

PEMANFAATAN *CASHEW NUT SHELL LIQUID* SEBAGAI SUMBER FENOL ALAMI PADA INDUSTRI

Juniaty Towaha¹ dan Nur Rofiq Ahmadi²

¹Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri

Jalan Raya Pakuwon km 2 Parungkuda, Sukabumi 43357

balittri@gmail.com

²Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian

Jalan Tentara Pelajar No. 3A, Kampus Penelitian Pertanian Cimanggu, Bogor 16111

(Diajukan tanggal 1 April 2011, diterima tanggal 1 Juni 2011)

ABSTRAK

Cashew Nut Shell Liquid (CNSL) merupakan cairan kental berwarna coklat tua hasil ekstraksi dari kulit biji jambu mete. Komponen utama penyusun CNSL terdiri atas senyawa asam anakardat, kardanol dan kardol yang merupakan senyawa fenol alami. Senyawa kardanol mempunyai struktur kimia yang mirip dengan fenol sintetik, sehingga berpeluang untuk mensubstitusi maupun menggantikan senyawa fenol sintetik dari turunan minyak bumi yang sumbernya semakin menipis. Senyawa CNSL dan komponen penyusunnya asam anakardat, kardanol dan kardol, serta produk turunannya mempunyai manfaat yang beragam pada berbagai industri, sebagai substitusi fenol sintetik maupun sebagai sumber senyawa fenolik, diantaranya pada industri farmasi, insektisida, perekat, vernis dan cat, kanvas rem dan plat kopling kendaraan, resin laminating, epoxy resin, pengecoran logam, semen, surfaktant, formulasi karet dan berbagai industri kimia. Sampai saat ini di Indonesia kulit biji jambu mete belum dimanfaatkan secara maksimal, sebagian besar masih merupakan limbah, sehingga produksi CNSL di Indonesia masih sangat rendah. Padahal potensi produksi CNSL di Indonesia sebenarnya cukup besar, oleh karena itu mengingat berbagai manfaat CNSL dan turunannya pada berbagai industri, serta keunggulannya dalam susunan struktur molekul maupun keunggulan sebagai bahan terbarukan yang ramah lingkungan, maka sudah saatnya potensi CNSL yang terkandung dalam kulit biji jambu mete tersebut di daya gunakan dan dikembangkan dengan baik.

Kata Kunci : *Anacardium occidentale* L., *Cashew nut shell liquid* (CNSL), fenol alami, industri.

ABSTRACT

Use of cashew nut shell liquid as sources of phenol in industries. *Cashew Nut Shell Liquid* (CNSL) is a dark brown viscous liquid extracted from cashew nut shell. The main components of CNSL that is anacardic acid, cardanol and kardol which is a natural phenol compounds. Cardanol compounds have chemical structures similar to phenols synthetic, so the opportunity to substitute or replace the synthetic phenolic compounds from petroleum derivatives, whose the sources are running low. CNSL compound and its components anacardic acid, cardanol and kardol, and derivatives products have benefits that vary in different industries, as well as substitution of synthetic phenol as a source of phenolic compounds, such as the pharmaceutical industry, insecticides, adhesives, varnishes and paints, brake and clutch linings, laminating resin, epoxy resin, casting metal, cement, surfaktants, rubber formulations and various chemical industries. Until now, Indonesia's cashew nut shell not fully utilized, most still is a waste, so the production of CNSL in Indonesia is still very low. The potential for production of CNSL in Indonesia is actually quite large, therefore, given the various benefits of CNSL and its derivatives in various industries, as well as its superiority in the composition of the molecular structure and advantages as an environmentally friendly renewable material, then it's time CNSL potential contained in the cashew nut shell can to productivity and well developed.

Keywords : *Anacardium occidentale* L., *Cashew nut shell liquid* (CNSL), natural phenol, industries.

PENDAHULUAN

Pengembangan agroindustri jambu mete (*Anacardium occidentale* L.) yang dapat memberikan nilai tambah yang cukup besar disamping hasil olahan gelondong mete menjadi kacang mete, adalah dari pengolahan kulit biji jambu mete menjadi CNSL (*Cashew Nut Shell Liquid*). Senyawa CNSL merupakan cairan kental berwarna coklat tua hasil ekstraksi dari kulit biji jambu mete. Kandungan CNSL pada kulit biji jambu mete adalah 30-35% (Cardolite Corporation, 2005). Sampai saat ini di Indonesia kulit biji jambu mete belum dimanfaatkan secara maksimal, sebagian besar masih merupakan limbah, dibakar atau dibuang sebagai sampah sehingga produksi CNSL masih sangat rendah.

Produksi gelondong mete Indonesia tahun 2010 adalah 145.082 ton per tahun, dimana sekitar 42% dari produksi tersebut diekspor dalam bentuk gelondong mete, 10% diekspor setelah dikacip menjadi kacang mete, dan 48% dikonsumsi di dalam negeri (Ditjenbun, 2010; Sinar Tani, 2010). Atas dasar data diatas, terdapat 58% gelondong mete yang diolah di dalam negeri, dengan persentase kulit biji sekitar 45% (Risfaheri dan Kailaku, 2005) dan kandungan CNSL pada kulit biji sekitar 30-35%, maka seharusnya terdapat potensi produksi CNSL sebesar 11.360-13.253 ton per tahun. Potensi produksi CNSL akan semakin tinggi, jika ekspor 42% tidak dilakukan dalam bentuk gelondong mete. Dengan mengekspor dalam bentuk gelondong maka potensi produksi CNSL tersebut hilang dimanfaatkan negara lain, sehingga pada posisi seperti ini Indonesia merugi, karena hilangnya nilai tambah dari produk CNSL.

Komponen utama penyusun CNSL terdiri atas senyawa asam anakardat, kardanol dan kardol, dimana senyawa tersebut merupakan senyawa fenol alami (Cardolite Corporation, 2005). Senyawa kardanol mempunyai struktur kimia yang mirip dengan fenol sintetik, sehingga berpeluang untuk mensubstitusi maupun menggantikan senyawa fenol sintetik dari turunan minyak bumi. Adapun kebutuhan senyawa fenol di Indonesia sangat besar, dimana pemenuhan terhadap kebutuhan tersebut dilakukan dengan mengimpor. Badan Pusat Statistik (2004) melaporkan Indonesia mengimpor fenol dalam bentuk fenol dan resin fenol sebanyak 53.640 ton/tahun. Sehingga apabila potensi CNSL

yang terkandung dalam kulit biji jambu mete di daya gunakan dengan baik, maka akan terjadi penghematan devisa karena terjadinya pengurangan impor fenol dengan adanya substitusi fenol alami dari CNSL.

Dallon (2007) menyatakan senyawa CNSL dan turunannya merupakan produk yang ramah lingkungan. CNSL dan produk turunannya mempunyai biodegradabilitas tinggi, setelah 28 hari destilat CNSL dapat terdegradasi sebanyak 96% (Cardolite Corporation, 2006). Oleh karena itu, peluang pemanfaatan CNSL serta produk turunannya pada berbagai industri semakin terbuka lebar, diantaranya pada industri farmasi, insektisida, perekat, vernis dan cat, kanvas rem dan plat kopling kendaraan, resin laminating, epoxy resin, pengecoran logam, semen, surfaktant, formulasi karet dan berbagai industri kimia (Kubo *et al.*, 2003, Cardolite Corporation, 2005 dan Sanoor Cashew and Adarsh Industrial Chemical, 2010).

KOMPOSISI SENYAWA KIMIA PADA CNSL

Komposisi senyawa kimia yang terkandung dalam CNSL dipengaruhi oleh proses ekstraksi. Ekstraksi CNSL dari kulit biji jambu mete dilakukan dengan beberapa metode yakni : penyangraian, penggorengan, pengempaan dan ekstraksi dengan pelarut kimia (Edoga *et al.*, 2006). Menurut Cardolite Corporation (2005) bila ekstraksi dilakukan secara natural yaitu dengan proses dingin (pengempaan, ekstraksi dengan pelarut), komponen utamanya terdiri atas $\pm 70\%$ asam anakardat (6-pentadecylsalicylic acid), $\pm 18\%$ kardanol (5-pentadecylresorcinol), $\pm 5\%$ kardanol (3-pentadecylphenol) dan sisanya berupa fenol lain. Larutan CNSL natural ini sangat korosif, sehingga mampu melepuhkan kulit tangan, tetapi sifat korosif dapat hilang dengan perlakuan pemanasan, karena terjadi dekarboksilasi yang mengubah asam anakardat yang bersifat korosif menjadi kardanol yang sifatnya lunak (Cahyaningrum *et al.*, 2006).

Bila ekstraksi dilakukan secara teknis yaitu dengan proses panas (penyangraian, penggorengan), maka komponen utamanya adalah $\pm 52\%$ kardanol, $\pm 10\%$ kardol, $\pm 30\%$ material polimer dan sisanya berupa zat lain. Pada CNSL teknis tidak terkandung senyawa asam anakardat,

hal ini disebabkan asam anakardat merupakan senyawa yang bersifat termolabil, sehingga bila ekstraksi dilakukan dengan proses panas, senyawa tersebut terdekomposisi menjadi kardanol dan karbon dioksida (Paramashivappa *et al.*, 2001). Oleh karena itu untuk mengkonversi asam anakardat menjadi kardanol dapat dilakukan dengan cara pemanasan, kondisi optimum konversi dicapai pada suhu pemanasan 140°C selama 1 jam (Risfaheri *et.al.*, 2004). Senyawa asam *anakardat*, *kardanol* dan *kardol* merupakan senyawa fenol alami yang dicirikan dengan adanya cincin aromatik yang berikatan dengan gugus OH. Gambar 1 memperlihatkan struktur molekul asam *anakardat*, *kardanol*, *kardol* dan 2-metil kardol.

KEUNGGULAN SENYAWA FENOL ALAMI CNSL

Komponen utama CNSL yang terdiri dari asam *anakardat*, *kardanol* dan *kardol* merupakan senyawa fenol alami yang mempunyai banyak keunggulan bila dibandingkan dengan senyawa fenol yang disintesis dari turunan minyak bumi. CNSL merupakan sumber daya terbarukan, dimana ketersediaan bahan bakunya dapat terjamin, berbeda dengan senyawa fenol sintesis yang disintesa dari minyak bumi yang harga maupun keberadaannya sangat tergantung kepada minyak bumi yang semakin menipis.

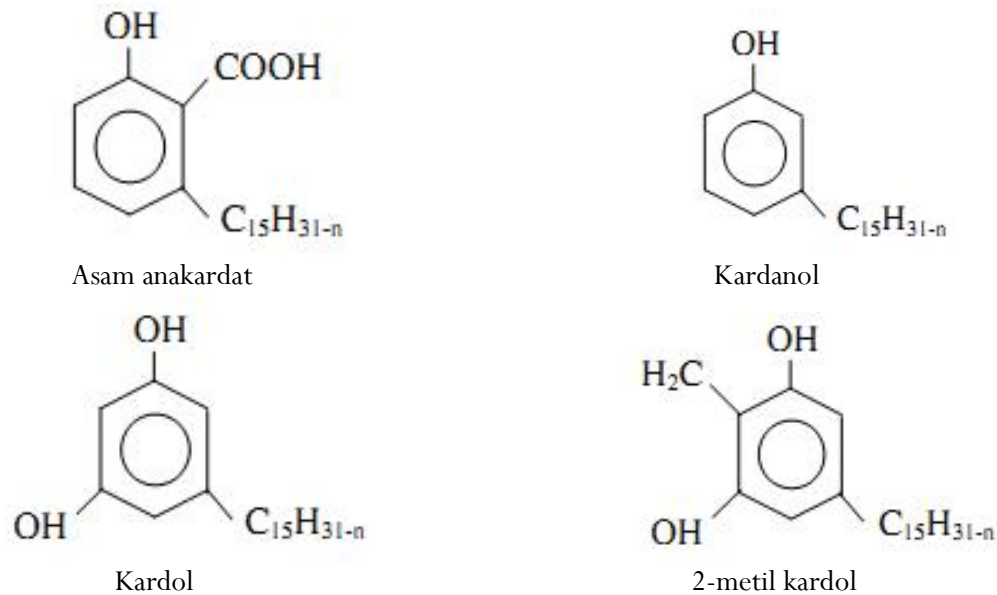
Senyawa CNSL serta produk turunannya mempunyai biodegradabilitas tinggi, sehingga merupakan produk yang ramah lingkungan, berbeda dengan senyawa fenol sintesis yang sulit terdegradasi oleh alam. Tyman dan Bruce (2004) menyatakan bahwa senyawa surfaktant turunan CNSL seperti *kardanol polietoksilat* dan *kardol polietoksilat* dalam periode 28 hari terdegradasi masing-masing sebanyak 75% dan 64%, adapun surfaktant *t-nonilphenil polietoksilat* yang disintesa dari turunan minyak bumi pada periode yang sama hanya terdegradasi sebanyak 13%. Cardolite Corporation (2006) menyatakan bahwa CNSL dan produk turunannya mempunyai biodegradabilitas tinggi, dimana dalam penelitiannya terhadap

destilat CNSL, dalam periode 28 hari telah terdegradasi sebanyak 96%.

Selanjutnya senyawa fenol CNSL mempunyai keunggulan dalam susunan struktur molekulnya yang tidak dipunyai oleh fenol sintesis minyak bumi. Kubo *et al.* (2003) dan Carioca *et al.* (2005) menyatakan bahwa asam *anakardat*, *kardanol* dan *kardol* merupakan senyawa fenolik yang mempunyai ikatan rangkap pada rantai sampingnya. Lebih jelas Kumar *et al.* (2002) menyatakan bahwa rantai karbon samping senyawa *kardanol* mempunyai komposisi monoena (rangkap satu) 31,97%, diena (rangkap dua) 16,12% dan triena (rangkap tiga) 47,97%, serta ikatan jenuh 3,94%, dimana ikatan tidak jenuh triene lebih mudah mengalami reaksi polimerisasi daripada ikatan tidak jenuh monoene dan diene.

Steven (2001) menyatakan bahwa dengan adanya rantai samping yang panjang dengan campuran ikatan tidak jenuh tersebut menyebabkan kardanol memiliki fleksibilitas proses yang tinggi, yang mengakibatkan senyawa kardanol dapat dengan mudah melakukan polimerisasi. Resin fenolik diperoleh melalui dua tahapan reaksi, yaitu reaksi metilolasi dan reaksi polimerisasi kondensasi, dimana resin fenolik yang terbentuk tergantung pada jenis katalis asam atau basa dan nisbah formaldehida terhadap fenol (Tihic, 2004; Yadav dan Srivastava, 2008). Menurut Tihic (2004) katalis basa dipergunakan pada nisbah mol *formaldehida* dengan fenol lebih dari 1 : 1 yaitu *formaldehida* berlebih, pada keadaan tersebut resin fenolik yang terbentuk disebut *resin resol*, sedangkan katalis asam dipergunakan pada nisbah mol *formaldehida* dengan fenol kurang dari 1 : 1 yaitu fenol berlebih, dan resin fenolik yang terbentuk disebut *resin novolak*.

Selama reaksi metilolasi secara bersamaan terjadi pula reaksi polimerisasi kondensasi antara metilol fenol dengan kardanol ataupun dengan metilol fenol lainnya, dimana ikatan polimer tidak hanya pada cincin aromatik saja, tetapi juga terjadi pada rantai samping yang tidak jenuh, sehingga mempunyai ikatan yang lebih kuat daripada polimer resin fenolik berbasis fenol minyak bumi (Manhanwar dan Kale, 1996).



Gambar 1. Struktur molekul asam anakardat, kardanol, kardol dan 2-metil kardol (Sumber : <http://www.cardochem.com/> (2005))

Figure 1. The molecular structure of anakardat acid, kardanol, kardol and 2-methyl kardol (Source: <http://www.cardochem.com/> (2005))

PEMANFAATAN CNSL DAN TURUNANNYA PADA INDUSTRI

Industri Farmasi

Hasil uji sitotoksik yang dilakukan Ola *et al.* (2008) terhadap sel kanker leher rahim (HeLa) mendapatkan bahwa CNSL, asam *anakardat* dan *kardanol* mempunyai potensi sebagai agen antikanker. Adapun Kresnamurti dan Budiati (2008) dalam uji sitotoksik dengan metode BST (*Brine Shrimp Lethality Test*) terhadap larva udang *Artemia salina* Linn mendapatkan bahwa aktivitas sitotoksik *kardol* lebih kuat dibandingkan CNSL dan asam *anakardat*. Kemampuan asam *anakardat* dalam melawan sel kanker dibuktikan pula oleh penelitian Kubo *et al.* (1993) yang mendapatkan asam *anakardat* mempunyai aktivitas sitotoksik yang kuat terhadap sel kanker payudara BT-20. Begitupun asam *anakardat* serta turunan metilnya yaitu metil ester asam *anakardat*, metil ester metil eter asam *anakardat* menunjukkan aktivitas sitotoksik terhadap sel leukemia L1210 (Marfuah *et al.*, 2006).

Budiati dan Ervina (2008) serta Kubo *et al.* (2003) menyatakan asam *anakardat* mempunyai aktivitas antibakteri terhadap bakteri gram positif *Staphylococcus aureus*, dimana cara kerja antibakterinya berlaku sebagai surfaktan dengan merusak dinding sel, sedangkan mekanisme biokimianya berdasarkan kemampuannya

menghambat enzim sulfhidril. Selanjutnya Budiati *et al.* (2004) dari hasil penelitiannya menunjukkan bahwa turunan asam *anakardat* yaitu metil ester *anakardat* dan turunan dimetil dari asam *anakardat* mempunyai efek menghambat yang lebih besar dibandingkan asam *anakardat* terhadap aktivitas enzim *sulfhidril*.

Budiwati dan Soedigdo (1997) dalam penelitiannya menunjukkan bahwa asam *anakardat* dapat menghambat aktivitas enzim GPT (Glutamat Piruvat Transaminase), suatu enzim yang dilepaskan hati saat terjadi kerusakan sel hati. Oleh karena itu, asam *anakardat* mempunyai prospek yang bagus sebagai obat kerusakan hati/hepatitis. Kemudian dikemukakan juga bahwa asam *anakardat* dapat berkhasiat sebagai obat cacing, dimana larutan asam *anakardat* dalam larutan fisiologis dengan konsentrasi 0,5-5% terbukti dapat membunuh cacing gelang *Ascaris lumbricoides* (Budiwati dan Soedigdo, 1997).

Industri Insektisida, Moluskisida dan Pembasmi Nyamuk

Penelitian Asogwa *et al.* (2007) menunjukkan bahwa CNSL berpotensi sebagai insektisida nabati, dimana hal tersebut sesuai dengan pernyataan Kubo dan Kim (1987 *cit* Budiwati dan Soedigdo, 1997) bahwa asam *anakardat* dapat berfungsi sebagai insektisida, dapat

menghambat kerja enzim prostaglandin sintetase, yaitu enzim yang diperlukan untuk pembentukan prostaglandin yang berperan dalam sistim fisiologis dan reproduksi serangga. Selanjutnya Atmadja dan Wahyono (2006) mengemukakan bahwa larutan CNSL dapat membasmi hama *Helopeltis antonii* pada bibit jambu mete.

Rudyanto (2000) dalam penelitian uji aktivitas moluskisida terhadap keong mas *Pomacea* sp. menyimpulkan bahwa asam anakardat berpotensi sebagai moluskisida. Adapun potensi CNSL sebagai pembasmi nyamuk dikemukakan oleh Mukhopadhyay *et al.* (2010) bahwa larutan CNSL mampu membunuh larva nyamuk *Aedes aegypti* dan *Anopheles subpictus*, yang didukung oleh penelitian Hernani *et al.* (2005) bahwa CNSL mempunyai efektivitas yang bagus sebagai substitusi bahan aktif obat nyamuk bakar.

Industri Pelapis Permukaan seperti Vernis, Cat dan Film Coating

Pemanfaatan CNSL dalam pembuatan resin fenolik novolak untuk bahan baku vernis telah dilakukan oleh Mumu (2001) yang mendapatkan resin fenolik dari nisbah mol *formaldehida* terhadap fenol CNSL 0,6 : 1. Adapun Hidayat (2005) maupun Hidayat *et al.* (2008) mendapatkan hasil terbaik resin fenolik dari nisbah mol *formaldehida* terhadap distilat CNSL 0,9 : 1, dimana vernis berbahan baku resin tersebut memiliki daya kilap dan kekerasan yang baik. Selanjutnya Bajpai *et al.* (2008) melaporkan hasil terbaik resin fenolik diperoleh pada nisbah mol *formaldehida* terhadap kardanol 0,8 : 1, resin mempunyai daya rekat, fleksibilitas maupun kekerasan yang baik, bersifat anti korosi dan tahan terhadap bahan kimia, sehingga sangat baik sebagai lapisan pelindung bahan logam.

Vernis berbasis CNSL memiliki sifat yang unggul antara lain : (1) cepat mengering dengan waktu kering tiga jam, (2) kilap film dan ketahanan terhadap cuaca cukup tinggi, (3) bersifat lentur sehingga lapisan film tidak mudah retak, (4) kekerasan film cukup tinggi sehingga tidak mudah tergores, dan (5) tahan terhadap air serta bahan kimia khususnya asam. Oleh karena itu, vernis berbasis CNSL memenuhi standar mutu vernis tipe A (untuk pemakaian interior dan eksterior) SNI 06-1009-1989 (Hidayat, 2008). Jinhua dan Binghuan (2000) menunjukkan bahwa polimer

boron *aldehida kardanol* yang disintesis dari *kardanol*, *formaldhyde*, *asam borat* dan *diamina heksametilena* memiliki sifat fisika dan mekanik yang baik, tahan terhadap asam kuat, alkali kuat, larutan garam serta beberapa pelarut organik, dan stabil pada suhu tinggi, sehingga memiliki prospek yang baik untuk aplikasi sebagai lapisan film coating anti korosi.

Industri Perekat

Selama ini perekat yang biasa digunakan untuk kayu lapis dan papan partikel adalah perekat sintesis seperti urea formaldehida, fenol formaldehida dan melamin formaldehida. Dimana pembuatan perekat fenol formaldehida biasa menggunakan senyawa fenol yang disintesis dari minyak bumi. Oleh karena itu, penggunaan kardanol sebagai fenol alami untuk bahan baku perekat mempunyai beberapa keuntungan yaitu ramah lingkungan, dapat diperbarui dan tidak tergantung pada minyak bumi.

Penelitian Risfaheri (2005) menunjukkan bahwa senyawa kardanol dapat mensubstitusi fenol dalam formulasi perekat fenol formaldehida, dimana kardanol dapat menggantikan 70% fenol. Adapun perekat resin fenolik yang dihasilkan mempunyai keteguhan yang lebih kuat daya rekatnya dibandingkan perekat fenol formaldehida, serta memenuhi persyaratan SNI 06-4567-1998 (Risfaheri *et al.*, 2005).

Industri Kanvas Rem dan Plat Kopling Kendaraan

Reaksi polimerisasi senyawa fenolik berbasis CNSL dengan formaldehida menggunakan katalis asam organik *heksametilena tetraamina*, akan menghasilkan resin fenolik yang padat dan keras serta bersifat termoset, sehingga resin tersebut tidak mudah larut dalam pelarut non polar yang dapat menyebabkan korosi maupun kerusakan, oleh karena itu sejak tahun 1976 India telah mengembangkan resin tersebut sebagai bahan baku bubuk friksi untuk komponen pelunak gesekan kanvas rem maupun plat kopling kendaraan. Menon *et al.* (1985) menyatakan bahwa pemakaian bubuk friksi berbasis CNSL dalam formula kanvas rem hingga 15% dapat memperbaiki laju pengereman, dimana bubuk friksi dapat bersinergi dengan baik dalam pelapis asbestos, non asbestos maupun logam.

Penelitian Afnidar (2006) dan Abidin *et al.* (2009) menunjukkan bahwa produk resin fenolik terbaik untuk bubuk friksi diperoleh dari resin novolak dengan nisbah mol formaldehida terhadap mol CNSL sebesar 0.9 : 1 pada berbagai komposisi penambahan heksametilena tetraamina. Senyawa *heksametilena tetraamina* tidak hanya berlaku sebagai katalis saja, tetapi juga bereaksi sebagai bahan pengeras, sehingga menghasilkan resin fenolik yang kuat, yang tidak dapat larut dan tidak dapat dilelehkan (Setiyo, 2002).

Kumaraswamy Chemicals (2010) mengemukakan bahwa bubuk friksi berbasis CNSL mempunyai berbagai kelebihan yaitu : (1) mudah menyerap panas dan menyebarkan ke seluruh wilayah bahan gesekan, sehingga mudah melepaskan panas lebih cepat, dan menghambat terjadinya suhu yang berlebihan; (2) bertindak sebagai bantalan yang tahan terhadap dampak berat maupun benturan keras; (3) tidak mudah aus oleh gesekan; (4) memiliki sifat menolak air, serta ketahanan yang tinggi terhadap minyak, asam, basa maupun pelarut; (5) meredam suara, sehingga mengurangi bunyi yang ditimbulkan saat direm; (6) dapat memperpanjang masa pakai kanvas rem atau plat kopling. Dalam industri kanvas rem maupun plat kopling, resin fenolik berbasis CNSL selain berperan sebagai bubuk friksi, juga berperan sebagai bahan pengikat yang membentuk lapisan pelunak gesekan tersebut. Di Indonesia industri kanvas rem dan plat kopling yang memanfaatkan CNSL dalam formulasinya telah berkembang sejak tahun 2006, yang dilakukan beberapa pabrik kanvas rem dan plat kopling di Jakarta dan Semarang.

Industri Resin Laminating

Untuk mengurangi kerapuhan dan meningkatkan sifat lentur laminasi, maka saat ini senyawa CNSL atau turunan kardanol banyak dipergunakan dalam industri resin laminasi. Pembentukan resin dilakukan melalui reaksi kondensasi fenol, CNSL dan formaldehida (Sanoor Cashew and Adarsh Industrial Chemical, 2010), dimana resin tersebut menunjukkan sifat pengerasan, daya lentur maupun daya ikat yang lebih baik daripada resin laminasi berbasis fenol minyak bumi.

Industri Epoxy Resin

Epoxy resin merupakan kopolimer yang terbentuk dari dua bahan kimia yang berbeda, yaitu *resin* dan *hardener* (pengeras). Srivastava dan Yadav (2009) menyatakan bahwa resin berbasis kardanol dapat dijadikan bahan baku epoxy resin, dikarenakan resin novolak kardanol dapat teroksidasi oleh epiklorohidrin menghasilkan resin novolak teroksidasi. Selanjutnya Mathew *et al.* (2007) mengemukakan bahwa resin CNSL formaldehida yang direaksikan dengan senyawa polyamida dapat membentuk epoxy resin yang bagus.

Turunan CNSL lain yang sudah lama dikembangkan sebagai bahan epoxy resin adalah senyawa phenalkamine. Phenalkamine merupakan epoxy hardener hasil persenyawaan kardanol, formaldehida, dan polyamine, melalui reaksi kondensasi 1 mol alkil fenol kardanol, 2 mol formaldehida dan 2 mol polyamine yang menghasilkan polimer dengan berat molekul yang relatif rendah (Dai *et al.*, 1994).

Aplikasi untuk epoxy resin sangat luas dan mencakup pelapis, perekat dan material komposit seperti yang menggunakan serat karbon maupun fiberglass. Epoxy resin memiliki perlindungan korosi yang tinggi, dengan stabilitas termal dan kekuatan mekanik yang baik, serta isolator listrik yang baik sehingga terutama dipergunakan sebagai pelapis untuk sejumlah industri, seperti pada kaleng makanan dan minuman kaleng, pelapis tangki/pipa, lapisan pelindung cat otomotif, industri lepas pantai dan kelautan maupun pelapis lantai beton serta industri elektronik (Dallons, 2004; Dallons, 2006; Sanoor Cashew and Adarsh Industrial Chemical, 2010; Paladin Paints and Chemicals, 2011).

Industri Pengecoran Logam

Pemanfaatan resin CNSL sebagai perekat cetakan pasir pada pengecoran logam memberikan daya rekat yang lebih baik serta cetakan yang lebih kuat, adapun CNSL sebagai minyak inti pengecoran memberikan permukaan barang cetakan lebih tahan kelembaban dan korosi (Sanoor Cashew and Adarsh Industrial Chemical, 2010).

Risfaheri dan Kailaku (2005) menyatakan bahwa pemakaian CNSL dalam pengecoran logam, dapat memperbaiki kekuatan daya rekat pasir cetakan, memberikan permukaan barang cetakan

yang baik, memberikan kemudahan dilipat, dan memudahkan melepaskan barang cetakan dari cetakan. Kanco Southwest Enterprises (2010) maupun Sanoor Cashew and Adarsh Industrial Chemical (2010) melaporkan bahwa zat residol (sisa destilasi senyawa kardanol) dapat dipergunakan sebagai minyak inti pada industri pengecoran logam, dengan hasil yang setara dengan penggunaan CNSL.

Industri Semen

Industri semen berbasis polimer resin CNSL telah lama berkembang di India, seperti Jenny Corrosion Controllers (2010) yang mengembangkan *Acid Proof Cement* (semen tahan larutan asam), yang merupakan campuran cairan resin CNSL dan bubuk semen, semen ini tahan panas sampai 175°C, terutama tahan terhadap larutan asam, garam asam, lemak, minyak mineral, alkohol maupun alkali, disamping itu semen mempunyai sifat yang sangat baik sebagai isolator dan dengan daya rekat yang kuat terhadap batu, ubin maupun batu bata. Begitupun semen berbasis resin kardanol yang dikembangkan oleh Sanoor Cashew and Adarsh Industrial Chemical (2010) yang memiliki daya rekat kuat terhadap bata, beton dan baja, serta tahan terhadap bahan kimia maupun kelembaban, sehingga dalam aplikasinya sangat berguna dalam menutup kebocoran atap beton, maupun dalam pembuatan lantai gudang, lantai laboratorium, lantai lapangan badminton dan tenis, bangunan tahan cuaca di pinggir pantai.

Industri Formulasi Karet

Pemakaian resin CNSL dengan signifikan meningkatkan kekuatan tarik, ketahanan abrasi, menurunkan kelelahan, meningkatkan adhesi antar karet maupun adhesi karet dengan rangka kawat, serta berkontribusi sebagai antioksidan dan antiozonant (Sanoor Cashew and Adarsh Industrial Chemical, 2010). Selanjutnya Chuayjuljit *et al.* (2007) menyatakan bahwa penggabungan dari resin *kardanol formaldehida* dalam karet alam menyajikan peningkatan signifikan dalam sifat mekanik, juga meningkatkan ketahanan terhadap zat kimia seperti pelarut, asam dan alkali. Begitupun penambahan resin kopolimer yang diperoleh dari kondensasi campuran fenol dan CNSL dengan heksametilenatetramina, menunjukkan peningkatan karakteristik kekuatan tarik, modulus dan

kekuatan anti sobek (Lubi *et al.*, 2007). Cardolite Corporation (2006) menyatakan bahwa formulasi resin *kardanol formaldehida* dalam industri karet akan meningkatkan kekuatan anti retak, selanjutnya formulasi CNSL, *kardanol* dan *kardol* akan meningkatkan antioksidasi terhadap belerang dalam formulasi karet tersebut.

Industri Surfaktant (*surface active agent*)

Surfaktan adalah senyawa yang menurunkan tegangan permukaan cairan, bisa tegangan permukaan antara dua cairan atau antara cair dan padat. Surfaktan dapat bertindak sebagai *detergents* (bahan pembersih), *wetting agents* (pembasah), *emulsifiers* (pengemulsi), *foaming agents* (pembusa) dan *dispersants* (pendispersi) yang sangat bermanfaat dalam berbagai industri. Dari CNSL dapat dikembangkan senyawa surfaktant anionik dan nonionik berbasis kardanol (Sanoor Cashew and Adarsh Industrial Chemical, 2010). Indian Oil Corporation Limited (2008) mengembangkan surfaktant kardanol etoksilat yang digunakan sebagai *emulsifiers* pada formula bahan bakar diesel. Adapun Passapan *et al.* (2008) berhasil membuat surfaktant anionik sodium kardanol sulfonat yang berkemampuan lebih baik dari surfaktant *dodecylbenzene sulfonat* yang disintesa dari derivat minyak bumi. Saat ini sudah banyak senyawa surfaktant yang dibuat dari turunan CNSL seperti *kardanol polietoksilat* dan *kardol polietoksilat* (Tyman dan Bruce., 2003) serta *kardanol asetat* (Scorzza *et al.*, 2009) maupun *monoetoksilat 3-pentadecylphenol* dan *dietoksilat 5-pentadecylresorcinol* yang disintesa dari senyawa *kardanol* jenuh (Bruce *et al.*, 2009).

Industri Kimia Lainnya

Senyawa CNSL dapat juga merupakan bahan baku dasar untuk sejumlah industri kimia, seperti dalam pembuatan poliuretan. Poliuretan merupakan suatu polimer yang terdiri dari beberapa rantai organik, dengan bahan utama penyusunnya ialah polioliol dan isosianat. Awalnya, poliuretan ditujukan sebagai bahan pembuat serat dan busa, namun pada perkembangannya polimer tersebut diaplikasikan untuk berbagai keperluan, antara lain bahan elastomer seperti plastik, karet, lem, serta pelapis cat tahan gores dan juga bahan baku serat tekstil (kaos kaki dan kaos t-shirt) maupun serat dinding.

Saat ini senyawa polioliol berbasis minyak bumi mahal dan langka. Karenanya mengembangkan polioliol dari kardanol CNSL yang merupakan bahan terbarukan merupakan langkah tepat, disamping lebih mudah didapat juga lebih murah. Bhunia *et al.* (1999) menyatakan bahwa poliuretan dapat dibuat dari senyawa polioliol turunan kardanol yaitu 4-[(4-hydroxy-2-pentadecenylphenyl) diazenyl] fenol, yang direaksi polikondensasikan dengan senyawa 1,6-diisocyanatohexane dan 1,4-butana diol, dimana poliuretan yang dihasilkan menunjukkan stabilitas termal yang tinggi yaitu mencapai 245°C, sehingga poliuretan berbasis kardanol mempunyai kinerja yang lebih baik daripada poliuretan berbasis minyak bumi.

KESIMPULAN

Senyawa CNSL yang terdiri dari asam anakardat, kardanol dan kardol, merupakan senyawa fenol alami yang banyak manfaatnya dalam berbagai industri, oleh karena itu produksinya harus ditingkatkan, mengingat ketersediaan bahan baku kulit biji jambu mete yang cukup melimpah dan belum termanfaatkan dengan baik. Disamping itu, kedepan secara bertahap Indonesia harus mengurangi ekspor dalam bentuk gelondong mete, sehingga CNSL yang bernilai ekonomi tinggi tersebut dapat diolah di dalam negeri.

Pengolahan maupun pengembangan CNSL dalam negeri mempunyai beberapa keuntungan : (1) menghemat devisa negara, karena akan terjadi pengurangan impor senyawa fenol; (2) akan memajukan sektor agrobisnis dan ketenagakerjaan yang berdampak pada peningkatan ekonomi masyarakat; (3) CNSL merupakan bahan terbarukan, sehingga ketersediaan bahan bakunya dapat terjamin, berbeda dengan senyawa fenol yang disintesa dari minyak bumi yang harga maupun keberadaannya sangat tergantung kepada minyak bumi yang semakin menipis; (4) CNSL serta produk turunannya mempunyai biodegradabilitas yang tinggi, sehingga tidak menimbulkan masalah pencemaran lingkungan, berbeda dengan senyawa fenol yang disintesa dari minyak bumi yang sulit terdegradasi oleh alam.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, A.Z., T. Hernas, S. Yuliani dan I. Sailah. 2009. Produksi cairan kulit biji jambu mete sebagai bahan baku industri cat dan komponen pelunak gesekan sepatu rem kendaraan. Departemen Teknik Kimia, Institut Teknologi Bandung.
- Afnidar, E. 2006. Konversi Cairan Kulit Biji Jambu Mete (*cashew nut shell liquid*) Menjadi Komponen Pelunak Gesekan Sepatu Rem Kendaraan. Tesis Magister Teknik Kimia, Institut Teknolog Bandung.
- Asogwa, E.U., I.U. Mokwunye, L.E. Yahaya and A.A. Ajao. 2007. Evaluation of cashew nut shell liquid as a potential natural insecticide against termites. *Research Journal of Applied Sciences* 2(9) : 939 – 942.
- Atmadja, W. H. Dan T.E. Wahyono. 2006. Pengaruh cashew nut shell liquid (CNSL) terhadap mortalitas *Helopeltis antonii* Sign pada bibit mete. *Buletin Litro* 17(2) :66-70.
- Bajpai, G.D., P. Kumar and R. Shukla. 2008. Cure characteristics of cardanol-formaldehyde novolac resins in the presence of metallic driers. *Paint and Coating Industry* 24(9):44-50.
- Bhunia, H.P., G.B. Nando, T.K. Chaki, A. Basak, S. Lenka and P.L. Nayak. 1999. Synthesis and characterization of polymers from cashewnut shell liquid (CNSL), a renewable resource II. Synthesis of polyurethanes. *European Polymer Journal* 35 : 1381 – 1391.
- Bruce, I.E., L. Mehta, M.J. Porter, B.K. Stein and J.H.P. Tyman. 2009. Anionik surfactants synthesised from replenishable phenolic lipids. *Journal of Surfactants and Detergents* 12(4) : 337 – 344.

- Budiati, T., N.C. Zaini dan S. Soedigdo. 2004. Sintesis metil anakardat dan uji aktivitasnya sebagai inhibitor enzim sulfhidril. *JBP* 6(2) : 47 – 51.
- Dan M. Ervina. 2008. Hubungan antara struktur asam anakardat dan aktivitas antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Obat Bahan Alami* 7(1) : 108 – 114.
- Budiwati, T.A. dan H.P. Soedigdo. 1997. Pengaruh asam anakardat terhadap aktifitas enzim glutamat piruvat transaminase. *Buletin IPT* 3(1) : 44 – 48.
- Cardolite Corporation. 2005. Test Plan for Cashew Nut Shell Liquid. <http://www.cardolite.com>. Diakses tanggal 29 Desember 2010.
- 2006. Exposure and Use Data for Cashew Nut Shell Liquid. <http://www.cardolite.com>. Diakses tanggal 29 Desember 2010.
- Cahyaningrum, A., T. Setyowati dan A. Nur. 2006. Ekstraksi cashew nut shell liquid dari kulit biji mete. *Ekuilibrium* 5(1) : 40 - 45.
- Carioca, J.O.B., G.F.C. Vasconcelos, R.F.A. Abreu and C.T.F. Monteiro. 2005. Process of purification of cashew nut shell liquid for isolation of cardanol. In: 2nd Mercosur Congress on Chemical Engineering, Rio de Janeiro.
- Chuayjuljit, S., P. Rattanametangkool and P. Potiyaraj. 2007. Preparation of cardanol-formaldehyde resins from cashew nut shell liquid for the reinforcement of natural rubber. *Journal of Applied Polymer Science* 104 : 1997 – 2002.
- Dai, Z., A. Constantinescu, A. Dalal and C. Ford.. 1994. Phenalkamine multipurpose epoxy resin curing agents. Cardolite Corporation, USA.
- Dallons, J.L. 2004. Approved non VOC epoxy protective coating for pipe and storage tank in direct contact with potable water based on 100% solid fast curing phenalkamines. Cardolite Corporation, New Orleans USA.
- 2006. Green chemistry from cashew nuts brings fast curing; In: Proceeding of 2006 Future Coat, ICE, Cardolite Corporation, New Orleans USA.
- 2007. Coating vehicles with green chemicals. Cardolite Corporation, New Orleans USA.
- Ditjenbun. 2010. Statistik Perkebunan Indonesia Tahun 2005 - 2010. Direktorat Jendral Perkebunan, Kementerian Pertanian. Jakarta.
- Edoga, M.O., L. Fadipe and R.N. Edoga. 2006. Extraction of polyphenols from cashew nut shell. *Leonardo Electronic Journal of Practices and Technologies* 9 : 107 – 112.
- Hernani, E. Mulyono dan Risfaheri. 2005. Kajian pemanfaatan CNSL sebagai substitusi bahan aktif obat nyamuk bakar. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Inovatif Pascapanen untuk Pengembangan Industri Berbasis Pertanian*. 637 – 644.
- Hidayat, T. 2005. Kajian Produksi Resin Fenolik dari Destilat CNSL (Cashew Nut Shell Liquid) sebagai Bahan Baku Vernis. Tesis Sekolah Pascasarjana IPB, Bogor.

- . 2008. Kini vernis dapat dibuat dari limbah pengolahan kacang mete. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian* 30(3) : 12 – 14.
- Hidayat, T., I. Sailah, A. Suryani, T.C. Sunarti dan Risfaheri. 2008. Pembuatan resin fenolik dari destilat cairan kulit biji mete sebagai bahan baku vernis. *Jurnal Pascapanen* 5(1) : 21 - 31
- <http://www.cardochem.com>. 2005. Cashew nut shell liquid. Diakses tanggal 29 Desember 2010.
- Indian Oil Corporation Limited.. 2008. Surfactant composition including ethoxylate of CNSL . <http://www.alibaba.com>. Diakses tanggal 29 Desember 2010.
- Jenny Corrosion Controllers. 2010. Acid proof cement and material. <http://www.indiamart.com>. Diakses 29 Desember 2010.
- Jinhuo, Lin and Hu Binghuan. 2000. Study on the cardanol-aldehyde condensation polymer containing boron-nitrogen coordinate bond. *Chinese Journal of Polymer Science* 16(3) : 219 – 225.
- Kanco Southwest Enterprises. 2010. Residol. <http://www.kancoindia.com>. Diakses tanggal 29 Desember 2010.
- Kresnamurti, A. Dan T. Budiati. 2008. Perbandingan uji sitotoksik CNSL, asam anakardat dan kardol dengan metode brine shrimp lethality test. *Jurnal Obat Bahan Alam* 7(1) : 84 – 97.
- Kubo, I., Ochi M., Vieira P.C. and Komatsu S. 1993, Antitumor agents from the cashew (*Anacardium occidentale*) apple juice. *Journal Agric. Food Chem.* 41 : 1012 – 1015.
- ., Nihei K. And Tsujimoto K. 2003. Antibacterial action of anacardic acid against methicillin resistant *Staphylococcus aureus*. *Journal Agric. Food Chem.* 51 : 7624 – 7628.
- Kumar, P.P., R. Paramashivappa, P.J. Vithayathil, P.V.S. Rao, and A.S. Rao. 2002. Process for isolation of cardanol from technical cashew nut shell liquid. *Journal Agric Food Chem* 50 : 4705 – 4708.
- Kumaraswamy Chemicals. 2010. Cashew friction dust. <http://www.kschemicals.net>. Diakses tanggal 30 Desember 2010.
- Lubi, C. M, E. T. Thachil and B. T. Abraham. 2007. Effect of phenol-CNSL-formaldehyde copolymer on thermal ageing of SBR. *International Journal of Polymeric Materials* 56 : 147 – 166.
- Manhanwar, P. A. and D. D. Kale. 1996. Effect of cashew nut shell liquid (CNSL) on properties of phenolic resins. *Journal of Applied Polymer Science* 61 : 2107 – 2111.
- Marfuah, S., S. Soedigdo, A. Achmad dan M. Santoso. 2006. Sitotoksitas asam anakardat dan turunan metilnya terhadap sel leukimia L1210. *MIPA* 35(1) : 71 – 83.
- Mathew, G., J.M. Rhee, B.S. Hwang and C. Nah. 2007. Cure behavior of epoxy resin containing castor oil and cashew nut shell liquid and its derivative. *Journal of Applied Polymer Science* 106 : 178 – 184.
- Menon, A. R. R., C. K. S. Pilai, J. D. Sudha and A. G. Mathew. 1985. Cashew nut shell liquid, its polymeric and other industrial products. *Journal of Scientific and Industrial Research* 44 : 324 – 338.

- Mukhopadhyay, A.K., A.K. Hati, W. Tamizharasu and P.S. Babu. 2010. Larvicidal properties of cashew nut shell liquid on immature stages of two mosquito species. *Journal Vector Borne Disease* 47: 257 – 260.
- Mumu. 2001. Pembuatan Vernis Berbasis Resin Fenolik dari CNSL (Cashew Nut Shell Liquid) Tesis Fakultas Teknologi Pertanian, IPB, Bogor.
- Ola, A.R.B., Z. Ikaswati, Sisindari, E.D. Mayo dan B.D. Tawo. 2008. Identifikasi molekuler dan aktivitas antikanker alkil fenol dari minyak kulit biji jambu mete asal Pulau Timor. *Majalah Farmasi Indonesia* 19(3) : 137 – 144.
- Paladin Paints and Chemicals. 2011. Phenalkamines epoxy hardeners. <http://www.epoxyhardnersanddiluent.com>. Diakses tanggal 11 Maret 2011.
- Paramashivappa, R., P.P. Kumar, P.J. Vithayathil and A.S. Rao. 2001. Novel method for isolation of major phenolic constituents from cashew nut shell liquid. *Journal Agric Food Chem.* 49 : 2548 – 2551.
- Passapan, P., S. Polkit, P. Surachai, P. Amorn and R. Sophon. 2008. Sodium cardanol sulfonate surfactant from cashew nut shell liquid. *Journal of Surfactants and Detergents* 12(2) : 85 – 89.
- Risfaheri, T. T. Irawadi, M. A. Nur dan I. Sailah. 2004. Pemisahan kardanol dari minyak kulit biji mete dengan metode mestilasi vakum. *Jurnal Pascapanen* 1(1) : 1 – 11.
- , 2005. Kajian Pemanfaatan Kardanol dari Cairan Kulit Biji Mete sebagai Substitusi Fenol dalam Formulasi Perak Perak Fenol Formaldehida. Tesis Sekolah Pascasarjana IPB, Bogor. <http://repository.ipb.ac.id>. Diakses tanggal 30 Desember 2010.
- dan S. I. Kailaku. 2005. Teknologi pengembangan produk turunan minyak kulit biji mete. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Inovatif Pascapanen untuk Pengembangan Industri Berbasis Pertanian.* 709 – 722.
- , T. T. Irawadi, M. A. Nur dan I. Sailah, Z. A. Masud dan M.S. Rusli. 2005. Optimasi komposisi kardanol dari minyak kulit mete sebagai substitusi fenol dalam formulasi perekat fenol formaldehida. *Jurnal Pascapanen* 2(1) : 24 – 33.
- Rudyanto, M. 2000. Uji aktivitas moluskisida asam anakardat dan turunannya terhadap *Pomacea sp.* Fakultas Farmasi Universitas Airlangga, Surabaya.
- Sanoor Cashew and Adarsh Industrial Chemicals. 2010. More on products from CNSL <http://www.adarshsanoor.com>. Diakses tanggal 30 Desember 2010.
- Scorzza, C., J. Nieves, F. Vejar and J. Bullon. 2009. Synthesis and physicochemical characterization of anionic surfactants derived from cashew nut shell oil. *Journal of Surfactants and Detergents* 13(1) : 27 – 31.
- Setiyono, A. 2002. Pengaruh Waktu Pemanasan Awal dan Konsentrasi Heksamin Dalam Pembuatan Bubuk Friksi Sebagai Komponen Kanvas Rem Berbahan Baku CNSL. Thesis Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB, Bogor.
- Sinar Tani. 2010. Sorotan : Kebijakan strategis pengembangan jambu mete. *Tabloid Sinar Tani* tanggal 12 Januari 2010.
- Srivastava, D. And R. Yadav. 2009. Studies on The extraction, modification and application of CNSL/cardanol based epoxy resin. *Paint India* 59 : 69-104.

- Steven, M.P. 2001. Kimia Polimer (terjemahan : Polymer Chemistry, An Introduction). Penerbit Pradnya Paramitha, Jakarta.
- Tihic, A. 2004. Flexibilixition of Phenolic Resin. Departement of Chemical Engineering, The Technical University of Denmark.
- Tyman, J.H.P. and I.E. Bruce. 2003. Synthesis and characterization of polyethoxylate surfactantas derived from phenolic lipids. Journal of Surfactants and Detergents 6(4) : 291 – 297.
- and I.E. Bruce. 2004. Surfactant properties and biodegradation of polyethoxylate from phenolic lipids. Journal of Surfactants and Detergents 7(2) : 169 – 173.
- Yadav, R. and D. Srivastava. 2008. Studies on cardanol based epoxidized novolac resin and its blends. Journal Chemistry and Chemical Technology 2(3) : 173 – 184.