

FORMULASI VERNIS BERBASIS RESIN FENOLIK DARI DESTILAT CAIRAN KULIT BIJI METE

Tatang Hidayat¹⁾, Illah Sailah²⁾, Ani Suryani²⁾, Titi C. Sunarti²⁾ dan Risfaheri¹⁾

¹⁾Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian

²⁾Departemen Teknologi Industri Pertanian Institut Pertanian Bogor

ABSTRAK

Resin fenolik dari destilat cairan kulit biji mete (*Cashew Nut Shell Liquid/CNSL*) merupakan produk polimer yang dihasilkan dari hasil reaksi formaldehida dengan destilat CNSL. Resin ini banyak digunakan dalam produk pelapis permukaan seperti cat, vernis, dan enamel. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan perbandingan resin fenolik dari destilat CNSL dengan minyak pengering yang tepat untuk formulasi vernis interior dan eksterior (pemakaian di dalam dan di luar ruangan). Perlakuan yang diuji yaitu perbandingan resin fenolik dengan minyak pengering (b/v) : 1:0; 1:0,5; 1:1; dan 1:1,5. Percobaan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan tiga kali ulangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan minyak pengering (*linseed oil*) berpengaruh nyata terhadap sifat lapisan film vernis, yaitu kekerasan, daya lentur, daya kilap, dan ketahanan terhadap air, sedangkan terhadap karakteristik vernis (kadar bahan menguap dan bobot jenis) serta sifat lapisan film vernis lainnya tidak berpengaruh nyata. Formula vernis terbaik diperoleh pada perbandingan resin fenolik dengan minyak pengering 1:1. Formula tersebut menghasilkan kadar bahan menguap 59,9% dan bobot jenis 0,899 g/ml. Waktu kering sentuh dan kering keras lapisan film vernis masing-masing 1,8 jam dan 5,8 jam dengan daya kilap setelah pengujian cuaca 60,9%. Nilai-nilai tersebut memenuhi persyaratan mutu SNI untuk vernis tipe A (pemakaian interior dan eksterior). Selain itu, formula vernis tersebut menghasilkan lapisan film dengan kekerasan 3H, daya lentur Ø 3 mm, daya lekat 5B, dan lapisan film yang tahan terhadap air. Secara umum, karakteristik dan sifat lapisan film yang dihasilkan setara dengan vernis komersial K1 (vernisi interior dan eksterior), dan lebih baik dari vernis komersial K2. Formula vernis terbaik sangat prospektif digunakan sebagai vernis kayu untuk pemakaian interior dan eksterior.

Kata kunci : Resin fenolik, destilat CNSL, kardanol, vernis

ABSTRACT. **Tatang Hidayat, Illah Sailah, Ani Suryani, Titi C. Sunarti, dan Risfaheri, 2008.** **Formulation of varnish from phenolic resin of cashew nut shell liquid distillates.** Phenolic resins from CNSL distillate is a product polymer which obtained from formaldehyde and CNSL distillate reaction. This resins can be used for such as surface coating such as paint, varnish, and enamel. The objective of this research was to determine the suitable ratio of phenolic resins from CNSL distillate to drying oil for interior and exterior varnish formulation. The treatments consisted of 4 different ratio of phenolic resin to drying oil (w/v) i.e. 1:0; 1:0.5; 1:1; and 1:1.5 using Completely Randomized Design with three replications. The result showed that the addition of drying oil (linseed oil) in varnish formulation gave significant effect on varnish film properties (hardness, flexibility, glossy, and resistancy to water). Other varnish film properties such as volatile matter content and specific gravity was not significantly effected. The best varnish formula was obtained from the ratio of phenolic resins to drying oil of 1:1. This formula had volatile matter content of 59.9% with 0.899 g/ml specific gravity. Touch-dry and hard-dry of film varnish were 1.8 and 5.8 hours respectively, with 60.9% of glossiness of film after weather test. These parameters met the quality standard of type A varnish (for interior and exterior varnish). Besides, varnish formula had film properties with 3H hardness, Ø 3 mm flexibility, 5B adhesion, and resistant to water. In general, the varnish film had similar properties to the commercial varnish K1 (interior and exterior varnish) and better properties than commercial varnish K2. The best varnish formula is prospectively applied for interior and exterior wood varnish.

Keywords : phenolic resin, CNSL distillate, cardanol, varnish

PENDAHULUAN

Cairan kulit biji mete (*Cashew Nut Shell Liquid/CNSL*) merupakan cairan kental berwarna coklat

tua yang diperoleh dari ekstraksi kulit gelondong mete. Dalam kulit gelondong mete, CNSL terdapat pada lapisan mesokarp, yaitu lapisan tengah yang berstruktur seperti sarang lebah yang berfungsi memberikan perlindungan pada kernel dari gangguan

serangga. Ekstraksi CNSL dapat dilakukan dengan menggunakan berbagai cara yaitu pengempaan, penggorengan (*roasting*), dan ekstraksi pelarut. Rendemen CNSL berkisar 18–23% tergantung cara ekstraksinya.

Komponen penyusun CNSL terdiri atas empat komponen utama senyawa fenolik yaitu asam anakardat, kardol, kardanol dan metil kardol (Mahanwardan Kale 1996; Bhunia *et al.*, 1998). Kardol memiliki sifat toksik terhadap kulit, sedangkan asam anakardat memiliki banyak kegunaan diantaranya sebagai anti tumor, anti mikroba, dan anti jerawat (Kubo *et al.*, 1994). Kardanol merupakan komponen monohidroksi fenol yang memiliki rantai samping tidak jenuh ($C_{15}H_{31-n}$) pada posisi meta. Struktur kimia yang dimiliki kardanol menyebabkan senyawa ini dapat dengan mudah mengalami polimerisasi. Bentuk struktur seperti itu juga memberikan sifat pengeringan yang baik sehingga kardanol sangat prospektif sebagai bahan baku produk pelapis permukaan.

Destilat cairan kulit biji mete (CNSL) merupakan cairan yang diperoleh dari hasil destilasi CNSL. Destilasi CNSL dapat dilakukan dengan destilasi vakum pada tekanan 4–8 mm Hg dengan suhu 280°C (Risfaheri *et al.*, 2004). Destilat yang dihasilkan berwarna kuning terang sebanyak 74% dan sisanya berupa cairan kental berwarna hitam (residol). Komponen terbesar dalam destilat CNSL yaitu senyawa kardanol (94%), sedangkan komponen lainnya senyawa kardol (6%) sebagai pengotor (Kumar *et al.*, 2002).

Destilat CNSL (kardanol) banyak digunakan sebagai sumber fenol dalam pembuatan resin fenolik, yaitu produk polimer yang diperoleh melalui reaksi polimerisasi kondensasi senyawa fenol dengan aldehida. Resin ini banyak digunakan dalam produk pelapis permukaan seperti cat, vernis dan enamel. Resin fenolik memainkan peranan penting dalam produk pelapis permukaan karena lapisan filmnya memiliki sifat yang keras, tahan terhadap air dan bahan kimia.

Vernis merupakan salah satu produk pelapis permukaan yang dapat berfungsi baik sebagai pelindung maupun dekoratif. Vernis merupakan campuran homogen satu jenis resin atau lebih (resin sintetis atau alami) dengan minyak pengering, bahan pengering dan pelarut. Vernis tidak mengandung pigmen sehingga merupakan produk pelapis permukaan yang transparan. Berdasarkan penggunaannya, terdapat dua jenis vernis yaitu vernis interior (pemakaian di dalam ruangan) serta vernis eksterior (pemakaian di dalam dan di luar ruangan). Lapisan film vernis interior umumnya memerlukan kekerasan dan ketahanan terhadap bahan kimia (terutama asam), sedangkan vernis eksterior memerlukan lapisan film yang keras namun lebih lentur agar memiliki daya tahan yang baik terhadap cuaca. Unsur-unsur dalam vernis eksterior harus memiliki ketahanan terhadap kerusakan karena pengelupasan, retak, timbulnya

noda (bintik-bintik), penguningan dan kehilangan kilap (Marino, 2003).

Pemanfaatan resin fenolik dari CNSL untuk bahan baku dalam formulasi vernis telah dilakukan Mumu (2001). Pengujian sifat lapisan film vernis hanya dilakukan terhadap waktu kering, sehingga mutu vernis yang sesungguhnya belum diketahui. Bajpai *et al.* (2008), telah menguji sifat lapisan film resin fenolik dari kardanol namun hasil yang diperoleh belum memuaskan karena waktu kering sentuh dan kering keras masih relatif lama yaitu 12 dan 48 jam. Hidayat *et al.*, (2008), menguji sifat lapisan film resin fenolik dari destilat CNSL. Hasil pengujian menunjukkan bahwa resin fenolik yang diperoleh dari nisbah mol formaldehida dengan destilat CNSL 0,9:1 sangat sesuai sebagai bahan baku vernis. Sifat lapisan film yang dihasilkan cenderung keras dan kurang lentur sehingga prospek penggunaannya masih terbatas hanya untuk vernis interior. Agar dapat digunakan sebagai vernis eksterior perlu perbaikan dalam sifat daya lentur lapisan filmnya.

Formulasi vernis berbasis resin fenolik dari destilat CNSL memerlukan penambahan minyak pengering untuk memperbaiki sifat daya lenturnya. Menurut Praptowidodo dan Mu'min (1984), minyak pengering memiliki fungsi sebagai material pembentuk film, memberikan kelenturan, dan daya tahan terhadap cuaca. *Linseed oil* merupakan salah satu minyak pengering yang memiliki sifat lapisan film yang lentur dengan ketahanan terhadap air dan laju pengeringan medium (Kirk dan Othmer, 1985). Keuntungan penggunaan *linseed oil* sebagai minyak pengering yaitu harganya lebih murah dibandingkan dengan minyak pengering lain seperti *tung oil* dan *dehydrated castor oil* (DCO).

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan perbandingan resin fenolik dari destilat CNSL dengan minyak pengering yang tepat untuk formulasi vernis interior dan eksterior (pemakaian di dalam dan di luar ruangan). Manfaat penelitian diharapkan dapat meningkatkan nilai tambah CNSL dan mendorong berkembangnya industri pengguna CNSL.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada tahun 2005 di Balai Besar Litbang Pascapanen Pertanian dan Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat, Badan Litbang Pertanian serta di Balai Besar Bahan dan Barang Teknik, Badan Litbang Perindustrian. Bahan penelitian antara lain resin fenolik dari destilat CNSL, *linseed oil*, Co- dan Pb-naftenat, serta toluen dan mineral spirit. Tahapan penelitian yang dilakukan yaitu : a) karakterisasi bahan baku meliputi resin fenolik dari destilat CNSL dan minyak pengering (*linseed oil*) dan b) formulasi vernis berbasis resin fenolik dari destilat CNSL.

A. Karakterisasi bahan baku

1. Resin fenolik

Resin fenolik dari destilat CNSL yang digunakan dibuat dari nisbah mol formaldehida dengan destilat CNSL 0,9:1 (resin novolak) (Hidayat *et al.*, 2008). Analisis resin fenolik meliputi : 1) karakteristik resin : kadar bahan padatan (ASTM D–2832, 1993), viskositas menggunakan viskometer Brookfield dan 2) sifat lapisan film resin : waktu kering (ASTM D–1640, 1993), kekerasan (ASTM D–3363–74, 1993), daya lentur (ASTM D–522, 1993), dan daya lekat (ASTM D–3359, 1993).

2. Minyak pengering

Analisis minyak pengering (*linseed oil*) meliputi : bobot jenis, indeks bias, bilangan asam, bilangan penyabunan dan bilangan iod (AOAC, 1995) serta viskositas menggunakan viskometer Brookfield.

B. Formulasi vernis

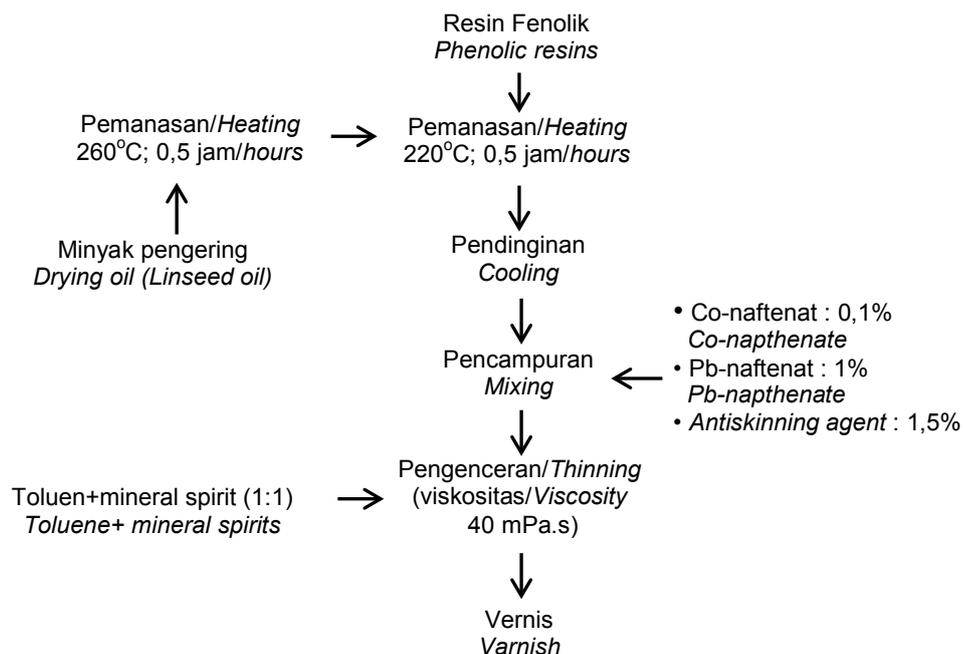
Tahap awal formulasi adalah melakukan modifikasi minyak pengering (*linseed oil*) yang bertujuan meningkatkan viskositas dan bobot molekulnya untuk memperbaiki sifat pengeringan dari minyak pengering. Modifikasi minyak pengering dilakukan dengan pemanasan pada suhu 260°C selama ±0,5 jam sehingga diperoleh *linseed stands oil* (viskositas 400–600 mPa.s). Setelah viskositas minyak pengering yang diinginkan tercapai kemudian dicampur dengan resin fenolik melalui pemanasan pada suhu 220°C selama 0,5 jam (Swaraj 1985). Campuran resin dan minyak pengering kemudian didinginkan dan ditambah bahan pengering (Co-naftenat 0,1% dan Pb-naftenat 1,0%) serta *antiskinning agent* 1,5%. Selanjutnya dilakukan pengenceran dengan menggunakan pelarut toluen dan mineral spirit dengan perbandingan 1:1 sampai viskositas mencapai 40 mPa.s (Gambar 1).

Perlakuan yang diuji dalam formulasi vernis yaitu perbandingan resin fenolik dengan minyak pengering (b/v): 1:0; 1:0,5; 1:1 dan 1:1,5. Percobaan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan tiga kali ulangan. Analisis vernis yang dihasilkan meliputi : 1) karakteristik vernis yaitu meliputi bobot jenis (AOAC, 1995) dan kadar bahan menguap (ASTM D–2832, 1993) dan 2) sifat lapisan film vernis yaitu waktu kering (ASTM D–1640, 1993), kekerasan (ASTM D–3363–74, 1993), daya kilap (ASTM D–523, 1993), daya lentur (ASTM D–522, 1993), daya lekat (ASTM D–3359, 1993) dan ketahanan terhadap air (ASTM D–1308, 1993).

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Karakteristik bahan baku

Karakteristik dan sifat lapisan film resin fenolik dari destilat CNSL yang digunakan sebagai bahan baku vernis meliputi waktu kering, kekerasan, daya lentur viskositas dan kadar padatan. Waktu kering lapisan film resin fenolik tersebut jauh lebih baik dari resin fenolik hasil penelitian Bajpai *et al.* (2008), dan sudah mendekati waktu kering vernis komersial. Kekerasan lapisan filmnya cukup baik yaitu 4H, namun sifat daya lenturnya kurang baik (Ø 7 mm). Menurut Marino (2003), lapisan film yang lentur memiliki ketahanan terhadap perubahan suhu dan kelembaban lingkungan, sehingga lapisan film yang lentur akan memiliki kemampuan yang baik untuk pemakaian di luar ruangan (eksterior). Pada Tabel 1. K1 dan K2 adalah menunjukkan sifat lapisan film vernis komersial. Vernis K1 memiliki sifat lapisan film yang lebih baik daripada vernis K2. Menurut



Gambar 1. Diagram alir proses pembuatan vernis berbasis resin fenolik dari destilat CNSL
Figure 1. Flow chart of phenolic resins from CNSL destillate-based varnish production

Tabel 1. Karakteristik dan sifat film resin fenolik yang digunakan dalam penelitian
 Table 1. Characteristics and properties of phenolic resins film used in experiment

Karakteristik dan sifat lapisan film/ Characteristics and film properties	Bahan baku/ Raw material	Resin fenolik/ Phenolic resins (Bajpai et al., 2008)	Vernis komersial ^{**y} / Commercial Varnish ^{**}	
			K1	K2
• Viskositas (Pa.s)/Viscosity (Pa.s)	15,35	-	-	-
• Kadar padatan (%)/Solid content (%)	91,83	-	-	-
• Waktu kering/Dry time				
- Kering sentuh (jam)/Touch-dry (hours)	3,0	12	1,5	2,0
- Kering keras (jam)/Hard-dry (hours)	6,0	48	5,0	6,0
• Kekerasan/Hardness	4H ^{*)}	4H ^{*)}	3H ^{*)}	1H ^{*)}
• Daya lentur (Ø, mm)/Flexibility (Ø, mm)	7,0	3,2	3,0	12

Keterangan/Remarks : *)H : Kelompok kekerasan pensil/Pencil hardness group
 **)K1/K2 : Vernis komersial dengan merk yang berbeda/
 Commercial varnish with different brand

spesifikasinya, vernis K1 merupakan vernis yang dapat digunakan baik untuk pemakaian interior maupun eksterior. Sifat lapisan film vernis K1 dijadikan acuan dalam melakukan formulasi vernis berbasis resin fenolik dari destilat CNSL.

Karakteristik *linseed oil* yang digunakan memenuhi Standar ASTM D 243-82 (Tabel 2), kecuali bilangan iod yang sedikit lebih rendah. Minyak dapat diklasifikasikan sebagai minyak pengering jika memiliki bilangan iod > 130. Pemanasan minyak pengering bertujuan untuk memperbaiki sifat pengeringan dengan meningkatkan viskositas dan bobot molekulnya. Viskositas *linseed oil* meningkat dari 103,13 mPa.s sebelum pemanasan menjadi 450,28 mPa.s setelah pemanasan pada suhu 260°C selama 0,5 jam. Minyak pengering yang telah dipanaskan disebut sebagai *linseed stands oil*. Minyak pengering merupakan komponen dalam vernis yang memiliki kontribusi terhadap sifat daya lentur lapisan film.

B. Formulasi vernis

1. Karakteristik vernis

Pengujian karakteristik vernis meliputi kadar bahan menguap dan bobot jenis vernis. Penambahan minyak pengering dalam formulasi vernis tidak berpengaruh nyata pada kedua karakteristik vernis yang diuji. Kadar bahan menguap vernis berkisar

antara 59,4-60,8% dengan rata-rata 60,1%, dan memenuhi standar mutu vernis SNI No. 06-1009-1989 (SNI, 1989), yaitu maksimum 65% (Tabel 3). Kadar bahan menguap yang terlalu tinggi dapat menyebabkan rendahnya daya tutup dan kilap lapisan film vernis. Komponen vernis yang memiliki kontribusi terbesar terhadap bahan menguap adalah pelarut (pengencer). Penambahan pelarut dalam vernis bertujuan untuk mengurangi viskositas agar vernis mudah diaplikasikan.

Bobot jenis vernis yang dihasilkan berkisar antara 0,890-0,899 g/ml dengan rata-rata 0,894 g/ml. Nilai tersebut memenuhi standar mutu vernis, yaitu minimum 0,880 g/ml (Tabel 3). Komponen vernis yang memiliki kontribusi terbesar terhadap bobot jenis vernis, yaitu resin dan minyak pengering. Pelarut memiliki bobot jenis yang rendah sehingga penambahan pelarut cenderung menurunkan bobot jenis vernis.

2. Sifat film vernis

Pengujian sifat film vernis meliputi waktu kering lapisan film, kekerasan, daya kilap, daya lentur, daya lekat, dan ketahanan terhadap air. Hasil pengujian waktu kering lapisan film vernis, menunjukkan bahwa seluruh perlakuan yang diuji memiliki waktu kering yang singkat (kering sentuh 1,5-1,8 jam dan

Tabel 2. Karakteristik minyak pengering (*linseed oil*) yang digunakan dalam penelitian
 Table 2. Characteristics of drying oil (*linseed oil*) used in experiment

Karakteristik/ Characteristics	Linseed oil	
	Bahan baku/ Raw material	Standar ASTM D234-82/ ASTM Standard D234-82
• Bobot jenis (20 °C)/Specific gravity	0,9306	0,926 - 0,931
• Indeks bias (25 °C)/Refractive index	1,4835	-
• Viskositas (30 °C, mPa.s)/Viscosity		
- Sebelum pemanasan/Before heating	103,13	-
- Setelah pemanasan /After heating	450,28	-
• Bilangan asam/Acid number	3,52	maks. 4,0
• Bilangan penyabunan/Saponification number	194,22	189,0 - 195,0
• Bilangan iod/Iod number	175,10	min. 177

Tabel 3. Pengaruh pencampuran resin fenolik dari destilat CNSL dengan minyak pengering (*linseed oil*) terhadap karakteristik vernis

Table 3. Effect of mixing phenolic resins from CNSL distillate with drying oil (*linseed oil*) on varnish characteristics

Perlakuan/ Treatment	Karakteristik vernis/Varnish characteristics	
	Kadar bahan menguap/ Volatile matter content (%)	Bobot jenis, 28-30°C Specific gravity, 28-30°C (g/ml)
Perbandingan resin dengan minyak pengering (b/v)/ Ratio resins to drying oil (w/v)		
1:0	60,2 ^a	0,890 ^a
1:0,5	60,8 ^a	0,892 ^a
1:1	59,9 ^a	0,899 ^a
1:1,5	59,4 ^a	0,895 ^a
Vernis komersial/ Commercial varnish		
K1	59,7	0,874
K2	51,9	0,886
SNI vernis (No. 06-1009-1989)/ Varnish standard **)		
Tipe A / Type A	maks./max. 65	min./min. 0,880
Tipe B / Type B	maks./max. 65	min./min. 0,880

Keterangan/Remarks: *) Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji Duncan ($\alpha = 5\%$)/Numbers followed by the same letter were not significantly different as 5% by DMRT

***) Tipe A : vernis untuk pemakaian di dalam dan di luar ruangan/Interior and exterior varnish

Tipe B : vernis untuk pemakaian di dalam ruangan/Interior varnish

kering keras 5-5,8 jam). Penambahan minyak pengering tidak memberikan pengaruh yang nyata baik terhadap waktu kering sentuh maupun kering keras lapisan film vernis. Waktu kering yang dihasilkan memenuhi standar mutu vernis dan relatif sama dengan waktu kering vernis komersial (Tabel 4). Proses pengeringan lapisan film vernis disebabkan oleh penguapan pelarut yang diikuti oleh polimerisasi oksidatif resin dan minyak pengering dengan adanya bahan pengering sebagai katalisnya. Menurut Tan (1997), kardanol sebagai komponen utama dalam resin fenolik, dibawah kondisi oksigen atmosferik akan membentuk hidroperoksida pada rantai samping yang memiliki tiga ikatan rangkap. Selanjutnya polimerisasi oksidatif terjadi akibat pembentukan radikal bebas ketika hidroperoksida berdekomposisi. Radikal bebas yang berdekatan saling bereaksi membentuk ikatan silang sehingga terbentuk lapisan film yang kering dan sinambung. Polimerisasi minyak pengering (*linseed oil*) memiliki mekanisme yang sama, dengan oksidasi diawali pada asam lemak linolenat (tiga ikatan rangkap) dan linoleat (dua ikatan rangkap) (Grehk *et al.*, 2008).

Hasil pengujian kualitatif kekerasan dengan metode *pencil hardness* menunjukkan bahwa seluruh perlakuan yang diuji termasuk ke dalam kelompok lapisan film yang keras (3-5H). Jika dibandingkan dengan vernis komersial, seluruh perlakuan memiliki kekerasan lapisan film yang lebih tinggi kecuali perlakuan penambahan minyak pengering dengan perbandingan 1:1 dan 1:1,5 yang kekerasannya lapisan filmnya sama dengan vernis komersial K1. Penambahan minyak pengering cenderung menurunkan kekerasan lapisan film vernis

(Tabel 4). Penurunan kekerasan ini disebabkan oleh lapisan film *linseed oil* yang memiliki sifat lebih lunak. Selain itu, penambahan minyak pengering akan mengurangi kerapatan monomer aromatik pada struktur polimer yang dihasilkan sehingga lapisan film akan lebih lentur. Menurut Steven (1989), monomer aromatik yang terdapat pada struktur polimer cenderung memberikan efek pengerasan rantai yang menyebabkan lapisan film menjadi keras dan kaku.

Hasil pengujian daya lentur dengan metode *bending test* menunjukkan bahwa penambahan minyak pengering dapat memperbaiki daya lentur lapisan film vernis. Semakin banyak minyak pengering yang ditambahkan, maka daya lentur lapisan film vernis yang dihasilkan semakin baik (Tabel 4). Penambahan minyak pengering akan memperkaya kandungan rantai karbon dengan ikatan tunggal (-C-C-) pada rantai polimernya. Menurut Steven (1989), semakin banyak ikatan tunggal karbon-karbon pada rantai polimer maka daya lentur lapisan film akan semakin baik karena rantai polimer memiliki kebebasan berotasi di sekeliling ikatan tunggal tersebut. Dibandingkan dengan vernis komersial K2, seluruh perlakuan yang diuji memiliki daya lentur lapisan film yang lebih baik. Jika dibandingkan dengan vernis komersial K1, vernis dari perlakuan penambahan minyak pengering 1:1 dan 1:1,5 memiliki daya lentur lapisan film yang relatif sama.

Daya kilap merupakan parameter penting karena vernis umumnya digunakan sebagai pelapis permukaan (*topcoat*) yang berfungsi sebagai dekoratif. Daya kilap lapisan film vernis sebelum pengujian cuaca dalam media kayu untuk seluruh

Tabel 4. Pengaruh pencampuran resin dan minyak pengering terhadap sifat film vernis
 Table 4. Effect of blending resins and drying oil on properties of varnish film

Sifat film vernis/ Properties of varnish film	Perbandingan resin dengan minyak/ Ratio resins with drying oil				Vernis komersial/ Commercial Varnish		SNI No. 06-1009-1989	
	1 : 0	1:0,5	1 : 1	1 : 1,5	K ₁	K ₂	Tipe A Type A	Tipe B Type B
• Waktu kering/Drying time								
- Kering sentuh (jam)/Touch-dry (hours)	1,5 ^a	1,5 ^a	1,8 ^a	1,8 ^a	1,5	2,0	maks. 3,0	maks. 3,0
- Kering keras (jam)/Hard-dry (hours)	5,0 ^a	5,0 ^a	5,8 ^a	5,5 ^a	5,0	6,0	maks. 6,0	maks. 6,0
• Kekerasan/Hardness	4H	4H	3H	3H	3H	1H	-	-
• Daya lentur (Ø,mm)/Flexibility (Ø, mm)	7,0 ^a	5,5 ^b	3,0 ^c	3,5 ^c	3,0	12,0	-	-
• Daya kilap (%) /Glossy							min.	min.
- Sebelum uji cuaca/Before weather test	72,7 ^a	70,4 ^b	68,2 ^b	68,8 ^b	66,0	67,0	-	-
- Setelah uji cuaca 20 hari/After weather test (20 days)	64,1 ^a	62,7 ^b	60,9 ^b	60,6 ^b	59,2	10,1	min. 50	min. 18
• Daya lekat/Adhesion	5B	5B	5B	5B	5B	5B	-	-
• Ketahanan terhadap air ^{**} /Resistance to water	Tahan Stable	Tahan Stable	Tahan Stable	Terjadi gelembung Blister ^a	Tahan Stable	Terjadi gelembung Blister ^b	-	-

Keterangan/Remarks: *) Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji Duncan ($\alpha = 5\%$) / Numbers followed by the same letter were not significantly different as 5% by MRT

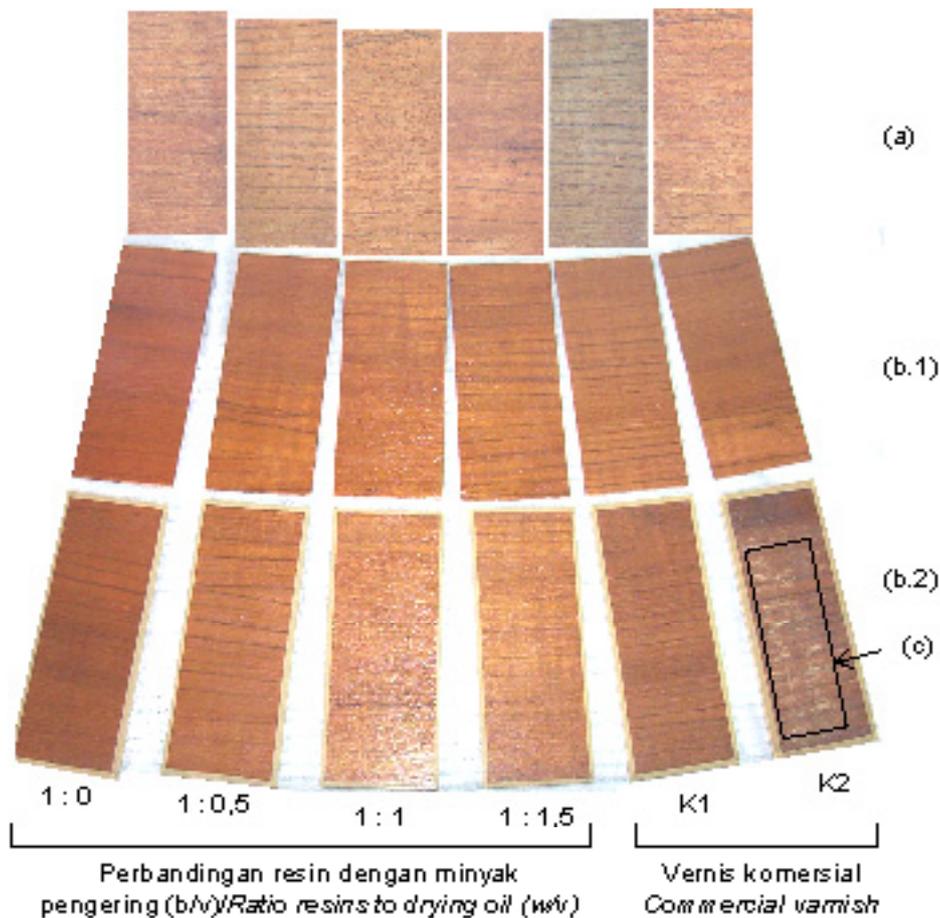
***) Ukuran gelembung no. 6, frekuensi: few (a); ukuran gelembung no. 6, frekuensi: medium (b) / Size of blister no. 6, frequency : few (a); size of blister no. 6 frequency : medium (b)

perlakuan yang diuji dan vernis komersial termasuk ke dalam golongan *semigloss*. Daya kilap lapisan film vernis yang dihasilkan berkisar 68,2-72,7%, lebih tinggi dari daya kilap vernis komersial (66,0-67,0%). Penambahan minyak pengering pada berbagai tingkat perbandingan menurunkan daya kilap lapisan film vernis (Tabel 4). Penambahan minyak pengering diduga akan menyebabkan distribusi molekul polimer menjadi tidak seragam sehingga terjadi perbedaan kerapatan. Menurut Steven (1989), perbedaan kerapatan polimer dalam daerah yang bersebelahan dapat mengakibatkan terjadinya hamburan cahaya yang akan menurunkan daya kilap lapisan film. Setelah pengujian cuaca selama 20 hari (pada suhu 20-30°C dan kelembaban relatif 65-94%), daya kilap lapisan film mengalami penurunan berkisar antara 10,7-11,9% dari kondisi awalnya. Untuk seluruh perlakuan, daya kilap lapisan film vernis setelah pengujian cuaca memenuhi standar mutu vernis baik tipe A maupun tipe B. Vernis komersial K2 mengalami penurunan daya kilap paling tinggi yang mencapai 84,9%, yang disebabkan oleh adanya pengelupasan lapisan film (Gambar 2) akibat kekerasan dan ketahanan lapisan film terhadap air yang kurang baik (Tabel 4).

Hasil pengujian kualitatif daya lekat lapisan film vernis dalam media kayu menunjukkan bahwa penambahan minyak pengering tidak mempengaruhi daya lekat. Seluruh perlakuan yang diuji memiliki daya lekat yang baik, dimana lapisan film vernis tidak mengelupas pada saat dilakukan pengujian dengan metode *cross cut tape test* (5B: 0% mengelupas).

Daya lekat film vernis yang dihasilkan tersebut sama dengan daya lekat vernis komersial K1 dan K2. Daya lekat lapisan film yang baik dapat dicapai bila terjadi gaya ikatan antara media dengan polimer. Untuk mendapatkan ikatan yang baik maka media dan polimer harus bersifat kompatibel dan dapat membangun beberapa macam gaya ikatan (Backman dan Linberg, 2002). Menurut Baghdachi (1997), daya lekat dapat dibangun baik oleh gaya ikatan primer (ikatan kimia), gaya ikatan sekunder (ikatan hidrogen, gaya dispersi, dipol dan induksi), dan gaya perekatan secara mekanis (pori-pori) atau kombinasinya. Daya lekat yang baik pada penelitian ini, diduga disebabkan oleh terbentuknya ikatan hidrogen antara gugus hidroksil pada media kayu dengan gugus hidroksil pada resin yang digunakan. Diketahui bahwa komposisi kimia kayu terdiri atas selulosa berkisar antara 40-45%, hemiselulosa dan lignin masing-masing antara 20-30%, sedangkan resin dari destilat CNSL terdiri atas kardanol yang mengandung gugus hidroksil. Selain itu, gaya perekatan secara mekanis terbentuk dengan baik karena vernis dapat berpenetrasi ke bagian dalam kayu dengan baik. Penetrasi vernis ke bagian dalam kayu sangat dipengaruhi oleh pori-pori kayu dan viskositas vernis.

Hasil pengujian kualitatif ketahanan lapisan film vernis terhadap air menunjukkan bahwa penambahan minyak pengering sampai perbandingan 1:1 dapat menghasilkan vernis yang tahan terhadap air, sama seperti vernis komersial K1. Lapisan film vernis yang dihasilkan dari perbandingan resin dengan minyak



Gambar 2. Daya kilap lapisan film vernis (a) media awal, (b) media setelah divernis : (b.1) sebelum pengujian cuaca dan (b.2) setelah pengujian cuaca selama 20 hari (b.2), serta (c) pengelupasan lapisan film.

Picture 2. Glossy of varnish film (a) intial medium, (b) medium after varnished : (b.1) before weather test and (b.2) after weather test for 20 days, and (c) flaking of varnish film

pengering 1:1,5 mengalami penggelembungan akibat penyerapan air oleh lapisan film (*blister*) dengan frekuensi gelembung *few* (Tabel 4). Hal yang sama dialami oleh vernis komersial K2, namun ketahanannya lebih rendah dari vernis dengan perbandingan 1:1,5 karena frekuensi gelembung lebih banyak (*medium*). Berkurangnya ketahanan lapisan film vernis terhadap air dengan semakin banyaknya minyak pengering yang ditambahkan diduga disebabkan oleh kehadiran gugus ester pada trigliserida dari *linseed oil*. Gugus ester pada trigliserida dari *linseed oil* mudah terhidrolis oleh air sehingga akan menurunkan ketahanan lapisan film terhadap air (Tiwari *et al.*, 2002). Ketahanan lapisan film vernis terhadap air sangat diperlukan bagi vernis yang akan digunakan untuk pemakaian di luar ruangan (eksterior). Ketahanan lapisan film vernis yang baik terhadap air akan dapat mempertahankan daya lekat film dan mengurangi kerusakan media oleh adanya air.

KESIMPULAN

1. Penambahan minyak pengering dalam formulasi vernis berpengaruh nyata terhadap sifat lapisan film vernis, yaitu kekerasan, daya lentur, daya kilap, dan ketahanan terhadap air, sedangkan terhadap karakteristik vernis (kadar bahan menguap dan bobot jenis) serta sifat lapisan film vernis lainnya tidak berpengaruh nyata.
2. Formula vernis terbaik diperoleh pada perbandingan resin fenolik dengan minyak pengering 1:1. Formula tersebut menghasilkan kadar bahan menguap 59,9%, bobot jenis 0,899 g/ml. Waktu kering sentuh dan kering keras masing-masing 1,8 jam dan 5,8 jam dengan daya kilap lapisan film setelah pengujian cuaca 60,9%. Nilai-nilai tersebut memenuhi persyaratan mutu SNI untuk vernis tipe A (pemakaian interior dan eksterior). Selain itu, formula vernis tersebut menghasilkan lapisan film dengan kekerasan 3H, daya lentur \emptyset 3 mm, daya lekat 5B, dan lapisan film yang tahan terhadap air.

3. Secara umum, karakteristik dan sifat lapisan film yang dihasilkan setara dengan vernis komersial K1 (vernisi interior dan eksterior), dan lebih baik dari vernis komersial K2. Formula vernis terbaik sangat prospektif digunakan sebagai vernis kayu untuk pemakaian interior dan eksterior.

DAFTAR PUSTAKA

- AOAC. 1995. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemist. Washington DC.
- ASTM. 1993. Paints-Pigment, Resins, and Polymers, Cellulose. Annual Book of ASTM Standard:06.02. American Society of Testing Materials. Philadelphia.
- Backman, A.C. and K.A.H. Linberg. 2002. Interaction wood and polyurethane lacquer resulting in a decrease in the glass transition temperature. *Journal of Applied Polymer Science* 85: 595-605.
- Baghdachi, J.A. 1997. Fundamentals of adhesion. *Journal of Coating Technology* 69 (870): 85-91.
- Bajpai, G.D., P. Kumar, and R. Sukla, 2008. Cure characteristics of cardanol-formaldehyde novolac resins in the presence of metallic driers. Article tools. 12 Nopember, 2008.
- Bhunja, H.P., R.N. Jana, A. Basak, S. Lenka, and G.B. Nando. 1998. Synthesis of polyurethane from cashew nut shell liquid (CNSL), a renewable resource. *Journal of Applied Polymer Science Part A : Polymer Chemistry* 36:391-400.
- Grehk T.M., R Berger and U. Bexell. 2008. Investigation of the drying process of linseed oil using FTIR and ToF-SIMS. *Journal of Physics: Conference Series* 100: 1-4.
- 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 Penelitian Pascapanen Pertanian Vol 4 no 2 2008*
- Kirk, R.E. and D.F. Othmer. 1985. Encyclopedia of Chemical Technology. John Wiley and Sons, Inc. New York.
- Kumar, P.P., R. Paramashivappa, P.J. Vithayathil, P.V.S. Rao and S. Rao, 2002. Process for isolation of cardanol from technical cashew (*Anacardium occidentale*) nut shell liquid. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50: 4705-4708.
- Kubo, I., H. Muroi, and A. Kubo, 1994. Naturally ocuring antiacne agent. *Journal Natural Product* 57: 9-17.
- Mahanwar, 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.
- Marino, S., 2003. All about oil based varnish. 9 Maret 2005.
- Mumu, 2001. Pembuatan vernis berbasis resin fenolik dari CNSL (*Cashew Nut Shell Liquid*). Skripsi. Fak. Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Praptowidodo, V.S. dan J. Mu'min, 1984. Penggunaan minyak kulit biji jambu mete (CNSL) sebagai minyak pengering (*drying oil*) dalam cat. Laporan penelitian. Jurusan Teknik Kimia, Institut Teknologi Bandung.
- Risfaheri, T. T. Irawadi, M. A. Nur, I. Sailah, Z. A. Mas'ud dan M. S. Rusli, 2004. Pemisahan kardanol dari minyak kulit biji mete dengan metode destilasi vakum. *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian* 1 (1): 1-11.
- SNI, 1989. Vernis kayu (SNI No. 06-1009-1989). Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- Steven, M.P., 1989. Kimia Polimer. Terjemahan dari : Polymer Chemistry : An Introduction. Pradnya Paramita. Jakarta.
- Swaraj, P. 1985. *Surface Coating Science and Technology*. John Wiley and Sons, Inc. New Delhi.
- Tan, T.T.M., 1997. Cardanol-glycols and cardanol-glykol-based polyurethane film. *Journal of Applied Polymer Science* 65: 507-510.
- Tiwari, S., M. Saxena and S.K. Tiwari, 2003. Mahua-oil-based resins for the high-temperature curing of fly ash coating. *Journal of Applied Polymer Science* 87: 110-120.