

SIFAT FISIK, KIMIA DAN FUNGSIONAL DAMAR

[Brief Review on: Physical, Chemical and Functional Properties of Dammar]

Noryawati Mulyono ¹⁾ dan Anton Apriyantono ²⁾¹⁾ Mahasiswa Ilmu Pangan, Departemen TPG²⁾ Staf Pengajar Departemen Teknologi Pangan dan Gizi, Fateta IPB
Kampus IPB Darmaga, P.O. Box 220, Bogor 16002

Diterima 11 November 2004 / Disetujui 14 Maret 2005

ABSTRACT

Dammar is one of Indonesian forestry products which is abundant. It has unique physical, chemical and functional properties. The important physical properties of dammar include its solubility in some organic solvents, softening temperature, viscosity and its absorbance. The important chemical properties reviewed here include its properties as resin, composition of terpenoid compounds present in dammar, and essential oil yielded from distillation of fresh dammar. Physical and chemical properties of dammar need to be studied further in order to optimize its functional properties. So far, dammar is widely used as weighting agent and source of essential oil. However, now, some species of dammar are being explored and developed for sal flour, fat source, triacylglycerol substituent for cocoa butter and wood preservatives.

Key words: resin, terpenoid, essential oil, weighting agent.

PENDAHULUAN

Damar merupakan salah satu resin alami yang dihasilkan oleh tanaman dari famili *Dipterocarpaceae* (marga *Shorea*, *Hopea*, *Balanocarpus* dan *Vateria*) dan *Burseraceae* (marga *Canarium*) (BBSRC, 2004; Doelen et al., 1998a; Doelen et al., 1998b; Jost et al., 1989; Namiroh, 1998; Tan, 1990). Damar banyak digunakan dalam berbagai industri, misalnya pembuatan cat, lilin, plastik, bahan isolator, bahan campuran pernis, bahan pengisi kertas dan industri pangan serta obat-obatan (BBSRC, 2004; Bungler and Ekanayake, 2001; Burdock, 1997; Doelen et al., 1998a; Doelen et al., 1998b; Graumlich et al., 2003; Krawczyk et al., 2004; Mehansho et al., 2002a; Mehansho et al., 2002b; Mimbar, 1999; Namiroh, 1998; Nunes et al., 2003; Tan, 1990). Jumlah produksi dan ekspor damar di Indonesia dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Jumlah produksi dan ekspor damar di Indonesia

Tahun	Produksi (ton)	Ekspor (ton)
1996/1997	1556	18609
1997/1998	6423	Tidak ada
1998/1999	7887,09	3972
1999/2000	5223,56	2521

Sumber: Badan Planologi Kehutanan, 2001.

Sangat disayangkan, bahwa mutu komoditi ekspor ini masih rendah, antara lain kandungan kotoran masih tinggi dan dipasarkan masih dalam bentuk bahan mentah sehingga nilai jualnya pun rendah. Selain itu,

kapasitas produksi belum dapat memenuhi permintaan pasar. Singapura, Jerman, Amerika Serikat, Jepang, China dan Malaysia merupakan negara-negara yang banyak mengimpor damar dari Indonesia (Mimbar, 1999; Tan, 1990).

Untuk meningkatkan produksi damar, telah dilakukan penelitian menggunakan stimulan larutan asam sulfat. Larutan asam ini berfungsi memperlebar saluran getah yang menyempit atau tersumbat melalui proses penghangatan, sehingga dinding getah terhidrolisis, tekanan dinding menurun dan getah mencair kembali dan dapat keluar lebih lama lagi. Penggunaan larutan asam sulfat 25% dapat meningkatkan hasil getah lebih dari 450% dan tidak menyebabkan kerusakan pada pohon, misalnya pengeringan pada batang atau pohon menjadi layu (Mimbar, 1999).

Melihat potensi pengembangan industri damar dan industri terkaitnya, misalnya industri minyak atsiri yang merupakan hasil samping dari pengolahan damar, penulis mencoba mereview bahan damar, khususnya mengenai sifat-sifat fisik, kimia dan fungsional damar.

SIFAT FISIK DAMAR

Secara umum, sifat-sifat damar antara lain rapuh dan mudah melekat pada tangan pada suhu kamar, mudah larut dalam minyak atsiri dan pelarut organik nonpolar, sedikit larut dalam pelarut organik yang polar, tidak larut dalam air, tidak tahan panas, mudah terbakar, tidak volatil bila tidak terdekomposisi dan dapat berubah warna bila disimpan terlalu lama dalam tempat

tertutup tanpa sirkulasi udara yang baik (Namiroh, 1998; Setianingsih, 1992; Tan, 1990).

Mutu damar dikelompokkan berdasarkan ukuran bongkahan, warna dan kadar pengotor. Damar yang bermutu baik adalah damar yang berbentuk bongkahan besar, berwarna jernih dan berkadar kotoran rendah. Untuk menurunkan jumlah pengotor dalam damar, dapat dilakukan pemurnian, baik secara fisik dengan cara pemecahan bongkahan damar dan pengayakan, menggunakan pelarut atau campuran beberapa pelarut, atau gabungan antara pelarut dan bahan pemucat. Perbandingan mengenai sifat fisik damar asal dari Sumatra dan sifat fisik damar yang telah mengalami proses pemurnian terlihat pada Tabel 2 (Namiroh, 1998; Setianingsih, 1992).

larut dalam etanol (disebut alfa-resin) dan fraksi yang tidak larut dalam etanol (disebut beta-resin) (Doelen et al., 1998a; Doelen et al., 1998b). Beta-resin merupakan senyawa polimer yang mempunyai berat molekul rendah, sedangkan alfa-resin pada umumnya merupakan senyawa terpen yang terdiri dari damadienon, damadienol, hidroksidamarenon, hidroksihopanon, yang merupakan senyawa-senyawa tetrasiklik. Fraksi yang bersifat asam antara lain asam damarolat, asam ursonat, asam damarenolat dan asam damarenoat serta metil ester dari asam-asam ini (Tan, 1990).

Penelitian-penelitian yang dilakukan untuk menentukan senyawa-senyawa kimia yang terdapat dalam damar mendapatkan beberapa identitas senyawa dengan struktur molekul seperti diperlihatkan pada

Tabel 2. Sifat Fisik Damar Asalan dan Damar yang telah Dimurnikan

Perlakuan	%T ¹⁾	Kekentalan (cP)	Titik lunak (°C)
Tanpa perlakuan	0,40 - 19,07	4,03 - 26,25	68,33 - 85,25
Dengan pemurnian fisik	18,50	18,75	88,00
Dengan kombinasi pelarut:			
Benzen-metanol	46,33 - 61,27	3,87 - 4,67	69,33 - 73,67
Benzen etanol	42,30 - 57,30	4,43 - 4,85	65,00 - 68,00
Toluena-etanol	34,17 - 53,70	4,08 - 4,95	63,00 - 76,67
Pelarut+arang aktif	38,50 - 88,00	22,50 - 33,75	87,25 - 97,50

Keterangan: ¹⁾ %T larutan damar 50% (b/b) dalam toluena

Pernakain kombinasi pelarut benzen-metanol, benzen-etanol atau toluena-etanol dalam pemurnian damar dapat meningkatkan kelarutan dan rendemen damar karena golongan terpen nonpolar dalam damar dilarutkan dalam pelarut nonpolar dan golongan terpen beroksigen yang lebih polar dilarutkan dalam pelarut polar. Selain kombinasi pelarut benzen-metanol, benzen-etanol dan toluena-etanol, kombinasi lain yang dapat digunakan adalah petroleum benzin-metanol atau petroleum benzin-etanol. Tetapi, kedua kombinasi pelarut ini menghasilkan larutan yang mempunyai lapisan seperti lilin dan mempunyai viskositas lebih tinggi, sehingga proses penyaringannya lebih lambat (Namiroh, 1998).

Bila digunakan bahan pemucat dalam proses pemurniannya, maka persen transmisi larutan damar 50% (b/b) dalam toluena akan meningkat karena bahan pemucat dapat mengadsorpsi zat-zat pembentuk warna dalam damar. Efektifitas adsorpsi ini bergantung pada jenis dan konsentrasi bahan pemucat serta karakteristik pelarut. Jenis bahan pemucat yang dapat digunakan antara lain asam sitrat, zeolit aktif, tawas, resin anionik dan arang aktif (Setianingsih, 1992).

SIFAT KIMIA DAMAR

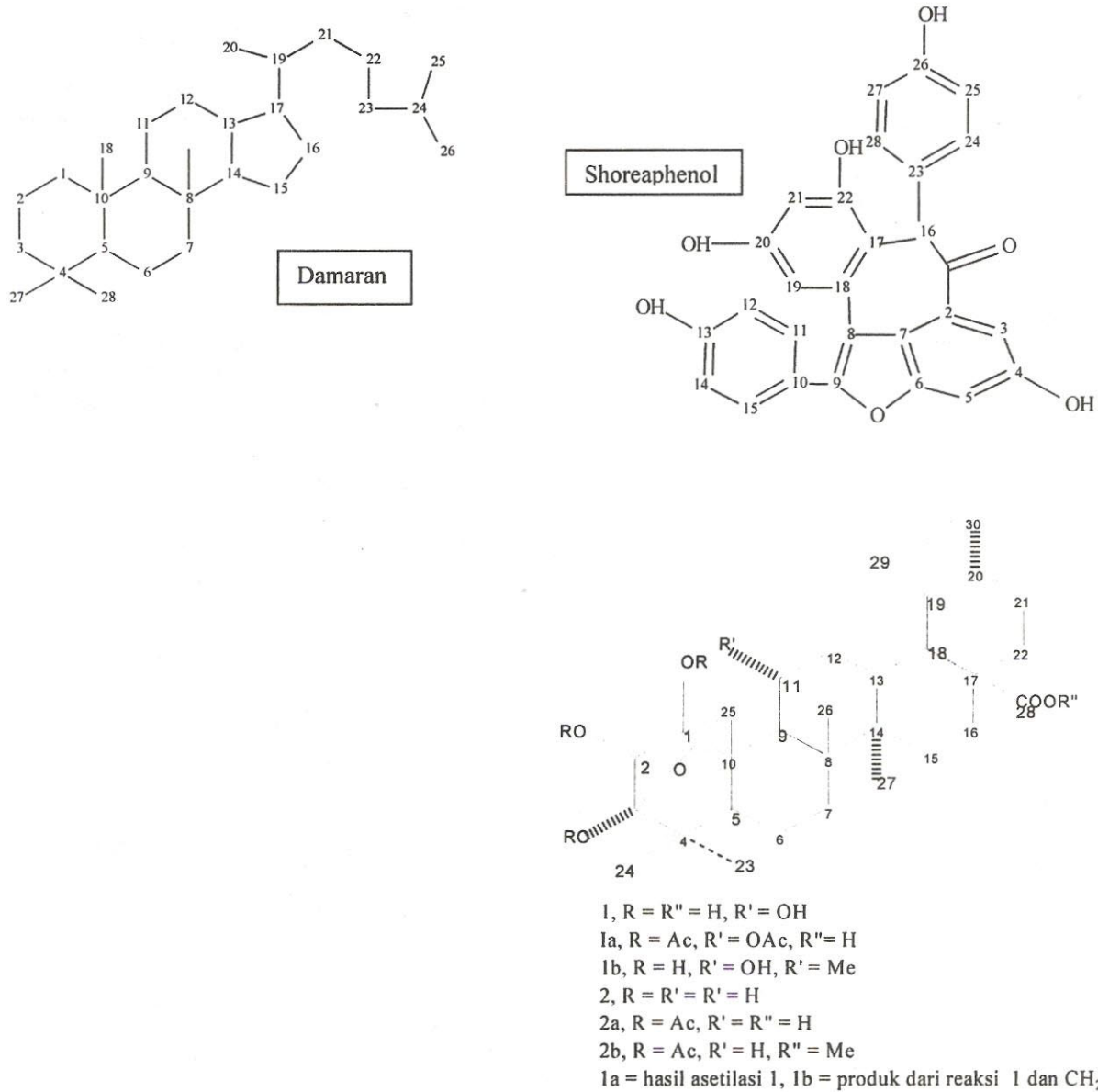
Komposisi utama damar adalah resin yang mengandung fraksi yang bersifat asam dan netral. Fraksi yang bersifat netral dikelompokkan menjadi fraksi yang

Gambar 1 (Misra dan Ahmad, 1997; Prakash dan Rao, 1999; Setianingsih, 1992; Saraswathy et al., 1992).

Perbandingan sifat kimia damar asal dari Sumatra yang belum dan yang sudah mengalami proses pemurnian dapat dilihat pada Tabel 3 (Namiroh, 1998; Setianingsih, 1992). Dari Tabel tersebut terlihat bahwa kadar abu dan bahan tak larut dalam toluena untuk damar yang telah dimurnikan menurun dibandingkan dengan damar asal.

Untuk mendapatkan informasi komponen apa saja yang ada didalam damar, dilakukan isolasi dan identifikasi menggunakan berbagai teknik. Misalnya, untuk mengidentifikasi komponen triterpenoid dalam damar, dilakukan fraksinasi menggunakan *High Performance Liquid Chromatography (HPLC)*, kemudian dianalisis dengan *Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS)* dan diidentifikasi spektrum massa yang dihasilkannya. Untuk meningkatkan volatilitas dan kestabilan analat dalam kolom, sebelumnya dilakukan derivatisasi menggunakan gas CH_2N_2 atau metilasi dengan $\text{CHN}_2\text{Si}(\text{CH}_3)_3$ (Doelen et al., 1998a; Doelen et al., 1998b).

Pada umumnya damar yang berasal dari pengumpul yang berbeda mempunyai komposisi hampir sama, tetapi kadar masing-masing komponennya agak bervariasi. Damar yang sudah disimpan lama warnanya lebih kuning dan mengandung banyak triterpenoid teroksidasi (Doelen et al., 1998a; Doelen et al., 1998b).



Gambar 1. Beberapa struktur senyawa yang terdapat dalam damar (Misra & Ahmad, 1997; Namiroh, 1998; Setianingsih, 1992)

Tabel 3. Sifat Kimia Damar Asalan dan Damar yang telah Dimurnikan

Analisis kimia	Damar asalan	Pemurnian fisik	Pelarut		
			Benzen-metanol	Benzen-etanol	Toluena-etanol
Abu	0.15 - 0.84%	0.09%	0,12 - 0,22	0,03 - 0,25	0,02 - 0,10
Bilangan yod	23.26 - 62.60	77.37	23,06 - 23,81	22,22 - 23,03	21,58 - 23,29
Bilangan asam	24.79 - 30.62	22.24	27,65 - 28,91	28,49 - 29,79	26,27 - 30,11
Bilangan penyabunan	32.82 - 42.04	38.43	50,09 - 68,87	50,98 - 84,07	58,14 - 62,61
Bahan tak larut dalam toluena	5.75 - 10.94	5.32	2,06 - 3,21	2,58 - 4,11	2,41 - 3,89

Komponen-komponen teroksidasi dalam damar dapat diidentifikasi menggunakan *matrix-assisted laser desorption/ionisation mass spectrometry (MALDI-MS)*, misalnya asam oleanolat, ursolat aldehyd, ursana dan oleanana teroksidasi dan 28-narolean-17-en-3-on. Sedangkan untuk mempelajari perubahan molekular yang disebabkan oleh *ageing* dapat digunakan *GC/MS*, *HPLC/MS* dan *Direct Temperature-Resolved Mass Spectrometry (DT/MS)*. Komponen-komponen yang telah diidentifikasi dengan teknik-teknik diatas antara lain *dammaradienone*, *nor- α -amyrone*, *dammaradienol* dan sebagainya (Doelen et al., 1998a; Doelen et al., 1998b).

Damar juga mengandung minyak atsiri yang dapat dianalisis dengan *GC/MS*. Damar yang berasal dari spesies yang berbeda mempunyai komposisi minyak atsiri yang berbeda pula seperti terlihat pada Tabel 4 (Chanamai and McClement, 2000; Kaur et al., 2001; Kaur et al., 2003).

khusus sebelum dicampurkan dengan minyak, misalnya pemurnian dengan ekstraksi pelarut atau destilasi fraksinasi (Tan, 1990).

Damar yang dapat berfungsi sebagai *weighting agent* mempunyai karakteristik (Tan, 1990):

- warna: putih keruh, kuning muda sampai coklat.
- *weight loss*: kurang lebih 5% pada 105 °C selama 18 jam.
- titik leleh: 90 – 110 °C.
- zat tak larut dalam toluena maksimum 0.5%
- berat jenis: 1.05 – 1.08 pada 20 °C.

Damar digunakan sebagai *weighting agent* dalam minuman berbentuk emulsi sebagai *natural nonchemically modified vegetable gum resin* (Tan, 1990). Pemakaian damar dalam emulsi dapat meminimumkan perbedaan densitas droplet dan fase air, sehingga tidak terjadi pemisahan antara fase air dan fase minyak,

Tabel 4. Komposisi minyak atsiri dalam beberapa spesies damar

Spesies damar	Komposisi minyak atsiri
<i>Shorea robusta</i>	<i>kadinol</i> (16,75%), <i>α-kadinol</i> (16,45%), <i>globulol</i> (4,52%), <i>α-copaen</i> (3,79%), <i>γ-cadinen</i> (2,34%), <i>viridifloren</i> (1,62%), <i>β-elemen</i> (1,54%), <i>α-terpineol</i> (1,33%) dan <i>γ-muurolen</i> (0,45%).
<i>Agathis atropurpurea</i>	<i>phyllocladene</i> (13%), <i>16-kaurene</i> (19%), <i>α-pinene</i> (18%) dan <i>δ-cadinene</i> (9%)
<i>A. microstachya</i>	<i>α-pinene</i> (18%), <i>myrcene</i> (7%), <i>bicyclogermacrene</i> (6%) dan <i>δ-cadinene</i> (6%)
<i>A. robusta</i>	<i>sesquiterpen</i> (40%), <i>spathulenol</i> (37%) dan <i>rimuene</i> (6%)
<i>A. australis</i>	<i>16-kaurene</i> (37%), <i>sclarene</i> (5%), <i>germacrene-D</i> (9%) dan komponen diterpen K teroksidasi (12%)
<i>A. macrophylla</i>	<i>5,15-Rosadiene</i> (60%) dan <i>16-kaurene</i> (7%)
<i>A. moorei</i>	<i>sesquiterpen</i> (12%), <i>allo-aromadendrene</i> (6%), <i>germacrene-D</i> (10%) <i>δ-cadinene</i> (10%) dan <i>16-kaurene</i> (6%)
<i>A. ovata</i>	oksida <i>caryophyllene</i> (15%) dan <i>phyllocladene</i> (39%)
<i>A. bidwillii</i>	<i>hibaene</i> (76%)
<i>A. columnaris</i>	<i>hibaene</i> (9%), <i>sclarene</i> (6%), <i>luxuriadiene</i> (<i>13-epi-dolabradiene</i>) (23%) dan 2 senyawa hidrokarbon diterpen yang belum dapat diidentifikasi, masing-masing 33% dan 10%)
<i>A. cunninghamii</i>	<i>16-kaurene</i> (53%) dan <i>hibaene</i> (29%)
<i>A. heterophylla</i>	<i>α-pinene</i> (52%) dan <i>phyllocladene</i> (32%).
<i>A. husteinii</i>	<i>α-pinene</i> (18%), <i>sclarene</i> (11%) dan <i>germacrene-D</i> (5%)
<i>A. luxurians</i>	<i>5,15-rosadiene</i> (20%) dan <i>luxuriadiene</i> (<i>13-epi-dolabradiene</i>) (66%)
<i>A. montana</i>	<i>phyllocladene</i> (61%) dan <i>16-kaurene</i> (23%)
<i>A. muelleri</i>	<i>Sclarene</i> (20%), <i>luxuriadiene</i> (19%) dan hidrokarbon diterpen (B) (25%) dan (E) (10%) yang belum dapat diidentifikasi
<i>A. scopulorum</i>	<i>16-α-phyllocladanol</i> (41%), <i>luxuriadiene</i> (10%), <i>δ-cadinene</i> (6%) dan <i>α-copaene</i> (6%)

SIFAT FUNGSIONAL DAMAR

Karena kelarutannya dalam minyak, damar dapat digunakan sebagai *weighting agent* dalam pembuatan minuman berbentuk emulsi. Damar yang berkualitas tinggi hanya mengandung sedikit pengotor yang dapat dihilangkan melalui filtrasi. Tetapi damar yang berkualitas rendah, dapat menimbulkan aroma terpen dalam emulsi yang dihasilkan, yang merupakan salah satu *off flavor*, sehingga memerlukan perlakuan

sehingga emulsi tersebut stabil (Chanamai and McClement, 2000). Selain menggunakan damar, *este gum*, *wood rosin* dan *Sucrose Acetate Isobutyrate (SAIB)*, juga dapat digunakan sebagai *weighting agent* (Bunger dan Ekanayake, 2001; Graumlich et al., 2003; Krawczyk et al., 2004; McClement, 1999; Mehansho et al., 2002a Mehansho et al., 2002b; Nunes et al., 2003; Tan, 1990).

Untuk memprediksi kecepatan pembentukar *creaming* fluida Newtonian seperti yang terjadi pada

suatu emulsi maka Hukum Stokes seperti ditunjukkan pada persamaan berikut akan berlaku (McClement

$$U = - \frac{2gr^2(\rho_2 - \rho_1)}{9\eta_0}$$

dimana U adalah kecepatan pembentukan creaming, η_0 adalah viskositas, r adalah jari-jari rata-rata partikel, g adalah percepatan gravitasi dan ρ adalah densitas fase pendispersi dan fase terdispersi. Jenis dan konsentrasi *weighting agent* mempengaruhi densitas dan viskositas minyak. Hal ini terlihat jelas pada Tabel 5 (Chanamai and McClement, 2000). Agar tercapai kestabilan emulsi yang baik, diinginkan selisih densitas fase pendispersi dan fase terdispersi seminimum mungkin.

Disamping itu, lamanya proses homogenisasi juga mempengaruhi ukuran droplet sehingga mempengaruhi kestabilan droplet (Gambar 2).

Contoh aplikasi damar dalam pembuatan konsentrat minuman adalah pembuatan emulsi minyak jeruk. Terdapat 2 jenis *cloud* atau *beverage emulsion* yang mengandung minyak jeruk, yaitu emulsi minyak jeruk dan emulsi flavor jeruk. Dalam emulsi minyak jeruk, minyak jeruk diemulsikan ke dalam air. Emulsi ini digunakan sebagai konsentrat untuk memberikan flavor dan efek *cloud* pada minuman berkarbonasi / tidak

berkarbonasi. Sedangkan pada emulsi flavor jeruk, kadar minyak yang digunakan dalam membuat emulsi tidak hanya berasal dari minyak jeruk, tetapi juga minyak sayur (Anonymous, 2004).

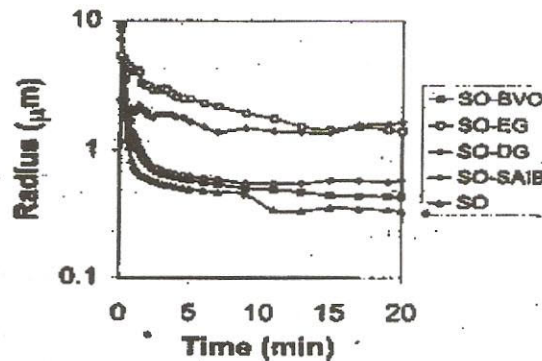
Secara tradisional, dalam penyadapan damar, biasanya damar yang keluar dibiarkan mengumpul pada takik (goresan pada batang pohon damar) dan diambil setelah damar mengeras. Dalam proses mengerasnya damar, minyak atsiri yang terkandung didalamnya perlahan-lahan menguap. Penguapan ini dapat dicegah dengan cara memungut damar tanpa menunggu sampai damar mengeras. Minyak atsiri dipisahkan dengan cara menyuling damar yang baru dipungut tanpa mengurangi kualitas damar tersebut. Penyulingan dapat dilakukan pada tekanan normal atau dalam kondisi vakum. Sifat fisiko kimia minyak atsiri yang dihasilkan bergantung pada lamanya penyulingan (Wiyono, 2000).

Selain diambil resinnya untuk digunakan sebagai *weighting agent* dan sumber minyak atsiri, tanaman damar jenis *Shorea robusta* juga dapat diambil lemaknya untuk digunakan sebagai *antibloom* substitusi dalam *cocoa butter* dan industri permen (Arakawa et al., 1998; Bhattacharyya and Banerje, 1983; Belvadi et al., 1979; Nesaretnam and Razak, 1992; Sridhar and Lakshminarayana, 1991; Sridhar et al., 1991; Yella and Prabhakar, 1990; Yella and Prabhakar, 1989).

Tabel 5. Karakteristik Beberapa *Weighting Agent* untuk Memperoleh Selisih Densitas Minimum dalam Emulsi Minyak dalam Air

<i>Weighting agent</i>	% b/b <i>Weighting agent</i> yang sesuai ^a	η (Pa.s)	$d\rho/dc$ (kg.m ⁻³ /%b/b)	$d\eta/dc$ (Pa.s/%b/b)	r (μ m)
Brominated Vegetable Oil (BVO)	25	0,100	0,0037	0,0017	0,43
SAIB	45	0,329	0,0019	0,0019	0,58
Ester gum	55	4,58	0,0016	0,0042	1,40
Dammar gum	55	22,5	0,0015	0,0061	1,64

^aPersentase *weighting agent* terhadap minyak



Gambar 2. Pengaruh Lama Homogenisasi terhadap Jari-jari Droplet (Chanamai & McClement, 2000)

Dengan menghilangkan lemak dalam *meal* damar akan dihasilkan tepung *sal* dengan rendemen 30%. Setelah diisolasi, diputihkan dan dimurnikan, tepung *sal* merupakan tepung yang banyak mengandung amilopektin, tidak mengalami penurunan viskositas setelah digelatinisasi tetapi rentan terhadap enzim alfa-amilase (Tharanathan et al., 1990).

Lemak yang dihasilkan dari *Shorea robusta* mempunyai nutrisi yang dapat meningkatkan pertumbuhan seperti halnya minyak kacang tanah dan minyak sayur terhidrogenasi dan tidak mempengaruhi retensi Ca, N dan P dalam tikus. Lemak *Shorea robusta* mempunyai kecepatan hidrolisis yang lebih besar dari minyak kacang tanah tetapi koefisien daya cernanya lebih kecil dari kacang tanah atau minyak sayur (Yella and Prabhakar, 1989).

Damar *Shorea javanica* dapat digunakan sebagai bahan baku pengawet kayu karena mengandung komponen bioaktif, yaitu senyawa-senyawa mono dan sesquiterpen yang bersifat anti-rayap dan anti-jamur. Bila zat-zat ekstraktif seperti asam resin terdapat dalam saluran resin dalam pohon, maka senyawa fenolik dan terpenoid terdapat dalam kayu teras dalam kulit dan berfungsi sebagai pelindung kayu terhadap mikroorganisme dan serangga (Sari, 2002).

KESIMPULAN

Sifat fisik dan sifat kimia damar dapat diperbaiki melalui pemurnian damar, baik pemurnian secara fisik, ataupun menggunakan kombinasi pelarut organik atau menggunakan pelarut yang dikombinasikan dengan bahan pemucat. Jenis pelarut dan bahan pemucat yang digunakan akan menentukan sifat damar yang dihasilkan.

Meskipun telah banyak digunakan dalam berbagai industri, misalnya sebagai *weighting agent*, sumber minyak atsiri, substitusi triasilgliserol dari *cocoa butter*, tepung, sumber lemak bahkan sebagai pengawet kayu, namun penelusuran pustaka menunjukkan bahwa penelitian mengenai sifat fisik, sifat kimia maupun sifat fungsional damar masih sangat terbatas. Untuk aplikasi damar sebagai *weighting agent* dalam emulsifikasi minuman misalnya, masih diperlukan penelitian lebih mendalam mengenai cara pemurnian damar yang aman dan efektif yang digunakan sebagai bahan tambahan pangan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Mr. Chan Tze Fai yang telah membantu dalam penelusuran literatur dan Sdr. Dini yang membantu dalam editing makalah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous.** *Process Bulletin: Orange Oil Emulsions.* Diambil dari <http://www.apv.invensys.com> tanggal 6 Mei 2004.
- Arakawa, H.; Kasai, T.; Okumura, Y.; Maruzeni, S.** 1998. *Polymorphism of SOA Triacylglycerol Prepared From Sal Fat.* J. of the Japan Oil Chemists' Society. 47(1). 19 – 24 dalam kumpulan abstrak FSTA.
- Badan Planologi Kehutanan.** 2001. *Statistik Kehutanan Indonesia.* Departemen Kehutanan. Jakarta.
- BBSRC Business:** *The Quarterly Magazine of The Biotechnology and Biological Sciences Research Council,* edisi Januari 2004 dari <http://www.bbsrc.ac.uk>.
- Belvadi, V.K.; Kamat, P.L.; Mehta, D.T.; Bhaskar, A.; Bringi, N.V.** 1979. *Analysis of Epoxy and Dihydroxystearic Acid Content in Sal (Shorea robusta) Fat by GLC & TLC.* J. of the Oil Technologists' Assoc. of India. 11(1). 3 – 8. dalam kumpulan abstrak FSTA.
- Bhattacharyya, D.K.; Banerjee, K.** 1983. *Modification of Sal Fat (Shorea robusta) and Mowrah Fat (Madhuca latifolia) by Methyl-Ester-Triglyceride Interchange Reactions.* J. of the American Oil Chemists' Society. 60(4). 841 – 845 dalam kumpulan abstrak FSTA.
- Bunger, J.R.; Ekanayake, A.** 2001. *Antimicrobial Combinations of Sorbate Preservative, Natamycin and A Dialkyl Dicarboxylate Useful in Treating Beverages and Other Food Products.* US Patent and Trademark Office: Patent Application Full Text and Image Database. 20010046538 A1. diakses dari <http://www.uspto.gov/patft> tanggal 26 Mei 2004.
- Burdock, G.A.** *Encyclopedia of Food and Color Additives.* Vol 1. CRC Press, 1997. 763 – 764.
- Chanamai, R. McClement, D.J.** 2000. *Impact of Weighting Agents and Sucrose on Gravitational Separation of Beverage Emulsions.* J. Agric. Food Chem. 48(11). 5561 – 5565.
- Doelen, V.D.; Berg, V.D.; Boon, J.J.** 1998a. *Comparative Chromatographic and Mass Spectrometric Studies of Triterpenoid Varnishes Fresh Material and Aged Samples from Paintings.* Studies in Conservation. 43(4). 249 – 264.
- Doelen, V.D.; Berg, V.D.; Boon, J.J.; Shibayama, N.; Rie, D.L.; Genuit, W.J.L.** 1998b. *Analysis of Fresh Triterpenoid Resins and Aged*

- Triterpenoid Varnishes by HPLC-APCI-MS*. J. Chromatogr. A. 809. 21 – 37.
- Graumlich, T.R.; Schaar, R.J.; Buechel, J.J.; Downton, G.E.; Wegman, J.W. 2003.** *Beverage Composition and Flavoring Low Levels of Preservative with Enhanced Microbial Stability*. US Patent and Trademark Office: Patent Application Full Text and Image Database. 20030134017 A1. diakses dari <http://www.uspto.gov/patft> tanggal 26 Mei 2004
- Jost, T.; Sell, Y.; Fousseureau, J. 1989.** *Contact Allergy to Manilla Resin. Nomenclature and Physico-chemistry of Manilla, Kauri, Damar and Copal Resins*. *Contact Dermatitis*. Oct (4). 228 – 238 dalam kumpulan abstrak *Medline*.
- Kaur, S.; Dayal, R.; Varshney, V.K.; Bartley, J.P. 2001.** *GC-MS Analysis of Essential Oils of Heartwood and Resin of Shorea robusta*. *Planta Med*. 67(9). 883 – 886 dalam kumpulan abstrak *Medline*.
- Kaur, S.; Varshney, V.K.; Dayal, R. 2003.** *GC-MS Analysis of Essential Oils of Shorea robusta Bast*. *J. Asian Nat. Prod. Res.* (3). 231 - 234 dalam kumpulan abstrak *Medline*.
- Krawczyk, G.R.; Amundarain, J.; Bertrand, H.P.; Gerard, M. 2004.** *Beverage Emulsion Stabilizer*. US Patent and Trademark Office: Patent Application Full Text and Image Database. 20040062845 A1. diakses dari <http://www.uspto.gov/patft> tanggal 26 Mei 2004.
- McClements, D.J. 1999.** *Food Emulsions : Principles, Practice and Techniques*. CRC Press. 1999.
- Mehansho, H.; Mellican, R.I.; Manchuso, S.E.; Nunes, R.V.; Spence, K.E. 2002a.** *Beverage Compositions Comprising Arabinogalactan and Defined Materials*. US Patent and Trademark Office: Patent Application Full Text and Image Database. 20020136802 A1. diakses dari <http://www.uspto.gov/patft> tanggal 26 Mei 2004.
- Mehansho, H.; Nunes, R.V.; Durr, A.L.; Mellican, R.I.; Manchuso, S.E. 2002b.** *Compositions Comprising Arabinogalactan and A Defined Protein Component*. US Patent and Trademark Office: Patent Application Full Text and Image Database. 20020155194 A1. diakses dari <http://www.uspto.gov/patft> tanggal 26 Mei 2004.
- Mimbar, S.M. 1999.** Pengaruh Cairan Asam Sulfat terhadap Produksi Getah Damar. *Habitat*. 10(108). 36 – 41.
- Misra, L.N. dan Ahmad, A. 1997.** *Triterpenoids from Shorea robusta Resin*. *Phytochemistry*. 45(3). 575 – 578.
- Namiroh, N. 1998.** Pemurnian Damar (*Shorea javanica*) dengan Kombinasi Pelarut Organik. Skripsi. Fateta. IPB.
- Nesaretnam, K.; Razak bin Modh Ali A. 1992.** *Engkabang (Illipe)-An Excellent Component for Cocoa Butter Equivalent Fat*. *J. of the Science of Food & Agriculture*. 60(1). 15 – 20 dalam kumpulan abstrak FSTA.
- Nunes, R.V.; Heisey, M.T.; Downton, G.E.; Evers-Smith, L. 2003.** *Stabilized Compositions and Processes of Their Preparation*. US Patent and Trademark Office: Patent Application Full Text and Image Database. 20030021874 A1. diakses dari <http://www.uspto.gov/patft> tanggal 26 Mei 2004.
- Prakash, E.O.; Rao, J.T. 1999.** *A New Flavone Glycoside from the Seeds of Shorea robusta*, *Fitoterapia* 70. 539 – 541.
- Saraswathy, A.; Purushothaman, K.K.; Patra, A.; Dey, A.K.; Kundu, A.B. 1992.** *Shoreaphenol, A Polyphenol from Shorea robusta*. *Phytochemistry*. 31(7). 2561 – 2562.
- Sari, R.K. 2002.** Isolasi dan Identifikasi Komponen Bioaktif dari Damar Mata Kucing (*Shorea javanica* K.et.V). Program Pascasarjana. IPB.
- Setianingsih, N. 1992.** Pemurnian Damar *Shorea javanica* dengan Menggunakan Pelarut Organik dan Bahan Pemucat. Fateta. IPB.
- Sridhar, R.; Lakshminarayana, G. 1991.** *Triacylglycerol Compositions of Some Vegetable Fats with Potential for Preparation of Cocoa Butter Equivalents by HPLC*. *J. of the Oil Technologists' Assoc. of India*. 23(3). 42 - 43 dalam kumpulan abstrak FSTA.
- Sridhar, R.; Lakshminarayana, G.; Kaimal, T.N.B. 1991.** *Modification of Selected Indian Vegetable Fats Into Cocoa Butter Substitutes by Lipase-Catalyzed Ester Interchange*. *J. of the American Oil Chemists' Society*. 68(10). 726 – 730 dalam kumpulan abstrak FSTA.
- Tan, C.T. 1990.** *Beverage Emulsions, Food Emulsions*. 2nd ed. 445 – 478.
- Tharanathan, R.N.; Changala, R.G.; Muralikrishna, G. 1990.** *Physico-chemical Characteristics of Starches from Sal (Shorea robusta) and Dhupa (Vateria indica) Seeds*. *Starch/Stärke*. 42(7). 247 - 251 dalam kumpulan abstrak FSTA.

Wiyono, B. 2000. Percobaan Pemisahan Minyak Damar Mata Kucing dengan Penyulingan Secara Kering pada Kondisi Vakum. Buletin Penelitian Hasil Hutan. 18(1). 27 – 39.

Yella, R.S.; Prabhakar, J.V. 1990. *Cocoa Butter Substitutes from Sal (Shorea robusta) Fat*. Int.

J. of Food Sci. and Tech. 23(6). 711 – 717 dalam kumpulan abstrak FSTA.

Yella, R.S.; Prabhakar, J.V. 1989. *Confectionery Fats From Sal (Shorea robusta) Fat and Phulwara (Madhuca butyracea) Butter*. Food Chemistry. 34(2). 131 – 139 dalam kumpulan abstrak FSTA.