidak bertanggung jawab. Disamping itu, asap cair mempunyai beberapa keunggulan yaitu dapat berperan sebagai pemberi aroma, citarasa serta memperbaiki tekstur dan warna pada produk pangan yang diawetkan dibandingkan dengan pengawet pangan lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Bisniscom. (2017). Luas peremajaan kebun karet naik. Retrieved from <http://industri.bisnis.com/read/20170820/9/682418/luas-peremajaan-kebun-karet-naik>
- Budijanto, S., R. Hasbullah, S. Prabawati, Setiajit, Sukarno, & Zuraida, I. (2008). Kajian keamanan asap cair tempurung kelapa untuk produk pangan. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 13(3), 194-203.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. (2012). *Pedoman teknis peremajaan tanaman karet tahun 2012*. Jakarta: Departemen Pertanian.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. (2015). *Pedoman pengembangan tanaman karet tahun 2015*. Jakarta: Kementerian Pertanian.
- Darmadji. (2009). *Teknologi asap cair dan aplikasinya pada pangan dan hasil pertanian*. (Pidato Pengukuhan jabatan Guru Besar dalam Bidang Teknologi Pangan dan Pertanian pada Fakultas Teknologi Pertanian UGM, Yogyakarta).
- Darmadji, P., Oramahi, H. A., Haryadi, & Armunanto, R. (2001). Optimasi produk dan sifat fungsional asap cair kayu karet. *Agritech*, 20(3), 147-155.
- Edinov, S., Yefrida, Indrawati, & Refilda. (2013). Pemanfaatan asap cair tempurung kelapa pada pembuatan ikan kering dan penentuan kadar air, abu serta proteinnya. *Jurnal Kimia Unand*, 2(2), 29-35.
- Ernawati, Purnomo, H., & Estiasih, T. (2012). Efek antioksidan asap cair terhadap stabilitas oksidasi sosis ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*) selama penyimpanan. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 13(2), 119-124.
- Fachri, Yohanes, & Riyawan, E. (2015). Kajian potensi limbah kayu industry saw mill untuk produk panel ringan berongga berbasis teknologi laminasi. *Annual Civil Engineering Seminar 2015, Pekanbaru*.
- Febriani, R.A. (2006). *Pengaruh konsentrasi larutan asap cair terhadap mutu belut (Monopterus albus) asap yang disimpan pada suhu kamar*. (Skripsi Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Bogor).
- Ginayati, L., Faisal, M., & Suhendrayana. (2015). Pemanfaatan asap cair dari pirolisis cangkang kelapa sawit sebagai pengawet alami tahu. *Jurnal Teknik Kimia*, 4(3), 7-13.
- Girard, J. P. (1992). *Technologi of meat and meat products*. New York: Clermont-Ferrand Ellis Horwood.
- Guillen, M. D., Sopelana, P., Partearroyo, M. A. (2000). Polycyclic aromatic hydrocarbons in liquid smoke flavorings obtained from different types of wood, effect of storage in polyethylene flasks on their concentrations. *J. Agric. Food Chem.*, 48, 5083-6087.
- Gumanti, F. M. (2006). kajian sistem produksi destilat asap tempurung kelapa dan pemanfaatannya sebagai alternatif bahan pengawet mie basah. (Skripsi Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor).
- Hadiwiyoto, S., Darmadji, P., & Purwasari, S. R. (2000). Perbandingan pengasapan panas dan penggunaan asap cair pada pengolahan ikan: Tinjauan kandungan benzopiren, fenol, dan sifat organoleptik ikan asap. *Agritech*, 20, 14-19.
- Haji, A. G., Masud, Z. A., Lay, B. W., Sutjahjo, S. H., & Pari, G. (2007). Karakteristik asap cair hasil pirolisis sampah organik padat. *J. Tek. Ind. Pert.*, 16(3), 111-118.
- Haras, A. (2004). *Pengaruh konsentrasi asap cair dan lama perendaman terhadap mutu fillet cakalang (Katsuwonus pelamis L) asap yang disimpan pada suhu kamar*. (Skripsi Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor).

- Hart, H., Craine, L. E., & Hart, D. J. (2003). *Kimia organik*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Himawati, E. (2010). Pengaruh penambahan asap cair tempurung kelapa destilasi dan redistilasi terhadap sifat kimia, mikrobiologi dan sensoris ikan pindang layang (*decapterus spp*) selama penyimpanan. (Skripsi Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret, Solo).
- Kazerouni, N., Sinha, R., Hsu, C. H., Greenberg, A., & Rothman, N. (2001). Analysis of 200 food items for benzo[*a*]pyrene and estimation of its intake in an epidemiologic study. *Food and Chem. Toxicol.*, 39, 423-436.
- Kostyra E. and N.B. Pikielna. 2007. The effect of fat levels and guar gum addition in mayonnaise-type emulsions on the sensory perception of smoke-curing flavour and salty taste. *Food Qual.and Pref.*18:872-879.
- Leha, M. A. (2010). Aplikasi asap cair sebagai biopresevatif dalam bahan pangan ikan cakalang asap. *Prosiding Seminar Nasional Basic Science II 2 Juli 2010*.
- Lingbeck, J. M., Cordero, P., O'Bryan, C. A., Johnson, M. G., Rieke, S. C., & Crandall, P. G. (2014). Functionality of liquid smoke as an all natural antimicrobial in food preservation. *Meat Science*, 97, 197-206.
- Mahendradatta, M., & Tawali, A. B. (2006). Kombinasi bumbu dan asap cair dalam meminimalkan pembentukan histamin pada ikan kembung (*Rastrelliger neglectus*) asap. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pangan*, 17,143-148.
- Martinez, O., Salmero, J., Guillen, M. D., & Casas, C. (2007). Textural and physicochemical changes in salmon (*Salmo salar*) treated with commercial liquid smoke flavourings. *Food Chem.*, 100, 498-503.
- Martinez, O., Salmeron, J., Maria, D., Guillen, M. D., & Casas, C. (2011). Characteristics of dry and brine salted salmon later treated with liquid smoke flavouring. *Agricultural and Food Science*, 20, 217-227.
- Meier, D. (2009). Addives: Smoke flavoring. In L. M. L. Nollet & F. Toldra (Eds.). *Handbook of Processed Meat and Poultry Analysis*. CRC Press Taylor & Francis Group, Boca Raton, USA.
- Meilgaard, M. C., Civile, G. V., & Carr, B. T. (2006). *Sensory evaluation techniques* (4th ed.). Boca Raton, Florida: CRC Press LLC.
- Milly, P. J. (2003). *Antimicrobial properties of liquid smoke fractions*. (Thesis Master of Science University of Georgia, Athens, Georgia).
- Milly, P. J., Toledo, R. T., & Ramakrishnan, S. (2005). Determination of minimum inhibitory concentrations of liquid smoke fractions. *Journal of Food Science*, 70, 12-17.
- Montazeri, N., Oliveira, A. C. M., Himelbloom, B .H., Leigh, M. B., & Crapo, C. A. (2013). Chemical characterization of commercial liquid smoke products. *Food Science and Nutrition*, 1, 102-115.
- Nursiwi, A., Darmadji, P., & Kanoni, S. (2013). Pengaruh penambahan asap cair terhadap sifat kimia dan sensori telur asin rasa asap. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 6(2), 82-89.
- Rozum, J. (2014). In A. Borrrys (Ed.), *Liquid smoke (smoked condensated) application, Encyclopedia of Meat Science* (Volume 3). Maniwoc, USA: Elsevier Ltd.
- Saloko, S., Darmadji, P., Setiaji, B., & Pranoto, Y. (2014). Antioxidative and antimicrobial activities of liquid smoke nanocapsules using chitosan and maltodextrin and its application on tuna fish preservation. *Food Biopscience*, 7, 71-79.
- Simon, R., de la Calle, B., Palme, S., Meier, D., & Anklam, E. (2005). Composition and analysis of liquid smoke flavoring primary products. *Journal of Separation Science*, 28, 871-882.
- Siskos, I., Zotos, A., Melidou, S., & Tsikritzi R. 2007. The effect of liquid smoking of fillets of trout (*Salmo gairdnerii*) on sensory, microbiological and chemical change during chilled storage. *Food Chemistry*, 101, 458-464.
- Soares, J. M., Franklin da Silva, P., Puton, B. M. S., Brustolin, A. P., Cansian, R. L., Dallago, R.,M., & Valduga, E. (2016).

- Antimicrobial and antioxidant activity of liquid smoke and its potential application to bacon. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 16,1-40.
- Soldera, S., Sabastianutto, N., & Bortolomeazzi, R. (2008). Composition of phenolic compound and antioxidant activity commercial aqueous smoke flavorings. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56, 2727-2734.
- Stolyhwo, A., & Sikorski, Z. E. (2005). Polycyclic aromatic hydrocarbons in smoked fish: A critical review. *Food Chemistry*, 91, 303-311.
- Sunen, E., Fernandez-Galian, B., & Aristimuno, C. (2001). Antibacterial activity of smoke wood condensates against *Aeromonas hydrophila*, *Yersiniaenterolitica* and *Listeria monocytogenes* at low temperature. *Food Microbiology*, 18, 387-393.
- Susalam, M. K. 2012. *Pengaruh penggunaan asap cair sebagai pengawet terhadap kualitas nugget daging ayam*. (Tesis Program Studi Ilmu Peternakan, Program Pascasarjana, Universitas Andalas, Padang).
- Towaha, J., Aunillah, A., & Purwanto, E. H. (2013). Pemanfaatan asap cair kayu karet dan tempurung kelapa untuk penanganan polusi udara pada lump. *Jurnal Tanaman Industri dan Penyegar*, 4(1), 71-80.
- Vivas, N., Absalon, C., Soulie, P., & Fouquet E. (2006). Pyrolysis-gas chromatography mass spectrometry of *Quercus* sp. wood. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 75, 181-193.
- Yefrida, Y., Putri, K., Silvianti, R., Lucia, N., Refilda, & Indrawati. (2008). Pembuatan asap cair dari limbah kayu suren (*Toonasureni*), sabut kelapa dan tempurung kelapa (*Cocosnucifera Linn*). *Jurnal Riset Kimia*, 1(2)0, 16-25.
- Young-Hun, P., Jinsoo, K., Seung-So, K., & Young-Kwon, P. (2008). Pyrolysis characteristic and kinetics of oak tree using thermogravimetric analyzer and micro-tubing reactor. *Bioresource Technology*, 100, 400-405.
- Zuraida, I., Hasbullah, R., Sukarno, S. Bidijanto, Prabawati, S., & Setiadjit. (2009). Aktivitas antibakteri asap cair dan daya awetnya terhadap bakso ikan. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 14(1), 41-49.

AGROFORESTRI KARET DI INDONESIA

RUBBER AGROFORESTRY IN INDONESIA

Dewi Nur Rokhmah dan Iing Sobari

Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar
Jl. Raya Pakuwon – Parungkuda km. 2 Sukabumi, 43357
Telp. (0266) 6542181, Faks. (0266) 6542087
dewi.nur.rokhmah@gmail.com

ABSTRAK

Keterbatasan lahan pertanian mendorong petani membuka lahan baru di kawasan hutan dengan cara menebang dan membongkar pepohonan, serta membakar sisa tanaman dan semak belukar. Alih guna lahan hutan menyebabkan lahan hutan menjadi kritis karena kehilangan vegetasi penutup. Salah satu upaya untuk mengatasi masalah tersebut adalah melalui penerapan agroforestri berbasis karet terutama pada kawasan hutan lindung. Agroforestri karet merupakan pola pencampuran tanaman karet dengan tanaman lainnya. Agroforestri karet yang sudah dikembangkan petani berperan dalam konservasi lahan, air, dan keanekaragaman hayati, serta menambah unsur hara, cadangan karbon, dan meningkatkan pendapatan petani. Masalah utama yang dihadapi dalam agroforestri karet adalah masih rendahnya produktifitas tanaman. Hal ini dapat diatasi dengan penggunaan klon unggul yang memiliki produktivitas tinggi, juga melakukan praktek budi daya sesuai anjuran, dan memperkaya jenis tanaman atau tumbuhan lain yang memiliki nilai ekonomis tinggi. Makalah ini bertujuan mengidentifikasi peran agroforestri berbasis karet terhadap lingkungan dan ekonomi petani, serta prospek pengembangannya di Indonesia.

Kata kunci : Agroforestri, karet, konservasi, lingkungan

ABSTRACT

Limited availability of agricultural land encourages farmers to open new land in forest areas, by cutting and clearing trees and burning crop waste and bushes. One of the consequences is the land becomes critical due to vegetation loss. One effort to overcome the problem is through the implementation of rubber-based agroforestry, especially at protected forests. Rubber agroforestry is intercropping rubber with other plants. Rubber agroforestry developed by farmers has a role in conserving land, water and biodiversity, adding nutrients, increasing carbon stocks, and increasing farmer income. The main problem of rubber agroforestry is low productivity. The use of superior clones that have high productivity and Good Agricultural Practices (GAP), and cultivating plants that have high economic value are the solution for the issue. This paper aims to identify the role of rubber-based agroforestry on the environment and the farming economy, as well as the prospects for its development in Indonesia.

Key words: Agroforestry conservation, environment, rubber,

PENDAHULUAN

Alih guna lahan hutan menjadi lahan pertanian, perkebunan, pemukiman, maupun peruntukan lainnya sangat sulit untuk dihindari akibat pertumbuhan penduduk yang tinggi. Sejumlah hasil penelitian menunjukkan adanya dampak negatif dari alih guna lahan hutan menjadi lahan pertanian ataupun lahan usaha lainnya (Dariah *et al.*, 2004). Pada umumnya masyarakat membuka hutan dengan cara menebang pohon kemudian membakarnya, sehingga menjadi ancaman bagi keberadaan wilayah hutan (Muniarti *et al.*, 2008). Alih guna lahan hutan menyebabkan lahan hutan menjadi kehilangan vegetasi penutup. Kondisi ini menyebabkan fungsi hutan sebagai penyangga

air, pengendali erosi, pengatur iklim mikro, siklus hara, dan retensi karbon semakin berkurang (Supriadi & Pranowo, 2015). Hal ini menyebabkan degradasi serapan karbon pepohonan, seresah, dan organik tanah, serta meningkatkan kehilangan karbon melalui erosi (Monde *et al.*, 2008), serta menyebabkan berbagai kerusakan lingkungan seperti banjir, longsor, peningkatan efek rumah kaca (Jusmaliani, 2008).

Lahan hutan oleh petani umumnya dijadikan lahan untuk pengembangan tanaman perkebunan seperti karet (*Hevea brasiliensis*), kopi (*Coffe* sp.), kakao (*Theobroma cacao*), serta tanaman pertanian seperti padi (*Oryza sativa*), jagung (*Zea mays*) (Supriadi & Pranowo, 2015), serta tanaman pangan lainnya.

Agroforestri menjadi salah satu upaya yang dapat ditawarkan untuk mengatasi kebutuhan akan lahan dengan tetap memperhatikan kelestarian lingkungan dan fungsi hutan. Agroforestri mampu menyediakan layanan lingkungan hampir sama dengan hutan serta mampu memenuhi kebutuhan ekonomi petani (Sukmawati, Arkeman, & Maarif, 2014). Sistem agroforestri banyak diterapkan di Indonesia, salah satunya adalah agroforestry berbasis karet. Tanaman karet (*Hevea brasiliensis*) merupakan salah satu tanaman penghasil getah, memiliki sifat-sifat yang dimiliki oleh tanaman hutan, baik dari ekologi maupun ekonominya. Selain itu tanaman karet juga merupakan penghasil kayu, penambat karbon, dan sebagai tanaman konservasi (Nugroho, 2012), sehingga tanaman ini cocok dikembangkan dalam sistem agroforestri.

Perkebunan karet di Indonesia berdasarkan intensitas pengelolaannya dapat diklasifikasikan menjadi empat sistem, yaitu: monokultur, agroforestri sederhana, kompleks, dan sangat kompleks. Pada perkebunan sistem monokultur, tanaman karet dikelola secara intensif dan hanya memiliki kurang dari 1% pohon non-karet yang tumbuh secara alami di lahan. Sementara pada agroforestri sederhana,

tanaman karet dikelola kurang intensif dan terdapat 30% tanaman non karet yang sengaja ditanam atau dipertahankan dari regenerasi alami di lahan tersebut. Agroforestri karet kompleks memiliki lebih dari 30% luas lahan ditempati spesies tanaman selain karet, dan agroforestri karet sangat kompleks merupakan kebun karet tua dan memiliki spesies tanaman non karet sebesar 60% luas lahan (Pye-Smith, 2013).

Perkebunan karet monokultur memberikan hasil lebih besar dibandingkan dengan agroforestri karet, tetapi monokultur karet juga menimbulkan kerugian terutama bagi kelestarian lingkungan (Sukmawati, Arkeman, & Maarif, 2014). Perbandingan monokultur karet dan agroforestri karet ditampilkan pada Tabel 1. Agroforestri karet memiliki keunggulan, selain melestarikan lingkungan juga dapat menambah pendapatan, mengurangi resiko kegagalan, dan sebagai sumber pemenuhan kebutuhan pangan lainnya, serta kebutuhan akan kayu selain dari kayu hutan yang semakin sedikit. Selain itu, agroforestri karet mampu menyediakan getah karet yang berasal dari pengelolaan sumber daya alam yang lestari (Muntasyarah, 2006).

Tabel 1. Perbandingan kebun karet monokultur dan agroforestri karet
Table 1. Comparison of monoculture rubber and rubber agroforestry

Aspek	Kebun monokultur karet	Agroforestri karet
Kemampuan menjaga hara	Kurang mampu	Mampu
Fungsi konservasi tanah dan air	Kurang mampu	Mampu
Fungsi konservasi flora fauna	Tidak mampu	Mampu
Produksi getah karet	Lebih banyak	Lebih sedikit
Keberagaman hasil	Hanya 1 jenis	Banyak
Kemudahan perawatan	Lebih sulit dan lebih mahal	Sangat mudah dan murah

Sumber/Source: De Foresta *et al.* (2000)

Agroforestri karet telah diterapkan oleh petani di beberapa daerah. Di Lampung Utara, terdapat beberapa pola agroforestri karet, yaitu karet klonal dikelilingi pohon kayu, karet klonal monokultur, karet klonal-kayu campuran, karet-jengkol (Wulandari, 2009). Masyarakat di Kabupaten Bungo, Provinsi Jambi sejak awal abad 20 telah mengelola agroforestri karet

dengan memadukan tanaman karet dengan tanaman keras lainnya dan telah mampu mencukupi kebutuhan hidup mereka (Muntasyarah, 2006). Penanaman karet rakyat dengan pencampuran tanaman lainnya merupakan suatu bentuk agroforestri karet yang menyerupai hutan sekunder dengan tegakan-

tegakan lebat dan pohon-pohon rendah (Rasnovi, 2006).

Sekarang ini ada kecenderungan global untuk memperlakukan lingkungan hidup dengan cara lebih bersahabat. Sistem agroforestri, termasuk agroforestri karet, merupakan sistem pertanian berkelanjutan dan memiliki nilai kearifan dalam pengelolaan lahan. Kontribusi terhadap lingkungan yang diberikan oleh sistem ini hampir sama dengan hutan sekunder. Selain berperan dalam konservasi lingkungan, pada saat yang sama agroforestri ini dapat memenuhi kepentingan sosial dan ekonomi (Rasnovi, 2006).

Makalah ini bertujuan mengidentifikasi peran agroforestri berbasis karet terhadap lingkungan dan ekonomi petani, serta pengembangannya di Indonesia.

DEFINISI DAN PERAN AGROFORESTRI BERBASIS KARET

Definisi

Agroforestri merupakan sistem pengelolaan lahan berdasarkan kelestarian, bertujuan untuk meningkatkan hasil dengan mengkombinasikan tanaman pertanian, tanaman hutan, dan atau hewan secara bersamaan atau berurutan pada lahan yang sama dan menerapkan cara pengelolaan yang sesuai dengan kebudayaan masyarakat setempat (Widiyanto, 2013). Agroforestri bertujuan untuk meningkatkan produktifitas lahan berupa hasil hutan, pertanian, peternakan/perikanan sehingga masyarakat dapat memperoleh hasil dalam jangka pendek, menengah, dan jangka panjang (Butarbutar, 2012).

De Foresta & Michon (1997) mengelompokkan agroforestri menjadi dua sistem, yaitu sistem agroforestri sederhana dan sistem agroforestri kompleks. Agroforestri sederhana adalah pepohonan ditanam secara tumpang sari dengan satu atau lebih jenis tanaman semusim. Pepohonan ditanam sebagai pagar mengelilingi petak tanaman pangan, secara acak dalam petak lahan, atau ditanam berbaris dalam larikan. Sedangkan agroforestri kompleks melibatkan banyak jenis tanaman

pohon, baik sengaja ditanam maupun yang tumbuh secara alami dengan ekosistem menyerupai hutan.

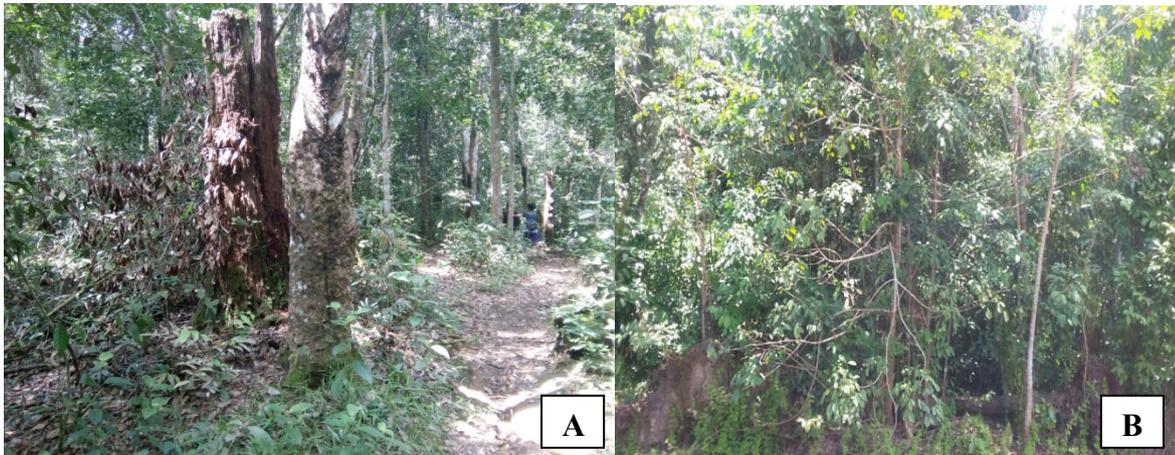
Agroforestri mempunyai susunan kanopi tajuk berjenjang dan kedalaman perakaran yang berbeda pula. Susunan kanopi dan akar yang berjenjang ini membuat tanaman memanfaatkan sinar matahari dan tanah berlapis-lapis untuk meningkatkan produktivitas lahan. Sebagai contoh, pada sebidang lahan ditanami tanaman pohon dengan kanopi tinggi dan lebar, di bawahnya ditanami kopi yang memerlukan naungan untuk berproduksi. Lapisan terbawah dekat permukaan tanah ditanami palawija atau tanaman semusim yang toleran terhadap naungan. Pohon yang memiliki perakaran dalam akan mengambil hara dari tanah lebih dalam, kemudian mentransfer ke permukaan tanah melalui luruhnya biomasa (Fitriani & Fauzi, 2011).

Terdapat lima tipe agroforestri ditinjau dari komponen penyusunnya. *Agrisilvikultur*, yaitu mengkombinasikan tanaman berkayu dan tanaman pertanian dalam satu hamparan lahan. *Silvopastura*, yaitu mencakup pengembangan ternak pada areal padang rumput bersama-sama dengan tanaman berkayu. *Agrosilvopastura*, yaitu mencakup tiga kategori campuran tanaman berkayu, tanaman pertanian, dan ternak. *Silvofishey*, yaitu bentuk agroforestri yang merupakan campuran kegiatan tanaman dengan usaha perikanan. *Farm forestry*, yaitu bentuk agroforestri yang merupakan campuran kegiatan tanaman kehutanan dan tanaman pertanian, dimana pepohonan bukan tanaman utama (Nair, 1993 dalam Aryadi, Agustina, Prihatiningsih, 2013).

Salah satu bentuk agrisilvikultur adalah agroforestri karet. Agroforestri karet merupakan pola pencampuran karet dengan tanaman lainnya untuk meningkatkan hasil panen dalam satu hamparan lahan, yaitu karet sebagai hasil utama dan hasil sampingan seperti buah-buahan, kayu, dan lainnya dengan sistem intensifikasi. Agroforestri karet mempunyai struktur vegetasi berlapis karena umur tanaman karet yang tidak seragam. Petani biasanya memelihara anakan karet yang tumbuh sendiri pada tempat yang masih terbuka ataupun pada

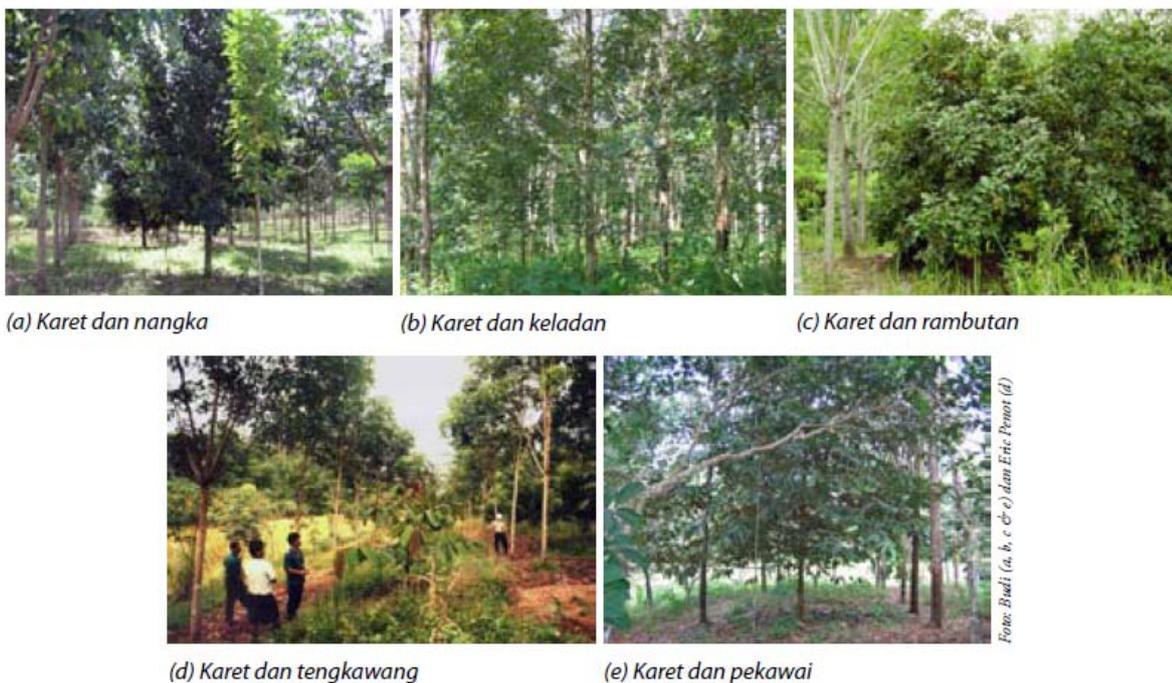
tempat bekas pohon karet yang telah mati (Joshi *et al.*, 2002). Beberapa contoh agroforestry

karet ditampilkan pada Gambar 1 dan Gambar 2.



Gambar 1. Agroforestri karet di daerah Jujuhan, Muara Bungo, Jambi dengan kondisi tanaman karet telah disadap (A); Agrofoestri karet di daerah Matan Hilir Selatan, Ketapang, Kalimantan Barat dengan kondisi tanaman belum disadap (B)

Figure 1. Rubber agroforestry in Jujuhan, Muara Bungo, Jambi with tapped rubber (A); Rubber agroforestry in Matan Hilir Selatan, Ketapang, West Kalimantan with untapped rubber (B)



Gambar 2. Kombinasi tanaman karet dengan tanaman buah dan kayu (Budi *et al.*, 2008).

Figure 2. Intercropping rubber with fruit and wood plants (Budi *et al.*, 2008).

Peran

Pengelolaan agroforestri karet ini memiliki dua keuntungan, yaitu manfaat ekologis dan keuntungan ekonomis bagi masyarakat setempat. Agroforestri akan menambah fungsi hutan,

yaitu melestarikan hutan yang berbasis kerakyatan, manajemen pada daerah aliran sungai (Wulandari, 2009), serta menciptakan kelestarian lingkungan dan ekosistem di dalamnya. Selain itu, agroforestri berperan

sebagai penyerap karbon, menjaga dan meningkatkan kesuburan tanah, konservasi dan keanekaragaman hayati, serta menjaga dan meningkatkan kualitas udara dan air (Jose, 2009).

Konservasi Lahan

Tanaman penutup tanah yang ada pada agroforestri karet memiliki peran yang sama dengan vegetasi penutup tanah di hutan, yaitu sebagai pengendali erosi dan dapat mengurangi tingkat degradasi lahan. Vegetasi dan lapisan seresah melindungi permukaan tanah dari pukulan langsung tetes air hujan yang dapat menghancurkan agregat tanah menjadi partikel-partikel yang mudah hanyut oleh aliran air (Pye-Smith, 2013).

Agroforestri karet setelah 5 tahun dapat memperbaiki degradasi lahan yang diakibatkan oleh penanaman karet secara monokultur. Agroforestri karet akan mengurangi kerapatan tanah, meningkatkan porositas tanah, meningkatkan kapasitas penyerapan air, meningkatkan kapasitas drainase, dan mengoptimalkan struktur tanah. Kondisi iklim mikro pada agroforestri karet sangat sesuai untuk perkembangan mikroorganisme tanah. Lapisan seresah menyebabkan lapisan tanah menjadi lembap, akan menambah bahan organik tanah, dan menjadi sumber makanan bagi mikroba tanah sehingga meningkatkan kegiatan biologi tanah dan perakaran (Lestari & Premono, 2014; Jiang *et al.*, 2017). Kegiatan mikroba tanah ini berpengaruh terhadap perbaikan sifat fisik dan kimia tanah (Jiang *et al.*, 2017).

Konservasi Air

Agroforestri sebagai salah satu bentuk tutupan vegetasi yang menyerupai hutan memiliki potensi untuk mengatur tata air (Widiyanto, 2013). Agroforestri berfungsi dalam konservasi air melalui proses intersepsi air hujan, infiltrasi air, serapan air, dan drainase lanskap. Tutupan lahan oleh pepohonan dan vegetasi lainnya akan memengaruhi aliran air, dapat mengintersepsi dan menyimpan air hujan dalam bentuk lapisan tipis air pada permukaan daun dan batang yang selanjutnya mengalami

evaporasi sebelum jatuh ke tanah (Van Noordwijk *et al.*, 2004).

Agroforestri berperan sebagai penerima, penyimpan, penyalur, dan pelepas air (Widiyanto, 2013). Tanaman akan menyerap air dari berbagai lapisan tanah (Van Noordwijk *et al.*, 2004). Sistem agroforestri yang berbasis pohon memiliki perakaran yang dalam sehingga mampu menyerap air dan zat hara lebih besar yang akan sangat berguna ketika musim kering. Hal ini menjadikan agroforestri mampu mempertahankan dan meningkatkan ketersediaan air dalam lapisan perakaran (Verchot *et al.*, 2007).

Konservasi Keanekaragaman Hayati

Proses pembuatan agroforestri karet yang memiliki masa bera selama 8-10 tahun mampu menumbuhkan berbagai jenis tanaman liar di sela-sela pohon karet. Keanekaragaman tumbuhan pada agroforestry karet bisa menyerupai vegetasi hutan karena berbagai jenis tumbuhan selain karet dibiarkan hidup dan menampung berbagai jenis vegetasi dari hutan (Ningsih, 2009). Hal ini bisa dilihat pada Tabel 2.

Agroforestri karet dapat menampung keanekaragaman hayati dari hutan di sekelilingnya dan berperan sebagai koridor dalam bagi hewan yang membutuhkan wilayah sebaran yang luas (Rasnovi, 2006). Agroforestri karet ini mampu menampung 60% jenis burung yang berasal dari hutan (Beukema, Danielsen, Vincent, Hardiwinoto, & van Andel, 2007). Penelitian di Kabupaten Bungo, Jambi menemukan bahwa kebun karet dengan sistem agroforestri kompleks menjadi habitat bagi 689 jenis pohon kayu, mamalia, dan burung (Pye-Smith, 2013). Pergerakan satwa dalam mencari makanan di agroforestri karet ini secara tidak langsung membantu penyerbukan dan pemencaran biji yang berperan dalam regenerasi tumbuhan (Soeharto, 2010).

Tabel 2. Perbandingan jumlah dan jenis lima suku pohon di agroforestri karet dan hutan di Kabupaten Bungo, Jambi

Table 2. Comparison of the amount and type of 5 tree crops in rubber agroforestry in Bungo Resident, Jambi

Nama suku	Jumlah jenis	jumlah individu/ha	Spesies paling melimpah
Agroforestri karet			
Euphorbiace	90	891	<i>Hevea brasiliensis</i>
Rubiace	53	502	<i>Psychotriaviridi flora</i>
Laurace	48	161	<i>Litsea firma</i>
Myrtace	41	397	<i>Syzygium polyanthum</i>
Meliace	34	46	<i>Lansium domesticum</i>
Hutan			
Euphorbiace	72	2490	<i>Agrostistachys sp</i>
Rubiace	44	530	<i>Actinodaph neprocera</i>
Laurace	39	717	<i>Syzygium attenuata</i>
Myrtace	39	447	<i>Urophyllum ferrugineum</i>
Meliace	32	225	<i>Aglaia lawii</i>

Sumber: Rasnovi (2012)

Source: Rasnovi (2012)

Penambah Unsur Hara

Manfaat lain dari adanya agroforestri ini adalah terjadinya siklus hara yang efisien sehingga mendukung produktivitas lahan melalui peningkatan kesuburan tanah oleh mikroba tanah. Seresah tanaman menyediakan bahan organik yang meningkatkan populasi mikroba tanah yang aktif menyerap dan menyediakan hara bagi tanaman pada agroforestri tersebut (Widiyanto, 2013). Siklus unsur hara pada agroforestri karet hampir tertutup seperti pada hutan alam (Joshi *et al.*, 2002). Mekanisme alam ini menyerupai ekosistem hutan, yaitu tanpa input dari luar, ekosistem mampu memelihara keberlangsungan produksi dalam jangka panjang (Fitriani & Fauzi, 2011).

Tanaman karet menggugurkan daunnya secara periodik pada setiap tahunnya ketika musim kemarau. Guguran daun akan terdekomposisi menjadi bahan organik yang bermanfaat dalam perbaikan sifat fisik dan kimia tanah. Tanah menjadi lebih gembur dan subur sehingga mempermudah intersepsi akar, memperbaiki aerasi dan agregat tanah, dan

menciptakan kondisi lingkungan kondusif bagi mikroorganisme tanah (Munthe & Istianto, 2006).

Penambah Cadangan Karbon

Tanaman karet seperti halnya tanaman hutan lain, berperan sebagai penyerap CO₂. Tanaman karet mampu mengolah CO₂ sebagai sumber karbon yang digunakan untuk fotosintesis. Penerapan pola tumpangsari karet dan tanaman hutan akan semakin meningkatkan penyerapan CO₂ (Snoeck, 2013). Pengembangan agroforestri termasuk dalam aksi mitigasi dalam menghadapi perubahan iklim. Agroforestri karet yang telah berusia 60 tahun dapat menyimpan karbon setara dengan hutan sekunder berusia 25 tahun, yaitu 110 ton/ha (Pye-Smith, 2013). Hasil penelitian Sahuri (2016) menunjukkan penyerapan CO₂/tahun selama 10 tahun meningkat sebesar 30,13% atau 49,17 ton CO₂/ha dengan adanya agroforestri karet dengan tanaman trembesi dan jati dibandingkan monokultur karet. Hal ini terjadi melalui peningkatan jumlah biomassa pohon pada satu hektar lahan.

Pola agroforestri hutan karet-jengkol juga mempunyai potensi karbon yang tinggi, yaitu 116 Mg/ha dan keanekaragaman spesies paling tinggi. Waktu rotasi selama 40 tahun akan lebih

efisien bagi masyarakat karena tidak perlu melakukan peremajaan terlalu sering (Tabel 3) (Tomich *et al.*, 1998)

Tabel 3. Indikator karbon, keanekaragaman, dan waktu rotasi pada sistem agroforestri karet
Table 3. Carbon indicators, diversity, and rotation time in rubber agroforestry systems

Pola agroforestri	Pertukaran karbon (Mg/ha)	Keanekaragaman tanaman (jumlah spesies)	Waktu rotasi (tahun)
Karet klonal-pagar pohon kayu	103	27	30
Karet klonal-kayu campuran	103	30	35
Karet-jengkol	116	60	40
Karet klonal monokultur	97	25	30

Sumber/Source: Tomich *et al.* (1998)

Peningkatan Pendapatan

Manfaat ekonomis yang diperoleh dari agroforestri adalah terciptanya sistem diversifikasi sumber pendapatan dari pengelolaan lahan yang sama. Pendapatan yang diperoleh petani dari penerapan agroforestri lebih besar dibandingkan monokultur. Keanekaragaman tanaman dalam agroforestri karet berperan untuk menambah pemasukan keluarga dalam memenuhi kebutuhan hidup mereka sehari-hari. Sumber pendapatan masyarakat yang menerapkan agroforestri karet ini berasal dari hasil menyadap karet dan juga hasil lain dari buah-buahan, kayu bakar, kayu untuk bangunan, hewan, dan palawija sebagai hasil tambahan (Muntasyarah, 2006). Pertimbangan ekonomi ini menjadi salah satu motivasi petani dalam mengembangkan agroforestri.

Pemilihan jenis tanaman penyusun agroforestri perlu dilakukan agar hasilnya dapat memenuhi kebutuhan rumah tangga petani, baik jangka pendek, menengah, maupun panjang. Oleh karena itu penerapan agroforestri lebih menjamin kesinambungan pendapatan untuk memenuhi kebutuhan petani secara berjenjang dan mengurangi risiko kegagalan panen karena adanya diversifikasi pendapatan (Ruhimat, 2015). Petani bisa memperoleh uang dari perkebunan karet mereka untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Selain itu petani juga mendapatkan hasil dari tanaman buah seperti

durian dan kelapa, serta hasil pemanenan tanaman kayu seperti kayu bawang yang ditanam di sela-sela tanaman utama atau di pinggir lahan. Tanaman kayu ini menjadi tabungan bagi petani dan ditebang ketika ada kebutuhan mendadak, seperti biaya sekolah, biaya resepsi pernikahan (Lestari & Premono, 2014). Dengan demikian sistem agroforestri karet ini dapat meningkatkan pendapatan total rumah tangga petani (Ardi *et al.*, 2011).

Pola pemanfaatan lahan dengan sistem ini merupakan suatu model usaha tani yang memiliki peran penting bagi petani yang memiliki lahan terbatas. Pola usaha tani seperti ini memberikan kemungkinan bagi pemilik lahan untuk meningkatkan intensitas panen yang akhirnya memberikan tambahan output. Pola usaha tani agroforestri mampu mengatasi permasalahan kehidupan petani, terutama dalam memenuhi kebutuhan subsistemnya (Senoaji, 2012).

PENGELOLAAN AGROFORESTRI KARET

Pengelolaan kebun agroforestri karet di Sumatera dan Kalimantan terdiri dari beberapa tahap kegiatan, yaitu pembukaan lahan, penanaman, pemeliharaan, pemanenan, dan pemasaran. Pada tahap pembukaan lahan diawali dengan penebangan kayu hutan untuk dijadikan kebun, kemudian dilakukan

pembakaran tebang pohon dan semak belukarnya. Pada tahun pertama, kebun ditanami dengan padi dan palawija serta bibit karet dan bibit buah-buahan. Setelah padi dipanen, kebun masih ditanami palawija hingga tahun ketiga. Pada tahun ketiga, kebun dibiarkan dan hanya sesekali didatangi oleh petani. Pada tahap ini tanaman karet mulai tumbuh besar bersama dengan pohon jenis lain membentuk vegetasi semak (Rasnovi, 2006).

Pengelolaan agroforestri karet tidak menuntut perawatan yang rumit dan mahal seperti halnya pada kebun karet monokultur yang memerlukan pemupukan dan pembersihan lahan yang cukup intensif. Pengelolaan agroforestri karet dilakukan secara tradisional, dengan penerapan teknologi sederhana. Pada umumnya agroforestri karet dikelola secara minimal, tidak dilakukan pembersihan gulma dan pengendalian penyakit, serta tanpa pemupukan atau pemupukan yang minimal (Muntasyarah, 2006).

Hasil tanaman karet memberikan sumbangan pendapatan yang paling besar pada agroforestri karet. Oleh sebab itu, tanaman karet yang telah tua perlu diremajakan dengan tanaman karet klon unggul yang mempunyai produksi lateks lebih tinggi. Pada agroforestri karet di Tembawang, Kalimantan Barat, upaya peremajaan dengan menambah 350 pohon karet/ha dapat memberikan tambahan pendapatan masyarakat (Soeharto, 2010). Penggunaan klon unggul pada agroforestri karet adalah hal utama agar tanaman karet memiliki produktivitas tinggi. Selain itu diperlukan penerapan teknologi budi daya yang dianjurkan, mulai dari memilih bibit, persiapan lahan, penanaman, pemeliharaan, panen, dan pasca panen (Sukmawati, Arkeman, & Maarif, 2014).

PENGEMBANGAN AGROFORESTRI KARET DI INDONESIA

Berdasarkan beberapa hasil penelitian mengenai sistem agroforestri karet yang dilakukan di Indonesia, menunjukkan bahwa sistem tersebut mempunyai peran penting dalam menjaga kelestarian lingkungan dan

meningkatkan pendapatan petani. Namun demikian, hasil yang diperoleh dari sistem agroforestri berbasis karet belum optimal yang disebabkan oleh kurangnya pemahaman masyarakat akan pentingnya agroforestri karet ini.

Masalah utama agroforestri karet yang dihadapi petani adalah rendahnya produktifitas. Rendahnya produktivitas tersebut disebabkan karena sistem pengelolaan belum dilakukan secara intensif, terutama penggunaan bahan tanam asalan dan rendahnya tingkat pemeliharaan, seperti minimumnya pemupukan yang dilakukan (Budi *et al.*, 2008). Hal ini dapat diatasi dengan penggunaan klon unggul yang memiliki produktivitas tinggi dibandingkan dengan anakan karet alam. Selain itu juga dapat dilakukan dengan cara memperkaya jenis tanaman atau tumbuhan lain yang memiliki nilai ekonomis tinggi dan juga melakukan praktek budi daya sesuai anjuran. Pengayaan tanaman dengan jenis yang memiliki nilai ekonomi tinggi dilakukan untuk menambah pendapatan petani dan dimaksudkan untuk semakin memperkaya keragaman di dalam agroforestri (Rasnovi, 2006).

Keberadaan agroforestri perlu mendapatkan perhatian pemerintah, terutama wilayah yang memiliki hutan lindung, agar pengelolaan karet tetap mampu mendukung kehidupan masyarakat tanpa meninggalkan kepentingan lingkungan. Di era disentralisasi, dimana pemerintah daerah memiliki wewenang dalam mengelola sumber daya alamnya, pengelolaan sumber daya alam yang khas daerah ini perlu mendapat dukungan dan perhatian lebih besar dari pemerintah setempat. Sangat dibutuhkan adanya kebijakan pemerintah daerah dalam menjamin keberlangsungan agroforestri karet, seperti tetap tersedianya pasar untuk memasarkan hasil dari kebun karet tradisional milik masyarakat (Muntasyarah, 2006).

PENUTUP

Sistem agroforestri berbasis karet termasuk agroforestri kompleks yang menyerupai hutan sekunder. Agroforestri karet berperan dalam

konservasi lahan, air, dan keanekaragaman hayati, menambah unsur hara, menambah cadangan karbon, dan meningkatkan pendapatan petani. Agroforestri karet telah banyak dipraktikkan oleh petani pada berbagai wilayah di Indonesia, terutama di daerah Sumatera dan Kalimantan. Masalah utama agroforestri karet yang dihadapi petani adalah rendahnya produktifitas tanaman. Hal ini dapat diatasi dengan penggunaan klon unggul yang memiliki produktivitas tinggi, penerapan praktek budi daya sesuai anjuran, dan memperkaya jenis tanaman lain yang memiliki nilai ekonomis tinggi. Arah pengembangan areal agroforestri berbasis karet terutama pada kawasan hutan lindung, agar pengelolaan karet tetap mampu mendukung kehidupan masyarakat tanpa meninggalkan kepentingan lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardi, Kartodihardjo H., Darusman, D., Nugroho, B. (2011). Prospek usaha agroforestry karet dan jernang di Kabupaten Sarolangun-Jambi. *Jurnal Ilmu-ilmu Sosial dan Ekonomi*, 6(1),10-14.
- Aryadi, M., Agustina, A., & Prihatiningtyas, E. (2013). Evaluasi komponen penyusun sistem agroforestri di Desa Sungai Alang, Kecamatan Karang Intan, Kabupaten Banjar, Kalimantan Selatan. *Prosiding Seminar Nasional Agroforestri 2013: Agroforestri untuk pangan dan lingkungan yang lebih baik*, 49-54.
- Budi, Wibawa, G., Ilahang, Akiefnawati, R., Joshi, L., Penot, E., Janudianto. (2008). *Panduan pembangunan kebun wanatani berbasis karet klonal (a manual for rubber agroforestry system-RAS)*. Bogor: ICRAF.
- Beukema, H., Danielsen, F., Vincent, G., Hardiwinoto, S., & van Andel, J. (2007). Plant and bird diversity in rubber agroforest in the lowlands of Sumatra, Indonesia. *Agroforest Systems*, 70(3), 217-242.
- Butarbutar, T. (2012). Agroforestri untuk adaptasi dan mitigasi perubahan iklim. *Jurnal Analisis Kebijakan Kehutanan*, 9(1), 1-10.
- Dariah, A. Rachman, A., & Kurnia, A. (2004). *Erosi dan degradasi lahan kering di Indonesia*. Bogor: Balittanah Litbang Deptan:
- De Foresta, H., & Michigon, G. (1997). The agroforest alternative to imperata grasslands: when smallholder agriculture and forestry reach sustainability. *Agroforest Systems*, 36, 105-120.
- De Foresta, H., Kusworo, A., Michigon, G., & Djatmiko, W. A. (2000). *Ketika kebun berupa hutan - agroforest khas Indonesia - sebuah sumbangan masyarakat*. Bogor: ICRAFA.
- Fitriani, A., & Fauzi, H. (2011). Performansi sistem agroforestri tradisional di Desa Telaga Langsung, Kabupaten Banjar. *Jurnal Hutan Tropis*, 12(32), 175-185.
- Jiang, X. J., Liu, W., Wu, J., Wang, P., Liu, C., & Yuan, Z. (2017). Land degradation controlled and mitigated by rubber-based agroforestry systems through optimizing soil physical condition and water supply mechanism: A case study in Xishuangbanna, China. *Land Degradation and Development*, 28, 2277-2289.
- Jose, S. (2009). Agroforestry for ecosystem services and environmental benefits: On overview. *Agroforestry Systems*, 76, 1-10.
- Joshi, L. G., Wibawa, G., Vincent, D., Boutin, R., Akiefnawati, R., Manurung, M., Van Noordwijk, M., & William S. (2002). *Jungle rubber: Traditional agroforestry system underpressure*. Bogor: Word Agroforestry Centre (ICRAF).
- Jusmaliani. (2008). *Bencana dalam pandangan Islam*. Jakarta: LIPI.
- Lestari, S., & Premono, B. T. (2014). Penguatan agroforestri dalam upaya mitigasi perubahan iklim: Kasus Kabupaten Bengkulu Tengah Provinsi Bengkulu. *Jurnal Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan*, 11(1),1-12.
- Monde, A., Sinukaban, N., Murtilaksono, K., & Pandjaitan, N. (2008). Dinamika karbon (C) akibat alih guna lahan hutan menjadi lahan pertanian. *J. Agroland*, 15(1), 22-26.

- Muniarti, Nawir, Rumboko. (2008). *Rehabilitasi hutan Indonesia*. Bogor: CIFOR.
- Muntasyarah, A. S. (2006). Agroforestry karet di Jambi: dapatkah bertahan di era desentralisasi? *Governance Brief*, 31, 1-4.
- Munthe, H., & Istianto. (2006). Studi dinamika hara di perkebunan karet menghasilkan. *Prosiding Lokakarya Nasional Budidaya Tanaman Karet 2006*.
- Ningsih, H. (2009). Struktur Komunitas Pohon pada Tipe Lahan yang Dominan di Desa Lubuk Beringin, Kabupaten Bungo, Jambi. (Skripsi Sarjana, Institute Teknologi Bandung, Bandung).
- Nugroho, P. A. (2012). Potensi pengembangan karet melalui perusahaan hutan tanaman industri. *Warta Perkaretan*, 31(2), 95-102.
- Pye-Smith, C. (2013). Agroforestri karet: Benarkah kaya akan imbal jasa lingkungan? In: Tarman, A. E., Janudianto, & Rahayu, S. eds. *Trees for Change no. 08* (pp. 32). Nairobi, Kenya: World Agroforestry Centre (ICRAF).
- Rasnovi, S. (2006). Ekologi regenerasi tumbuhan berkayu pada sistem agroforest karet. (Disertasi Sekolah Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor. Bogor).
- Rasnovi, S. (2012). Impact of stand structure to the diversity of tree sapling in rubber agroforestry system. *Jurnal Natural*, 12(1), 9-16.
- Ruhimat, I. S. (2015). Tingkat motivasi petani dalam penerapan sistem agroforestry. *Jurnal Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan*, 12(2), 1-11.
- Sahuri. (2016). Potensi penyerapan karbon pada karet pola tumpangsari tanaman hutan. *Jurnal Hutan Tropis*, 4(3). 293-299.
- Senoaji, G. (2012). Pengelolaan lahan dengan sistem agroforestry oleh masyarakat baduy di Banten Selatan. *Jurnal Bumi Lestari*, 12(2), 283-293.
- Soeharto, B. (2010). Tembawang: Bukan sekedar sistem agroforestri. In: *Kiprah agroforestri 7.3*. Bogor: ICRAF.
- Snoeck, D., Lacote, R., Keli, J., Doumbia, A., Chapuset, T., & Gohet, E. (2013). Association of Hevea with other tree crops can be more portable than Hevea monocrop during first 12 years. *Industrial Crops and Products*, 43, 578-586.
- Sukmawati, W., Arkeman, Y., & Maarif, S. (2014). Inovasi sistem agroforestry dalam meningkatkan produktivitas karet alam. *Jurnal Teknik Industri*, 4(1), 58-64.
- Supriadi, H., & Pranowo, D. (2015). Prospek pengembangan agroforestry berbasis kopi di Indonesia. *Perspektif*, 14(2), 135-150.
- Tomich, T. P., Van Noordwijk, M., Budidarsono, S., Gilison, A., Kusumanto, T., Mudiyarso D., Stolle, F., & Fagi, A. M. (1998). *Alternative slash and burn in Indononesia*. Bogor, Indonesia: Summary Report and Synthesis of Phase II.
- Van Noordwijk, M., Agus, F., Suprayogo, D., Hairiah, K., Pasya, G., Verbist, B., & Farida. (2004). Peranan agroforestri dalam mempertahankan fungsi hidrologi daerah aliran sungai (DAS). *Agrivita*, 26(1), 1-8.
- Verchot, L. V., Van Noordwijk, M., Kandji, S., Tomich, T., Ong, C., Albert, A., Mackensen, J., Bantilan, C., Anupama, K. V., & Palm, C. (2007). Climate change: linking adaptation and mitigation through agroforestry. *Mitig Adapt Strat Glob Change*, 12, 901-918.
- Widiyanto, A. (2013). Agroforestry dan peranannya dalam mempertahankan fungsi hidrologi dan konservasi. *Albasia*, 9(2), 55-68.
- Wulandari, C. (2009). Identifikasi pola agroforestri yang diimplementasikan masyarakat pada lahan marjinal di Lampung Utara. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 14(3), 158-162.

POTENSI LIMBAH KULIT BUAH KAKAO SEBAGAI PAKAN TERNAK UNTUK MENDUKUNG USAHATANI INTEGRASI KAKAO TERNAK KAMBING

POTENTIALS OF COCOA POD HUSK WASTE AS ANIMAL FEED TO SUPPORT INTEGRATED FARMING OF COCOA AND GOAT

Juniaty Towaha

Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar
Jalan Raya Pakuwon km 2 Parungkuda, Sukabumi 43357
juniaty_tmunir@yahoo.com

ABSTRAK

Pengolahan biji kakao akan dihasilkan limbah kulit buah kakao yang sangat melimpah karena kulit buah kakao merupakan komponen terbesar dari buah yang mencapai 73,7%. Besaran limbah kulit buah kakao yang dihasilkan setiap panen akan menimbulkan masalah jika tidak ditangani dengan baik, seperti polusi udara dan potensi menjadi sumber penyebaran hama dan penyakit tanaman. Kulit buah kakao dapat diolah menjadi bermacam produk salah satunya pakan ternak. Sehubungan dengan penerapan sistem pertanian bioindustri dalam perkebunan kakao, maka 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 dengan ternak kambing.

Kata kunci : Kulit buah kakao, pakan ternak, usahatani integrasi, kambing

ABSTRACT

Cocoa post harvest processing produces large amount of cocoa pod husk waste, considering it is the main component of cocoa pod (73,7%). If not handled properly, the cocoa pod husk waste will generate problems, such as air pollution and it may cause the spread of pests and plant diseases. After processing, cocoa pod husk has potentials to produce various products such as animal feed. In relation to the application of bioindustry farming system in cocoa, one alternative to increase the added value and effectiveness of the waste management is through integrating cocoa farming with goat.

Keywords : animal feed, cocoa pod husk, goat, integration farming.

PENDAHULUAN

Sistem pertanian bioindustri berkelanjutan memandang lahan pertanian tidak semata-mata merupakan sumberdaya alam namun juga industri yang memanfaatkan seluruh faktor produksi guna mewujudkan ketahanan pangan dan produk lain yang bebas limbah (*zero waste*) dengan konsep *biorefinery* yang menerapkan prinsip mengurangi, memanfaatkan kembali dan mendaur ulang (*reduce, reuse and recycle*) (Manurung, 2013; Sinar Tani, 2013). Lebih lanjut Simatupang (2014) mengemukakan bahwa pertanian bioindustri berkelanjutan merupakan sistem yang menggabungkan kegiatan pertanian/perkebunan, peternakan, perikanan, kehutanan dan ilmu lain yang terkait dengan pertanian,

yang diharapkan menjadi salah satu solusi bagi peningkatan produktivitas lahan, program pembangunan dan konservasi lingkungan. Pada sistem ini tidak hanya memanfaatkan lahan untuk sekedar berproduksi, tetapi juga menciptakan model alternatif yang dapat memanfaatkan dan mengoptimalkan semua sumberdaya yang ada, sehingga pertanian bioindustri akan menghasilkan F4P yaitu *food, feed, fuel, fertilizer* dan *pharmaca* (Menteri Pertanian, 2013).

Indonesia merupakan negara produsen kakao ke-3 terbesar di dunia setelah Pantai Gading dan Ghana, dengan produksi sebesar 13% dari produksi kakao dunia, adapun produksi Pantai Gading dan Ghana masing-masing adalah 39% dan 19% (ICCO, 2012). Pada tahun 2015 Indonesia mempunyai luas

total perkebunan kakao sebesar 1.709.284 hektar dengan produksi biji kakao mencapai 593.331 ton, yang sebagian besar areal pertanamannya yaitu 97,5% merupakan perkebunan rakyat (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2016). Pada saat pengolahan biji kakao maka akan dihasilkan limbah kulit buah kakao yang sangat melimpah, karena kulit buah merupakan komponen terbesar dari buah yaitu sekitar 73,7% (Young, 2007; Chandrasekaran, 2012; Watson, 2012). Menurut Darmono & Panji (1999), Fajar *et al.* (2004), Direktorat Jenderal Perkebunan (2010) dan Muslim, Muyassir & Alvisyahrin (2012), besaran 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. Padahal dari kulit buah kakao dapat diolah bermacam produk seperti kompos, pakan ternak, biogas, tepung, pektin dan zat pewarna (Wulan, 2001; Agyente-Badu & Oddoye, 2005; Rosniawaty, Dewi, & Suherman, 2005; Belsack, Komes, Horzic, Ganic, & Karlovic, 2009; Marcel, Andre, Theodore, & Seraphin, 2011).

Sehubungan dengan penerapan sistem pertanian bioindustri perkebunan kakao, maka 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 (Diwyanto, Prawirasiputra & Lubis, 2004; Puastuti, 2008; Direktorat Jenderal Perkebunan, 2010). Pada pola ini ternak diintegrasikan dengan tanaman kakao untuk mencapai kombinasi optimal, sehingga input produksi menjadi lebih rendah tetapi tidak mengganggu produksi. Menurut Haryanto, Inounu, Arsana, & Dwiyanto (2002), Maryono & Romjali (2007) serta Ginting & 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 sedangkan dari ternak

diperoleh pupuk kandang dan pupuk cair biourine serta biogas. Saling keterkaitan berbagai komponen sistem integrasi merupakan faktor pemicu dalam mendorong pertumbuhan pendapatan masyarakat tani dan pertumbuhan ekonomi wilayah yang berkelanjutan (Pasandaran, Djayanegara, Kariyasa, & Kasryno, 2006).

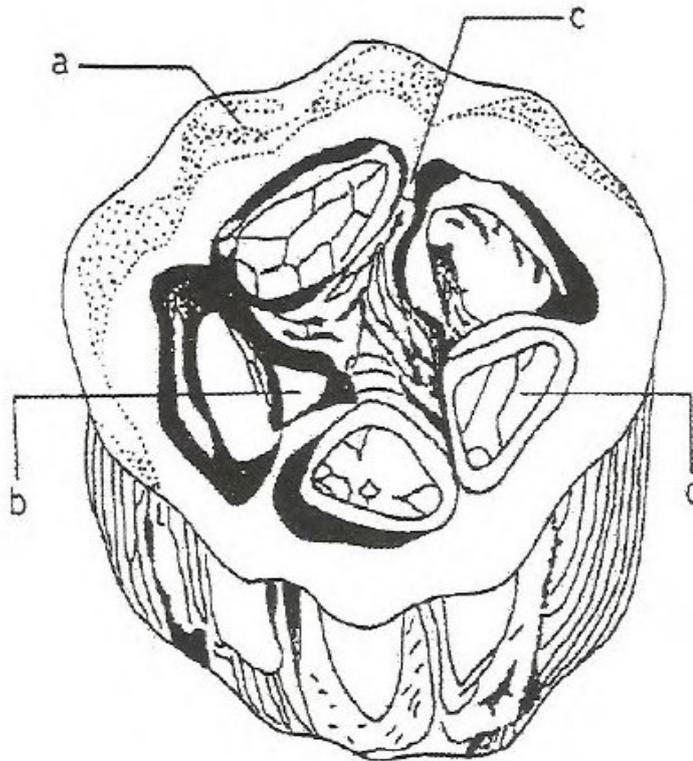
Pemanfaatan limbah kulit buah kakao sebagai pakan ternak pada pola integrasi kakao ternak selain mengurangi pencemaran lingkungan, juga membuat usahatani lebih efisien, karena akan lebih banyak memanfaatkan sumberdaya lokal dan memperkecil input, sehingga diharapkan mampu meningkatkan pendapatan petani kakao. Pola integrasi kakao ternak kambing telah berhasil dengan baik pada perkebunan kakao rakyat di Kabupaten Donggala (Sulawesi Tengah), Kabupaten Lampung Selatan dan Kabupaten Lampung Timur (Lampung), serta Kabupaten Ende (Nusa Tenggara Timur) (Fajar *et al.*, 2004; Priyanto, Priyanti, & Inounu, 2004; Priyanto, 2008; De-Rosari, Hau, & Triastono, 2010).

POTENSI KETERSEDIAAN LIMBAH KULIT BUAH KAKAO DI INDONESIA

Menurut Young (2007), Chandrasekaran (2012) dan Watson (2012) pada dasarnya buah kakao terdiri dari empat komponen yaitu : (a) kulit (pod) 73,7%; (b) pulpa 10,1%; (c) plasenta 2,0%; dan (d) biji 14,2% (Gambar 1). Mengacu pada produksi biji kakao Indonesia pada tahun 2015 yang mencapai 593.331 ton (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2016), dengan porsi 73,7% kulit buah kakao maka akan terdapat ketersediaan limbah kulit buah kakao sebanyak \pm 6.158.942 ton dalam setiap tahunnya (Tabel 1), yang tersebar pada sentra-sentra penghasil kakao di Indonesia seperti Sulawesi Tengah, Sulawesi Selatan, Sulawesi Tenggara, Sulawesi Barat, Sumatera Barat, Lampung dan Sumatera Utara (Gambar 2). Besaran nilai limbah yang sangat besar tersebut belum dimanfaatkan secara optimal, secara umum limbah kulit buah kakao hanya dibanamkan dalam tanah untuk menjadi

kompos, dan hanya sebagian kecil saja yang sudah dimanfaatkan sebagai pakan ternak. Selebihnya limbah kulit buah kakao tersebut

hanya dibiarkan dan menjadi sumber penyebaran hama penyakit tanaman (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2010).

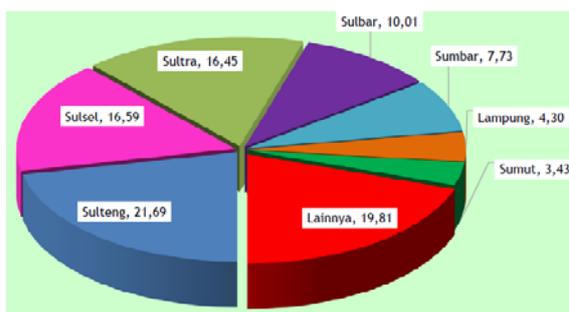


Gambar 1. Komposisi buah kakao (a. kulit; b. pulpa; c. plasenta; d. biji)

Sumber : Young (2007)

Pic 1. Morphology of cocoa pod (a. podhusk; b. pulp; c. placenta; d. bean)

Source: Young (2007)



Gambar 2. Sentra produksi kakao di Indonesia

Sumber : Pusdatin Pertanian (2016)

Pic 2. Cocoa production center in Indonesia

Source: Pusdatin (2016)

Tabel 1. Potensi limbah kulit buah kakao di Indonesia tahun 2015

Table 1. The potentials of cocoa pod husks in Indonesia in 2015

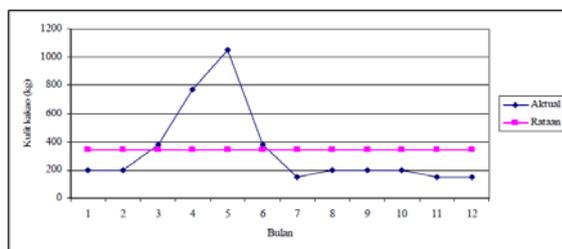
Uraian	Nilai (ton)
Produksi biji kakao kering	593.331
Produksi biji kakao basah	$100/50 \times 593.331 = 1.186.662$
Produksi kulit buah kakao	$73,7/14,2 \times 1.186.662 = 6.158.942$

Sumber : Direktorat Jenderal Perkebunan (2016);

Perhitungan sendiri

Besaran nilai ketersediaan limbah kulit buah kakao tidak merata sepanjang tahun, mengingat tingkat produksi kakao sepanjang tahun cukup berfluktuasi, dalam 2-3 bulan terjadi puncak produksi (panen raya), sedangkan bulan lainnya produksi rendah, tergantung kondisi spesifik wilayah. Limbah tersebut akan melimpah pada saat puncak panen yang umumnya terjadi pada bulan April-

Mei-Juni-Juli (Priyanto, 2006; Wahyudi, Panggabean, & Pujianto, 2008). Pada perkebunan kakao rakyat di Kabupaten Donggala, Provinsi Sulawesi Tengah ketersediaan limbah kulit kakao melimpah saat panen raya di bulan April-Mei (Gambar 3).



Gambar 3. Ketersediaan kulit buah kakao sepanjang tahun pada luasan 1 hektar kebun kakao rakyat di Donggala, Sulawesi Tengah. Sumber : Priyanto (2008)

Pic 3. The availability of cocoa pod husks in 1 hectare area in smallholders plantations in Donggala, Central Sulawesi.

Source: Priyanto (2008)

Pakan ternak ruminansia (sapi, kerbau, domba dan kambing) terdiri dari: (1) pakan sumber serat kasar, berupa hijauan seperti rumput, jerami, daun-daunan; dan (2) pakan konsentrat (penguat) yang merupakan campuran bahan pakan yang disusun dalam komposisi tertentu untuk menambah kebutuhan zat gizi yang tidak didapatkan dari pakan hijauan (Gunawan & Sulastiyah, 2010). Ketersediaan limbah kulit buah kakao yang tidak merata sepanjang tahun dapat menimbulkan masalah bagi petani yang memanfaatkan limbah tersebut dalam bentuk segar sebagai pakan ternak pengganti hijauan, dikarenakan akan terjadi kekurangan kulit buah kakao pada bulan Juli sampai dengan Februari, mengingat saat melimpah pada bulan April-Mei kulit buah kakao segar tidak dapat bertahan lama dalam penyimpanan. Oleh karena itu, agar pakan ternak dapat tersedia sepanjang tahun, maka sebaiknya kulit buah kakao diolah menjadi pakan konsentrat melalui proses fermentasi yang dapat disimpan dalam waktu yang cukup lama yaitu 6-10 bulan (Londra, 2007; Guntoro, 2008).

KANDUNGAN NUTRISI KULIT BUAH KAKAO SEGAR DAN TERFERMENTASI

Kandungan nutrisi yang terkandung pada kulit buah kakao segar maupun pada kulit buah kakao hasil fermentasi dengan *Aspergillus niger* tertera pada Tabel 2. Pemanfaatan limbah kulit buah kakao segar yang langsung sebagai pakan konsentrat memiliki beberapa kelemahan antara lain kandungan proteinnya relatif rendah dan kandungan serat kasarnya tinggi. Selain itu kulit buah kakao mengandung senyawa anti-nutrisi seperti theobromine (0,17-0,22%), kafein (0,182%) dan tanin (12,20%) yang dapat menyebabkan gangguan pada ternak, sehingga penggunaan kulit buah kakao dalam bentuk segar sangat terbatas (Wong & Hasan, 1988; European Food Safety Authority, 2008; Adamafio, Ayombil, & Tano-Debrah, 2011; Hamzat & Adeola, 2011; Fapohunda & Afolayan, 2012). Bakrie *et al.* (1999) melaporkan bahwa pemanfaatan kulit buah kakao segar sampai 30% dengan kombinasi hijauan leguminosa dan tambahan mineral dapat meningkatkan pertambahan bobot hidup kambing PE (peranakan etawa) dari 38 g/hari menjadi 78 g/hari.

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, Suparwi & Suhartati, 2013). Melalui proses fermentasi nilai kadar protein, BETN (bahan ekstrak tanpa nitrogen), TDN (*total digestible nutrients*), KBK (kecernaan bahan kering) dan KBO (kecernaan bahan organik) meningkat dan kadar serat kasar menurun (Marsetyo, Qigley, & Poppi, 2008; Munier, Hartadi, & Winarti, 2012; Direktorat Pakan Ternak, 2012; Merdekawati & Kasmiran, 2013). Adanya peningkatan nilai KBK dan KBO akibat proses fermentasi menyiratkan bahwa selain meningkatkan nilai nutrisi dan palatabilitas, proses fermentasi juga meningkatkan kecernaan bahan (Goenadi & Prawoto, 2007; Guntoro, 2008; Munier *et al.*, 2012). Puastuti (2008)

menyatakan bahwa meningkatnya pencernaan merupakan hasil kerja enzim dari jamur fermentasi yang mampu melunakkan dan memecah dinding serat kulit buah kakao dan melepaskan pita-pita serat mikrofibrilnya, sehingga struktur serat menjadi rapuh dan lebih terbuka.

Tabel 2. Kandungan nutrisi kulit buah kakao segar dan kulit buah kakao terfermentasi

Table 2. Nutrition contents of dried and fermented cocoa pod husks

Parameter	Kulit buah kakao segar	Kulit buah kakao terfermentasi
Bahan kering (%)	14,5	18,4
Protein kasar (%)	9,15	12,9
Serat kasar (%)	40	34,7
Lemak (%)	1,25	1,32
Abu (%)	15,4	12,7
BETN (bahan ekstrak tanpanitrogen) (%)	41,2	47,1
TDN (<i>total digestible nutrient</i>) (%)	50,3	63,2
KBK (kecernaan bahan kering)	38,3	76,3
KBO (kecernaan bahan organik)	25,4	42,4
Ca	0,29	0,21
P	0,19	0,13

Sumber : Direktorat Pakan Ternak (2012)

Proses fermentasi dapat menekan kandungan theobromin, kafein dan tanin ketingkat yang tidak merugikan perkembangan ternak, kandungan theobromin dapat turun sebanyak 71,8% dan tanin menurun sebanyak 65,3% (Adamafio *et al.*, 2011; Fapohunda & Afolayan, 2012). Dengan demikian kulit buah kakao olahan hasil fermentasi dapat diberikan sebagai pakan penguat yang bergizi tinggi dan mempunyai palatabilitas tinggi serta dapat disimpan lebih lama sehingga dapat tersedia sepanjang tahun. Beberapa hasil penelitian melaporkan bahwa pakan ternak hasil fermentasi kulit buah kakao dapat dimanfaatkan dengan baik secara tunggal maupun dicampur dengan dedak padi atau tepung jagung untuk ternak ruminansia maupun monogastrik dengan hasil yang memuaskan (Lyayi, Olubamiwa,

Ayuk, Orowwegodo, & Ogunaike, 2001; Tegua, Endeley, & Beynen, 2004; Hamzat, Adejinmi, Babatunde, & Adejuma, 2007; Oddoye *et al.*, 2010; Uwagboe, Hamzat, Clumide, & Akinbile, 2010; Murni, Akmal & Okrisandi, 2012; Hagan, Adu-Aboagye, Asafu-Adjaye, Lamptey, & Boa-Amponsem, 2013).

Hasil penelitian Wood & Lass (1985) mendapatkan bahwa kulit buah kakao hasil fermentasi dapat mensubstitusi 20% ransum unggas, 30-50% ransum babi dan 50% ransum ternak ruminansia. Lebih lanjut Laconi (1998) mengemukakan bahwa pemberian kulit buah kakao hasil fermentasi dalam ransum yang tidak mengandung rumput menghasilkan pertambahan bobot hidup harian (PBHH) sapi jantan FH sebesar 1,46 kg/e/hari dibanding kontrol pemberian kulit buah kakao segar menghasilkan PBHH sebesar 0,76 kg/e/hari. Hal ini membuktikan bahwa kulit buah kakao yang difermentasi lebih menyediakan nutrisi dibanding tanpa fermentasi. Hasil penelitian lain melaporkan bahwa pemberian kulit buah kakao hasil fermentasi sebanyak 100-200 g/hari pada anak kambing umur 0-6 bulan dapat meningkatkan PBHH sebesar 119 g/hari dibanding dengan yang diberi rumput saja, hanya sebesar 64 g/hari (Puastuti, 2008).

Hasil penelitian Towaha & Rubiyo (2014) terhadap kandungan nutrisi limbah kulit buah kakao yang difermentasi dengan *Aspergillus niger* untuk pembuatan pakan ternak, mendapatkan bahwa kulit buah kakao yang dipanen setelah 9 hari kemudian dilakukan fermentasi, ternyata masih memungkinkan untuk digunakan sebagai pakan ternak. Berdasarkan hasil tersebut, maka petani masih memungkinkan mengolah limbah kulit buah kakao menjadi pakan konsentrat walaupun setelah dipanen 9 hari asalkan melalui proses fermentasi yang baik dan benar.

PROSES PENGOLAHAN PAKAN KONSENTRAT DARI KULIT BUAH KAKAO

Proses pengolahan pakan konsentrat dari kulit buah kakao meliputi pencincangan, fermentasi, pengeringan, penggilingan dan

pengemasan. Proses pengolahan selengkapnya adalah sebagai berikut :

1. Pencincangan

Proses pencincangan untuk memperkecil ukuran kulit buah kakao, agar lebih mudah difermentasi, dan fermentasi dapat berjalan lebih sempurna jika permukaan bahan diperluas. Pencincangan dapat dilakukan secara manual dengan pisau atau golok, dan mesin pencincang. Setelah pencincangan kulit buah kakao akan berbentuk serpihan-serpihan berukuran 2–5 cm.

2. Fermentasi

Proses fermentasi merupakan tahapan pengolahan terpenting, mengingat melalui proses ini mutu limbah kulit buah kakao dapat ditingkatkan, sehingga kandungan gizinya hampir sama, atau bahkan melebihi kandungan gizi dedak padi. Proses fermentasi dapat berlangsung secara efektif dengan bantuan mikroba sebagai inokulan. Dari berbagai jenis inokulan yang dicoba, inokulan terbaik adalah *Aspergillus niger*. Jamur *A. niger* merupakan salah satu jenis *Aspergillus* yang tidak menghasilkan mikotoksin sehingga tidak membahayakan, dan merupakan sejenis jamur yang bersifat fakultatif, dapat berkembang dalam kondisi aerob maupun anaerob, sehingga penggunaan mikroba ini untuk fermentasi lebih praktis, karena proses fermentasi tidak harus tertutup rapat.

Fermentasi akan berjalan efisien apabila sebelumnya bibit *A. niger* diaktifkan dan diperbanyak terlebih dahulu. Pada umumnya bibit *A. niger* yang dijual di pasaran berbentuk padat, tetapi ada juga bentuk cair yang harganya lebih murah sehingga terjangkau petani peternak. Melalui proses perbanyakan, setiap 1 liter bibit *A. niger* dapat dijadikan 100 liter larutan aktivasi. Aktivasi dan perbanyakan *A. niger* memerlukan peralatan seperti bak plastik yang bersih dan aerator, dengan bahan nutrisi yang digunakan adalah gula pasir, urea, dan NPK, masing-masing 1% dari berat air. Bahan nutrisi tersebut dapat diganti dengan campuran gula dan ekstrak taugé (kecambah kacang hijau) masing-masing 2,5% dari berat air. Air yang

digunakan harus steril dan bebas kaporit (bukan air PDAM), seperti mata air atau air sumur yang bersih, bila menggunakan air sungai, air kolam atau air hujan, harus dimasak lebih dahulu hingga mendidih untuk membunuh mikroba yang ada, kemudian dibiarkan hingga dingin.

Untuk setiap 1 kg kulit buah kakao membutuhkan 1 liter larutan *A. niger* yang telah aktif. Konsentrasi larutan *A. niger* yang telah aktif adalah 0,5-1,0% dari volume atau berat air, nilai tersebut setara dengan 50-100 ml/10 liter air untuk bibit *A. niger* cair atau 50-100 g/10 liter air untuk bibit *A. niger* padat (Guntoro, 2008). Apabila kulit buah kakao yang akan difermentasi 10 kg, maka aktivasi dan perbanyakan *A. niger* adalah sebagai berikut : (1) kedalam 10 liter air larutkan 100 g gula pasir, 100 g urea dan 100 g NPK; (2) selanjutnya tambahkan 100 ml *A. niger* dan lakukan pengadukan; dan (3) larutan diaerasi selama 24–36 jam dengan alat aerator, setelah itu larutan *A. niger* dapat dipergunakan untuk fermentasi.

Saat proses aerasi dengan alat aerator dilakukan, ujung selang aerator harus dimasukkan ke dalam larutan dan diberi pemberat agar tidak mengapung, kemudian aerator dihidupkan sehingga timbul gelembung-gelembung oksigen dalam larutan, sehingga larutan menjadi tertekan udara dan berputar. Bila di lokasi tidak tersedia listrik dan aerator, aerasi dapat dilakukan dengan membiarkan larutan tersebut selama 72 jam, baru digunakan. Selama proses aktivasi, larutan harus diletakkan di tempat yang teduh dan ditutup agar tidak terkontaminasi mikroba lain.

Fermentasi terhadap kulit buah kakao dapat dilakukan di dalam kotak, atau di atas anyaman bambu/para-para atau di atas lantai yang dilapisi dengan kayu/bambu, yang penting tempatnya harus teduh beratap agar bahan tidak terkena hujan atau sinar matahari. Tahapan proses fermentasi adalah sebagai berikut :

- Kulit buah kakao yang telah siap difermentasi ditaburkan pada permukaan media setebal 5 – 10 cm, selanjutnya disiram dengan larutan *A. niger* secara merata. Penyiraman bisa dilakukan

dengan tangan, tetapi lebih baik dengan gembor atau *sprayer* agar lebih merata.

- Di atas tumpukan bahan yang telah tersiram ditaburkan lagi bahan setebal 5 – 10 cm, selanjutnya disirami lagi larutan *A. niger* secara merata. Demikian seterusnya, sehingga bahan habis tertumpuk dan tersiram cairan *A. niger*.
- Di atas tumpukan kulit buah kakao tersebut harus ditutup dengan goni, kain atau plastik yang bersih secara rapat agar tetap lembab dan terlindung dari mikroba lain, dan dibiarkan hingga 4–5 hari. Apabila proses fermentasi terlalu cepat kurang dari 4 hari dapat menyebabkan proses dekomposisi menjadi kurang sempurna, dan bila terlalu lama akan menyebabkan terjadinya proses mineralisasi yang membuat bahan menjadi kompos. Setelah 4–5 hari tumpukan harus dibongkar dan selanjutnya dikeringkan.

3. Pengeringan

Poses pengeringan dapat dilakukan dengan sinar matahari atau alat pengering, bertujuan untuk menghentikan proses fermentasi, mempermudah proses penggilingan dan memperpanjang daya simpan, karena kadar air akan turun hingga 12– 14%. Pengeringan dengan sinar matahari memerlukan waktu 2-3 hari bila matahari bersinar cerah. Apabila cuaca mendung dan hujan, pengeringan dapat menggunakan alat *dryer* yang dilakukan pada suhu $\pm 60^{\circ}\text{C}$, dimana satu kali pengeringan memerlukan waktu 4-5 jam. Kulit buah kakao olahan yang telah kering ditandai dengan tekstur yang keras dengan warna yang kehitam-hitaman.

4. Penggilingan

Penggilingan dilakukan agar kulit buah kakao bentuknya lembut seperti tepung (Gambar 4), sehingga ternak mudah memakan dan mencernanya. Disamping itu, penepungan akan memudahkan penyimpanan, pengangkutan dan pencampuran pada saat diberikan pada ternak. Penggilingan secara efisien dilakukan

menggunakan alat mesin penggiling, sehingga ukuran serbuk bisa diatur.



Gambar 4. Tepung konsentrat kulit buah kakao hasil gilingan

Sumber : Guntoro (2008)

Pic 4. Concentrate flour of grinded cocoa pod husk

Source: Guntoro (2008)

Untuk pakan ternak ruminansia (sapi, kerbau dan kambing) ukurannya bisa agak kasar, sedangkan untuk babi atau unggas sebaiknya bentuknya lebih lembut. Hal ini bisa dilakukan dengan menggunakan saringan dengan ukuran lubang yang berbeda. Untuk alat penggiling berkapasitas 100 kg/jam, diperlukan mesin penggerak berkekuatan 8 HP, sehingga pada proses penggilingan dengan bahan yang banyak akan lebih efisien.

5. Pengemasan

Tepung konsentrat kulit buah kakao dapat langsung diberikan pada ternak, dan dapat disimpan selama 6 – 10 bulan. Penyimpanannya perlu dilakukan pengemasan dengan wadah plastik atau goni, dan diikat atau dijahit untuk mencegah masuknya serangga atau mikroorganisme perusak, serta disimpan ditempat yang kering dan teduh. Dengan demikian, tepung konsentrat tidak cepat rusak dan mutunya dapat dipertahankan dengan baik.

USAHATANI INTEGRASI KAKAO TERNAK KAMBING

Secara umum usaha ternak kambing dilakukan dengan 2 pola usaha, yakni (1) pola penggembalaan; dan (2) pola intensif (dikandang penuh). Pada model usahatani integrasi kakao ternak kambing, pemeliharaan disarankan dilaksanakan dengan pola intensif, dengan pertimbangan beberapa aspek diantaranya adalah daya dukung pakan, ketersediaan tenaga kerja keluarga, dan kapasitas daya tampung kandang. Skala usaha yang direkomendasikan minimal sebanyak 5 induk untuk setiap petani dengan 1 pejantan pada 2 – 3 petani (secara berkelompok), dengan pertimbangan sebagai berikut (Priyanto, 2008) :

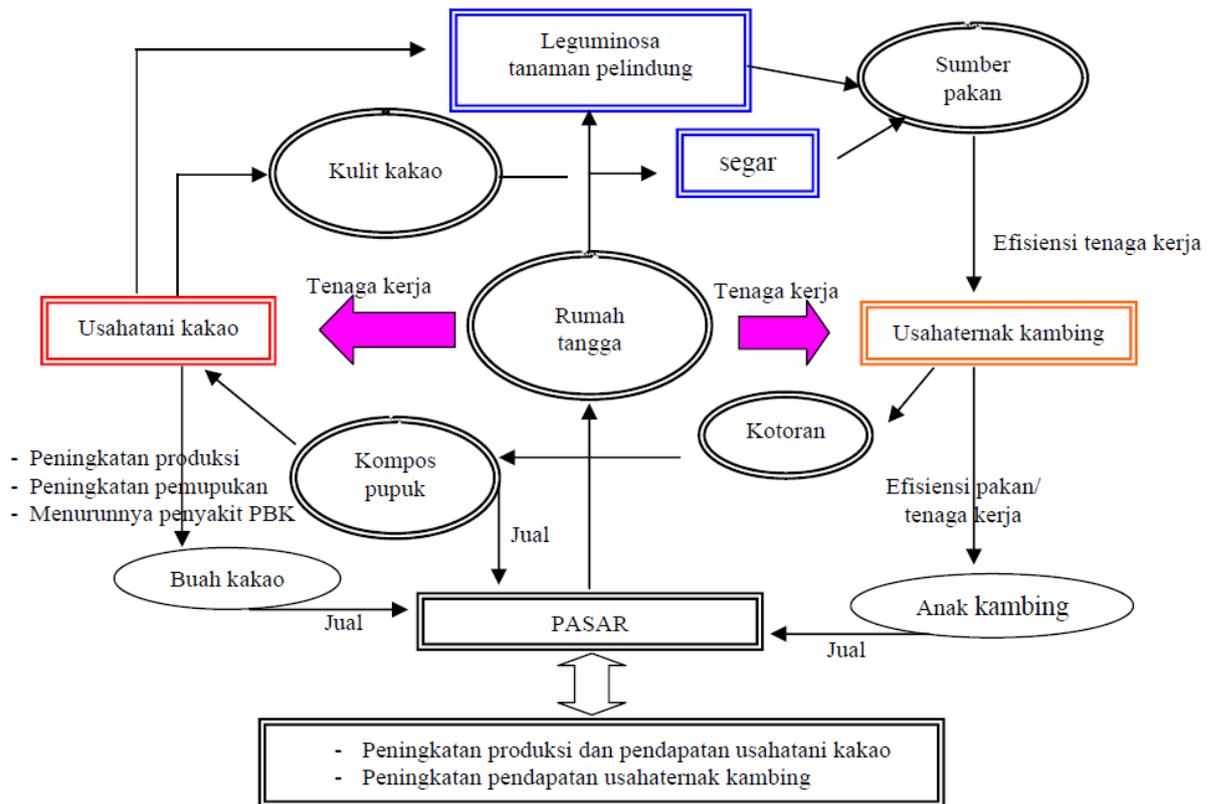
- Pemeliharaan 5 ekor induk, maka kapasitas tampung kandang secara kontinyu mencapai maksimal 13 ekor, dengan asumsi penjualan anak dilakukan pada umur 8 bulan. Hal ini memerlukan kandang dengan luas sekitar 13 m². Berdasarkan hasil pengamatan jumlah anak sekelahiran (*litter size*) sebesar 1,71 ekor, tingkat kematian anak 5% pada kasus kambing Peranakan Etawah (PE), lama kebuntingan 5 bulan dan kondisi siap kawin kembali 3 bulan (jarak beranak mencapai 8 bulan), dengan penjualan anak rutin umur 8 bulan, maka kapasitas maksimal ternak kambing yang ada di kandang mencapai 13 ekor (Gambar 5).
- Daya dukung maksimal kulit kakao dengan pemilikan areal 1 ha adalah sekitar 6 ekor, dengan pemberian 1,5 kg/hari. Target ideal dengan skala 5 ekor induk adalah petani memiliki lahan kakao seluas 1,5 ha. Apabila pemberian kulit kakao dikurangi menjadi 1 kg/ekor, maka dalam areal 1 ha kebun kakao berpeluang memberikan daya dukung sebesar 9 ekor kambing, dengan konsekuensi komposisi hijauan diperbanyak, diperoleh dari lahan kebun kakao (tanaman pelindung).
- Pemeliharaan dengan skala 5 ekor induk kambing, jumlah anak yang dilahirkan mencapai 8 ekor selama 8 bulan,

sehingga selama satu tahun mampu menghasilkan anak 12 ekor. Secara periodik petani mampu melakukan penjualan setara 1 ekor setiap bulan. Kondisi ini menuntut dilakukan program perkawinan yang tepat waktu sehingga penjualan produksi anak dapat tercapai.

- Produksi kompos yang dihasilkan sekitar 4 kg/hari (0,3 kg/ekor/hari) pada skala 13 ekor kambing, akan diperoleh 120 kg/bulan. Kompos tersebut dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik tanaman kakao sekitar 20 pohon (rata-rata 6 kg/pohon), yang secara bertahap akan mampu mendukung peningkatan produktivitas, maupun efisiensi *input* produksi pada usahatani kakao.

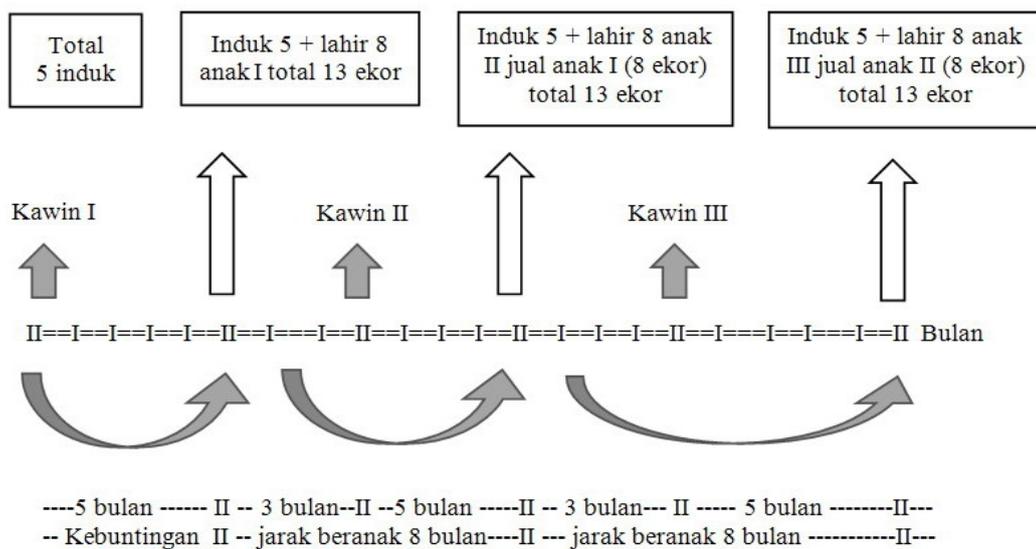
Model usahatani integrasi sangat mendukung pola diversifikasi komoditas kakao dan ternak kambing yang saling mendukung dan memberikan efisiensi di kedua subsektor usahatani tersebut. Menurut Priyanto (2008) model usahatani integrasi ternak kambing berdampak terhadap peningkatan produktivitas usaha, sekaligus mampu meningkatkan pendapatan petani sebesar 45,9%, dengan nilai BCR (*Benefit Cost Ratio*) mencapai 1,24.

Adanya model usahatani integrasi kakao kambing diharapkan terjadi sinergisme antara keduanya guna memberikan nilai ekonomis yang lebih optimal, sekaligus mampu meningkatkan pendapatan petani. Perkebunan kakao memberikan dukungan pakan terhadap ternak kambing, sebaliknya ternak kambing dapat menghasilkan kotoran sebagai sumber bahan organik untuk pupuk tanaman kakao. Konsep ini akan menciptakan pola efisiensi usaha baik efisiensi input sumberdaya usahatani dan efisiensi alokasi tenaga kerja keluarga, yang pada akhirnya dapat meningkatkan output berupa peningkatan produksi dan pendapatan usahatani kakao, serta peningkatan pendapatan usaha ternak kambing (Gambar 6).



Gambar 6. Diagram alir input output usahatani integrasi kakao ternak kambing
Sumber : Priyanto (2008)

Pic 6. Flowchart of integrated cocoa farming and goat
Source: Priyanto (2008)



Gambar 5. Siklus produksi kambing dengan skala induk 5 ekor yang terintegrasi dengan perkebunan kakao rakyat seluas 1,5 hektar

Sumber : Priyanto (2008)

Pic 5. Production cycle of goat with 5 parents integrated in cocoa farming covering 1.5 hectares
Source ; Priyanto (2008)

Mengingat bahwa model usahatani integrasi kakao ternak kambing secara signifikan mampu meningkatkan nilai tambah pendapatan petani dan layak secara ekonomi (nilai BCR > 1), maka usahatani yang telah dikembangkan Kabupaten Donggala, Lampung Selatan dan Lampung Timur, serta Ende, diharapkan dapat juga dikembangkan di daerah sentra produksi kakao lainnya di Indonesia.

PENUTUP

Pemanfaatan limbah kulit buah kakao sebagai bahan pakan konsentrat ternak, merupakan optimalisasi pemanfaatan limbah pertanian dan agroindustri yang dapat memperbaiki maupun berkontribusi terhadap ketersediaan pakan ternak yang murah dan bermutu tinggi. Diharapkan pemanfaatan kulit buah kakao akan mendorong berkembangnya usaha agribisnis ternak kambing secara integratif terutama di daerah sentra produksi kakao, sehingga usahatani integrasi kakao ternak kambing dapat memberikan nilai tambah pendapatan yang cukup signifikan bagi petani kakao, disamping mendukung berkembangnya sistem pertanian bioindustri berkelanjutan di Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Adamafo, N. A., Ayombil, F., & Tano-Debrah, K. (2011). Microbial detheobromination of cocoa (*Theobroma cacao*) pod husk. *Asian Journal of Biochemistry*, 6(2), 200-207.
- Agyente-Badu, K., & Oddoye, E. C. K. (2005). Uses of cocoa by-products. *Proceedings of 24th Biennial Conference of Ghana Science Association*, 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.
- Bakrie, B., Prabowo, A., Silalahi, M., Basri, E., Tambunan, R. D., Soerachman, Sukawa, A., Kusnanto, T., & Maryanto, A. (1999). Laporan Akhir Teknologi Spesifik Lokasi Dalam Mendukung SPAKU Kambing. LPTP Natar, Lampung.
- Belsack, A., Komes, D., Horzic, D., Ganic, K. K., & Karlovic, D. (2009). Comparative study of commercially available cocoa products in terms of their bioactive composition. *Food Research International*, 42, 707-716.
- Chandrasekaran, M. (2012). *Valorization of food processing by-products*. Broken Sound Parkway NW: CRC press, Taylor and Francis Group.
- Darmono, & Panji, T. (1999). Penyediaan kompos kulit buah kakao bebas *Phytophthora palmivora*. *Warta Penelitian Perkebunan*, 5(1), 33-38.
- De-Rosari, B., Hau, D. K., & Triastono, J. (2010). Daya dukung limbah tanaman kakao dan ternak kambing dalam pola usahatani terpadu di Provinsi Nusa Tenggara Timur. Makalah Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. 10p.
- Direktorat Pakan Ternak. (2012). *Limbah kakao sebagai alternatif pakan ternak*. Jakarta: Kementerian Pertanian.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. (2010). *Pedoman Umum Pelaksanaan Kegiatan Pengembangan Pertanian Terpadu Tanaman Kakao-Ternak Tahun 2010*. Jakarta: Kementerian Pertanian.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. (2016). *Statistik Perkebunan Indonesia 2015-2017. Kakao*. Jakarta: Kementerian Pertanian.
- Diwyanto, K., B.R. Prawirasiputra & D. Lubis. (2004). Integrasi tanaman ternak dalam pengembangan agribisnis berdayasaing, berkelanjutan dan berkerakyatan. *Wartazoa*, 12(1), 1-8.
- 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, Hartutik, W., Priyanto, D., Munier, F.F., Ardianhar, A., & 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. & Afolayan, A. (2012). Fermentation of cocoa beans and antimicrobial potentials of the pod husk phytochemicals. *Journal of Physiology and Pharmacology Advances*, 2(3), 158-164.
- Ginting, S. P. & Krisnan, R. (2009). *Petunjuk Teknis Teknologi Pemanfaatan Pakan berbahan Limbah Hortikultura untuk Ternak Kambing*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan. Deli Serdang: Loka Penelitian Kambing Potong.
- Goenadi, D. H., & Prawoto, A. A. (2007). Kulit buah kakao sebagai pakan ternak. In *Prosiding Seminar dan Ekspose Sistem Integrasi Tanaman Pangan dan Ternak*.
- Gunawan, & Sulastiyah, A. (2010). Pengembangan usaha peternakan sapi melalui pola integrasi tanaman ternak dan pembangunan kawasan peternakan. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, 6(2), 157-168.
- Guntoro, S. (2008). *Membuat pakan ternak dari limbah perkebunan*. Jakarta: PT. Agromedia Pustaka.
- Hagan, B. A., Adu-Aboagye, G., Asafu-Adjaye, A., Lamptey, V., & Boa-Amponsem, K. (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., Adejinmi, O. O., Babatunde, B. B., & Adejuma, M. O. (2007). Evaluation of cocoa shell as a feed ingredient for rabbit. *African Crop Sciences Conference Proceeding*, 583-584.
- Hamzat, R.A. & Adeola, O. (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, & Suhartati, F. M. (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, Inounu, B. I., Arsana, B. & Dwiyanto, K. (2002). *Panduan Teknis Sistem Integrasi Padi-Ternak*. Jakarta: Badan Litbang Pertanian.
- ICCO. (2012). International Cocoa Organization Quarterly Bulletin of Cocoa Statistics, Vol. XXXVIII, No. 4, Cocoa year 2011/2012. Retrieved from <http://www.icco.org/>
- Kuswandi. (2011). Teknologi pemanfaatan pakan lokal untuk menunjang peningkatan produksi ternak ruminansia. *Pengembangan Inovasi Pertanian*, 4(3), 189-204.
- Laconi, A., (1998). Penggunaan kulit buah kakao sebagai pakan ternak. Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor.
- Londra, I.M. (2007). Pakan ternak bermutu dari limbah mete. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian*, 29(5), 9-11.
- Lyayi, E. A., Olubamiwa, O., Ayuk, A., Orowwegodo, S., & Ogunaike, E. F. (2001). Utilization of urea treated and untreated cocoa pod husk base diets by growing pigs an on-farm study. *Tropicultura*, 19, 101-104.
- Manurung, R. (2013). Pengembangan sistem pertanian bioindustri berkelanjutan. Makalah Strategi Induk Pembangunan Pertanian (SIPP) 2013-2045, Pusat Pelatihan Manajemen dan Kepemimpinan Pertanian.
- Marcel, B.K.G., Andre, K.B., Theodore, D., & Seraphin, K.C. (2011). Waste and by-products of cocoa in breeding: Research synthesis. *International Journal of Agronomy and Agricultural Research*, 1(1), 9-19.
- Maryono, & Romjali, E. (2007). *Petunjuk teknis teknologi inovasi pakan murah untuk usaha pembibitan sapi potong*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Bogor.
- Marsetyo, T. S., Qigley, S. P., & Poppi, D. P. (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*, 27-37.
- Menteri Pertanian. (2013). Strategi Induk Pembangunan Pertanian 2013-2045. Disampaikan pada Sidang Kabinet Terbatas di Jakarta, April 2013.
- Merdekawati, S., & Kasmiran, A. (2013). Fermentasi limbah kulit buah kakao (*Theobroma cacao* L.) dengan *Aspergillus niger* terhadap kandungan bahan kering dan abu. *Lentera*, 13(2), 37-42.
- Munier, F. F., Hartadi, H., & E. Winarti. (2012). Cocoa pod husk fermentation using *Aspergillus niger* toward intake of ettawa grade buck. International Conference on Livestock Production and Veteriner Technology.
- Murni, R., Akmal, & Okrisandi, Y. (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, & Alvisyahrin, T. (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*, 14(1), 132-140.
- Oddoye, E. O. K., Rhule, S. W. A., Agyente-Badu, K., Anchirinah, V., & Ansah, F. O. (2010). Fresh cocoa pod husk an an ingredient in the diets of growing pigs. *Scientific Research and Essays*, 5(10), 1141-1144.
- Pasandaran, E., Djayanegara A., Kariyasa, K., & Kasryno, F. (2006). *Integrasi Tanaman Ternak di Indonesia*. Jakarta: Badan penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Priyanto, D., Priyanti, A., & Inounu, I. (2004). Potensi dan peluang pola integrasi ternak kambing dan perkebunan kakao rakyat di Provinsi Lampung. *Prosiding Seminar Nasional Sistem Integrasi Tanaman-ternak*, 44-52.
- Priyanto, D. (2006). Potensi limbah kulit kakao sebagai peluang integrasi dengan usaha ternak kambing di Provinsi Lampung. Ciawi Bogor: Balai Penelitian Ternak.
- 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, 200-206.
- Pusdatin Pertanian. (2016). *Outlook kakao. pusat data dan sistem informasi pertanian*. Jakarta: Sekretariat Jenderal Kementerian Pertanian.
- Rosniawaty, S., Dewi, I. R., & Suherman, C. (2005). *Pemanfaatan limbah kulit buah kakao sebagai kompos pada pertumbuhan bibit kakao kultivar uper amazone hybrid*. Bandung: Lembaga Penelitian Universitas Padjadjaran.
- Simatupang, P. (2014). Sekilas tentang konsep sistem pertanian bioindustri berkelanjutan. Bahan diskusi pada kunjungan kerja Kepala Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, serta Staf Ahli Menteri Pertanian ke KP. Pakuwon, Sukabumi dan KP. Manoko, Lembang, 23-24 Januari 2014.
- Sinar Tani. (2013). *Menuju pembangunan pertanian berkelanjutan*. Tabloid Sinar Tani Edisi 24 September 2013.
- Teguia, A., Endeley, H. N. L., & Beynen, A. C. (2004). Broiler performance upon dietary substitution of cococa husks for maize. *International Journal of Poultry Science*, 3(12), 779-782.
- Towaha, J., & Rubiyo. (2014). Karakteristik kimia kompos dan pakan ternak hasil fermentasi limbah kulit buah kakao. *Sirkuler Inovasi Tanaman Industri dan Penyegar*, 2(2), 93-100.
- Uwagboe, E. O., Hamzat, R. A., Clumide, M., & Akinbile, L. A. (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., Panggabean, T. R., & Pujiyanto. (2008). *Panduan kakao lengkap, manajemen agribisnis dari hulu hingga hilir*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Watson, R. R., Preedy, V. R., & Zibadi, S. (2012). *Chocolate in health and nutrition*. New York Heidelberg Dordrecht London: Humana Press brand of Springer.
- Wong, H. K., & Hasan, O. A., (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.
- Young, A.M. (2007). *The chocolate tree: A natural history of cacao* (Revised & Expanded Edition). Florida, USA: The University Press of Florida.