

Karakteristik Minyak Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L) Epoksi Murni Sebagai Pelunak Vulkanisat Karet NBR

The Characteristic of Pure Epoxidized Jatropha Curcas (Jatropha curcas L.) Oil as NBR Vulcanizate Plasticizer

Norma A. KINASIH dan Adi CIFRIADI

Pusat Penelitian Karet
Jalan Salak No. 1 Bogor 16151 Bogor
Email: norma.kinasih88@gmail.com

Diterima : 9 Mei 2014 / Direvisi : 11 Juni 2014 / Disetujui : 19 Juli 2014

Abstract

The utilizing of phthalat group plasticizer on NBR such as; dioctyl phthalat (DOP), diisononil phthalat (DINP) and diisodecil phthalat (DIDP) has been controled because of their impact on environment contamination and health damage. One of the alternative substitute phthalat group plasticizer is epoxidized jatropha curcas oil. The side reactions was formed during epoxidation reaction, which could decrease the quality of epoxidized jatropha curcas oil. The purpose of the research is to investigate the influence of purification processs on epoxidized jatropha curcas oil characteristics and the application on NBR vulcanizate. The utilization of pure epoxidized jatropha curcas oil on NBR vulcanizate will be compare with impure epoxidized jatropha curcas oil by impure of epoxidized jatropha curcas oil and DOP, which were used in 5phr dosages respectively. The characterization of pure epoxidized jatropha curcas oil was analyzed by quantitative (oxirane number and % epoxidized) and qualitative (FTIR). Meanwhile the characterization of NBR vulcanizate showed by a result of physical properties test. The yield of purification process was 82,94%. The characterization of pure epoxidized jatropha curcas oil showed that purification process reduced all of side reaction-products of epoxidation process. Pure epoxy jatropha curcas oil reduced. The best ability on the reducing hardness of NBR rubber are the used of impure epoxidized jatropha curcas oil (A), followed by the pure epoxidized jatropha curcas oil (B) and DOP (C).

Keywords: Plasticizer, epoxidized jatropha curcas oil, DOP, NBR

Abstrak

Penggunaan bahan pelunak kelompok ftalat pada karet NBR seperti dioktil ftalat (DOP), diisononil ftalat (DINP) dan diisodekil ftalat (DIDP) mulai dibatasi, karena merusak lingkungan dan kesehatan. Salah satu bahan pelunak alternatif yang digunakan adalah minyak jarak pagar epoksi. Selama berlangsungnya reaksi epoksidasi, terbentuk reaksi samping yang dapat menurunkan kualitas minyak jarak pagar

epoksi. Pemurnian perlu dilakukan untuk menjaga kualitas kandungan oksiran minyak jarak pagar. Penelitian dilakukan untuk mengetahui pengaruh pemurnian terhadap kualitas minyak jarak pagar epoksi dan peggunaannya sebagai pelunak pada vulkanisat karet NBR. Kemampuan minyak jarak pagar epoksi murni sebagai pelunak karet NBR diuji dengan membandingkan kinerjanya dengan minyak jarak pagar epoksi sebelum pemurnian dan DOP menggunakan dosis yang sama, yaitu 5 bsk. Karakteristik minyak jarak pagar epoksi sebelum dan setelah pemurnian dianalisa secara kuantitatif (nilai oksiran dan % terepoksidasi) dan kualitatif (FTIR). Karakterisasi vulkanisat karet NBR ditunjukkan melalui hasil pengujian sifat fisiknya. Rendemen minyak hasil perlakuan pemurnian sebesar 82,94%. Hasil karakteristik minyak jarak pagar epoksi menunjukkan bahwa perlakuan pemurnian mampu menurunkan hasil samping reaksi epoksidasi. Kemampuan yang lebih baik dalam menurunkan kekerasan karet NBR secara berturut-turut dimulai dari minyak jarak pagar sebelum pemurnian (A), diikuti minyak jarak pagar setelah pemurnian (B) dan DOP (C).

Kata kunci: Pelunak, minyak jarak pagar epoksi, DOP, NBR

PENDAHULUAN

Penggunaan pelunak pada karet NBR dan plastik PVC umumnya menggunakan kelompok ftalat, yang berbahan dasar minyak bumi. Sekitar 80% kebutuhan dunia menggunakan dioktil ftalat (DOP), diisononil ftalat (DINP) dan diisodecil ftalat (DIDP) (Karaukoph dan Godwin, 2005). Namun penggunaan pelunak jenis ini mulai ditinggalkan karena pelunak jenis ftalat dinilai berbahaya, dapat bermigrasi ke lingkungan (Yu, 2005 dalam Greco *et al.*, 2010) dan mengganggu kesehatan seperti menyebabkan cacat pada janin, kanker, dan terganggunya sistem reproduksi (James *et al.*, 1975 dan Awang 1995 dalam

Saefurohman, 2008). EPA's *Toxic Release Inventory* menggolongkan ftalat sebagai senyawa toksik. Bahkan mulai tahun 2006, Uni Eropa telah mengeluarkan larangan penggunaan jenis ester ftalat (Tullo, 2005).

Salah satu alternatif pelunak yang dapat menggantikan pelunak jenis ini adalah minyak nabati epoksi. Beberapa studi melaporkan bahwa minyak nabati epoksi mampu digunakan sebagai pelunak dalam karet NBR (Riyanti, 1992) dan PVC baik sebagai pelunak dan penstabil tambahan (*secondary plasticizer and stabilizer*) ataupun pelunak utama (*primary plasticizer*) (Gall dan Greenspan, 1958; Gan *et al.*, 1994; dan Karmalam *et al.*, 2009). Selain itu penggunaan pemlastis berbahan dasar minyak nabati memiliki keunggulan yaitu berbahan dasar terbarukan dan bersifat alami sehingga aman untuk lingkungan dan kesehatan.

Reaksi epoksidasi adalah reaksi antara asam peroksi organik dan senyawa yang berikatan rangkap (termasuk asam lemak tak jenuh dalam minyak nabati) untuk membentuk senyawa oksiran (epoksida). Selama berlangsungnya reaksi tersebut akan terbentuk reaksi samping yang bersifat asam dan dapat menyebabkan pembukaan cincin oksiran (Petrovic *et al.*, 2002), sehingga harus dihilangkan dari reaksi. Karmalm *et al.* (2009) menyatakan bahwa peningkatan nilai oksiran minyak kedelai epoksi dapat meningkatkan waktu penggunaan *plasticizer* pada matriks PVC. Dalam rangka untuk melihat lebih jauh karakteristik minyak jarak epoksi, maka pada kegiatan ini akan diteliti pengaruh pemurnian terhadap kualitas minyak jarak pagar epoksi dan peggunaannya sebagai pelunak pada vulkanisat karet NBR.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium penelitian Pusat Penelitian Karet pada bulan Januari-Mei tahun 2013. Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain: minyak jarak pagar (nilai iod 40,5 gI₂/100g), asam format (47%), hidrogen peroksida (47%), asam sulfat (98%), aquades dan larutan Na₂CO₃. Alat-alat yang dibutuhkan untuk analisa, proses reaksi epoksidasi dan pemurnian antara lain; piknometer, biuret, erlenmeyer 100 dan 250 ml, *waterbath*, magnetic stirer,

labu leher tiga, termokopel, soklet modifikasi dan gelas piala 150 dan 500 ml.

Reaksi Epoksidasi dan Pemurnian Minyak Jarak Pagar Epoksi

Reaksi epoksidasi minyak jarak pagar dilakukan secara *insitu* menggunakan asam perkarboksilat. Minyak jarak pagar direaksikan dengan pereaksi asam format dan hidrogen peroksida dengan perbandingan mol C=C : HCOOH : H₂O₂ sebesar 0,214 : 0,107 : 0,428 mol (Hawash *et al.*, 2011). Reaksi epoksidasi berlangsung pada suhu 40, 50, 60 dan 70°C selama 1, 3, 5 dan 7 jam di dalam labu leher tiga. Suhu dipertahankan pada waktu reaksi tersebut menggunakan *waterbath* dan dikontrol menggunakan termokopel.

Minyak jarak pagar epoksi yang dihasilkan kemudian dipisahkan dengan reaksi sampingnya melalui pencucian bertahap menggunakan corong pemisah. Minyak jarak pagar epoksi dicuci menggunakan aquades pada suhu 30°C sebanyak lima kali dan aquades pada suhu 50°C sebanyak tiga kali. Masing-masing pencucian berselang selama 15 menit. Pemurnian kemudian dilanjutkan dengan penambahan larutan Na₂CO₃ (T=50°C) (Pérez, *et al.*, 2009). Minyak jarak pagar epoksi didiamkan selama 1 jam dalam larutan tersebut, kemudian dipisahkan.

Analisis minyak jarak pagar epoksi murni

Minyak Jarak Pagar Epoksi sebelum dan sesudah pemurnian dianalisis secara kualitatif menggunakan FTIR dan secara kuantitatif dengan menghitung nilai oksiran dan % terepoksidasi yang terbentuk menggunakan rumus berikut (Pérez, *et al.*, 2009):

$$\% \text{ Oksiran} = \frac{\text{ml titrasi HBr} \times N \text{ HBr} (0,1) \times 1,60}{\text{berat sampel (g)}}$$

$$\% \text{ terepoksi} = \frac{\text{OOe (nilai oksiran hasil eksperimen)}}{\text{OOp (nilai oksiran optimum yang dapat dicapai)}} \times 100\%$$

$$\text{OOp} = \left[\frac{\frac{160}{2 A_i}}{100 + \frac{160}{2 A_i} A_o} \right] \times A_o \times 100$$

Dimana IVO= nilai iod minyak awal hasil uji, A_i= Mr iod (126,9), A_o= Ar Oksigen (16,0)

Pembuatan Kompon Karet NBR

Minyak jarak pagar epoksi terbaik sebelum pemurnian mengandung 72,31% terepoksidasi (kompon A) diaplikasikan pada pembuatan karet NBR. Sebagai pembanding digunakan kompon B dan C yang menggunakan minyak jarak pagar setelah pemurnian mengandung 78,09% terepoksidasi dan DOP (Cifriadi dan Kinasih, 2013). Susunan resep kompon karet NBR disajikan pada Tabel 1.

Pengujian Sifat Fisika

Formulasi kompon karet tersebut kemudian digiling menggunakan mesin giling terbuka (*open mill*). Kompon karet divulkanisasi menggunakan sistem semi konvensional pada suhu 150°C selama waktu tertentu (sesuai hasil pengujian rheometer). Vulkanisat karet kemudian dianalisis sifat fisiknya berdasarkan uji ASTM. Parameter fisika yang diuji meliputi; kekerasan (D2240-05), tegangan putus, perpanjangan putus, modulus 200% (D412-06 Ae 2), ketahanan sobek (D624-00), berat jenis, dan pemampatan tetap 25% selama 72 jam pada suhu ruang dan 70°C (D395-03).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Kuantitatif Minyak Jarak Pagar Epoksi Murni

Pengujian kuantitatif minyak jarak pagar epoksi menunjukkan bahwa nilai

oksiran dan % terepoksidasi semakin meningkat seiring dengan penambahan waktu dan suhu. Peningkatan nilai oksiran dan % terepoksidasi juga terjadi setelah pemurnian. Nilai optimum oksiran dan % terepoksidasi minyak jarak pagar epoksi murni tercapai pada suhu 60°C selama 7 jam reaksi. Optimasi nilai oksiran dan % terepoksidasi minyak jarak pagar epoksi murni disajikan pada Gambar 1 dan 2. Peningkatan nilai oksiran dan % terepoksi menunjukkan cenderung menurun ketika mencapai kondisi optimum. Hal ini dapat disebabkan karena setelah mencapai titik maksimum terdapat kemungkinan adanya reaksi antara gugus oksiran dengan reaktan (asam perasetat dan hidrogen peroksida) yang mengakibatkan kandungan oksiran yang telah terbentuk menjadi berkurang (Petrovic *et al.*, 2002).

Hasil analisa statistik menggunakan uji Duncan menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan suhu 60°C dan waktu 7 jam paling efektif meningkatkan nilai oksiran dan % terepoksidasi minyak jarak pagar sebelum dan setelah pemurnian. Kombinasi perlakuan suhu 60°C dan waktu 7 jam terhadap nilai % terepoksidasi minyak jarak pagar epoksi sebelum pemurnian menunjukkan tidak berbeda nyata terhadap nilai % terepoksidasi hasil kombinasi perlakuan suhu 40°C dan waktu 5 jam dan suhu 60°C dan waktu 5 jam, serta berbeda nyata terhadap kombinasi perlakuan yang lain. Kombinasi perlakuan suhu 60°C dan waktu 7 jam terhadap nilai % terepoksidasi minyak jarak pagar epoksi setelah pemurnian menunjukkan tidak berbeda

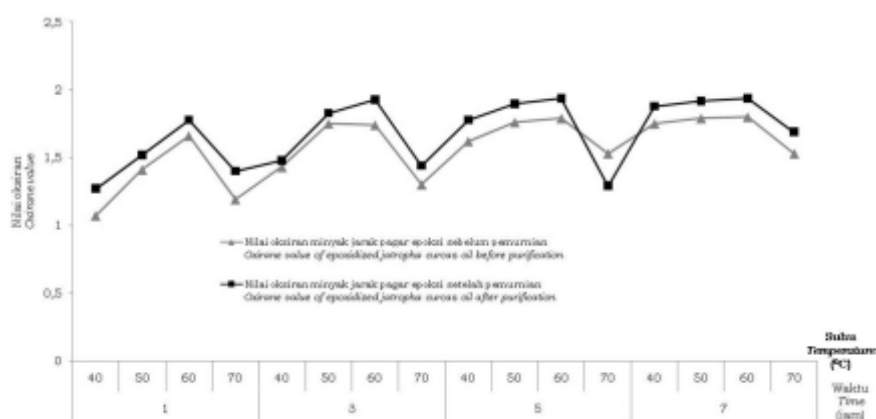
Tabel 1. Formula kompon karet NBR

Table 1. NBR compound formula

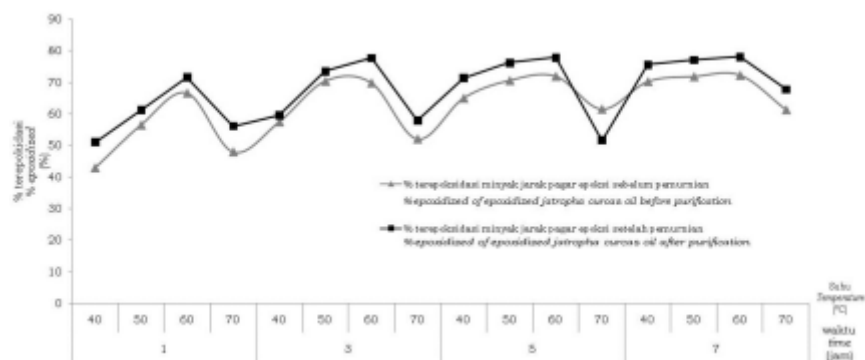
Bahan Material	Dosis (bsk) Dosage (phr)		
	A	B	C
NBR	100	100	100
ZnO	5	5	5
Asam Stearat	2	2	2
Carbon black (N330)	40	40	40
TBBS	1	1	1
TMTD	0,5	0,5	0,5
Sulfur	1,5	1,5	1,5
TMQ	1	1	1
Minyak jarak epoksi (72,31%)	5	0	0
Minyak jarak epoksi murni (78,09%)	0	5	0
DOP (<i>Diocetyl phthalat</i>)	0	0	5

Keterangan (Remaks) :

Bsk = berat seratus karet (phr : per hundred rubber)



Gambar 1. Nilai oksiran minyak jarak pagar epoksi
Figure 1. Oxirane number of epoxidized Jatropa curcas oil



Gambar 2. Nilai % terepoksidasi minyak jarak pagar epoksi
Figure 2. % epoxidized of epoxidized jatropa curcas oil

nyata terhadap nilai % terepoksidasi hasil kombinasi perlakuan suhu 40°C dan waktu 5 jam dan berbeda nyata terhadap kombinasi perlakuan yang lain.

Pemurnian bermaksud untuk menghilangkan reaksi samping selama berlangsungnya reaksi epoksidasi. Beberapa reaksi samping yang terbentuk antara lain; air, asam format/asam asetat yang berlebih, hidrogen peroksida yang berlebih, dan minyak nabati yang tidak bereaksi. Reaksi samping tersebut dapat menyebabkan pembukaan cincin oksiran (Petrovic *et al.*, 2001), sehingga harus dihilangkan dari reaksi karena bersifat asam (Gamage *et al.*, 2009). Penghilangan reaksi samping dapat meminimalisir terbukanya cincin oksiran, sehingga nilai oksiran dan % terepoksidasi meningkat setelah dimurnikan.

Analisa Kualitatif Minyak Jarak Pagar Epoksi Murni

Analisa karakteristik minyak jarak pagar epoksi murni secara kualitatif menunjukkan bahwa terdapat perubahan karakteristik minyak jarak pagar epoksi sebelum dan setelah dimurnikan. Terjadinya reaksi epoksidasi membuka ikatan rangkap (termasuk asam lemak tak jenuh dalam minyak nabati) menjadi senyawa oksiran (epoksida), sehingga nilai iod minyak jarak pagar menurun seiring peningkatan nilai oksirannya.

Terjadinya penurunan nilai iod tampak pada daerah serapan 3007,81 cm⁻¹ (regangan C=C), sedangkan peningkatan nilai oksiran tampak pada daerah serapan 824,4 cm⁻¹ (regangan C-O-C). Pada Gambar 3 tampak

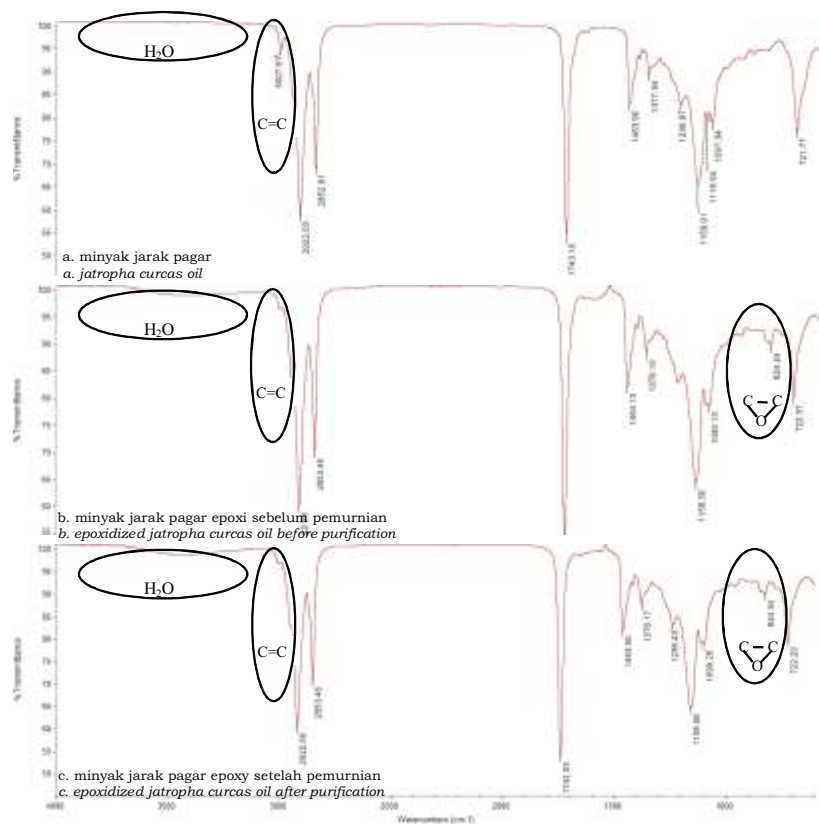
bahwa pemurnian meningkatkan nilai oksiran dan menurunkan nilai iod minyak jarak pagar epoksi murni. Luas daerah serapan $3007,81 \text{ cm}^{-1}$ minyak jarak pagar epoksi lebih besar dibandingkan minyak jarak pagar epoksi murni, sedangkan luas daerah serapan $824,4 \text{ cm}^{-1}$ minyak jarak pagar epoksi lebih kecil dibandingkan minyak jarak pagar epoksi murni.

Pemurnian juga menurunkan reaksi samping yang terbentuk pada reaksi epoksidasi minyak jarak pagar. Hal ini tampak pada daerah serapan $3466,96 \text{ cm}^{-1}$ minyak jarak pagar epoksi murni lebih kecil dibandingkan minyak jarak pagar epoksi. Saremi *et al.* (2012) menyatakan bahwa pembentukan puncak serapan baru pada minyak kedelai epoksi di panjang gelombang $3459,8 \text{ cm}^{-1}$ menunjukkan peregangan gugus hidroksi O-H, yang mengindikasikan kemungkinan terbukanya gugus epoksi (oksidasi). Hasil FTIR menunjukkan bahwa perlakuan pemurnian yang dilakukan dapat mengurangi jumlah reaksi samping yang

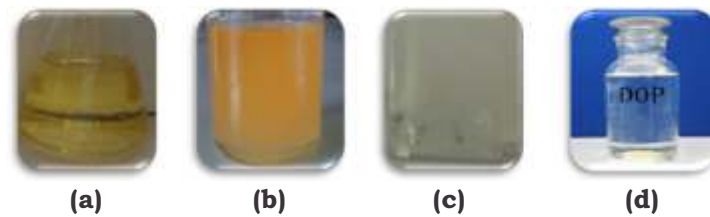
terbentuk, sehingga nilai oksiran dan % terepoksidasi meningkat setelah pemurnian.

Karakteristik Sifat Fisik Minyak Jarak Pagar Epoksi Murni

Karakterter sifat fisik minyak jarak pagar mengalami perubahan seiring perlakuan yang diberikan. Pada Gambar 4 (b) tampak bahwa minyak jarak pagar epoksi memiliki penampakan berwarna lebih oranye dibandingkan minyak jarak pagar (Gambar 4.a). Perubahan warna tersebut dimungkinkan akibat adanya reaksi antara minyak dengan reaktan dan katalisnya. Pemurnian minyak jarak pagar epoksi secara bertahap menggunakan aquades ($T=30^{\circ}$ dan 50°C) dan larutan Na_2CO_3 ($T=50^{\circ}\text{C}$) membuat sifat fisik minyak jarak pagar epoksi murni menjadi lebih jernih dibandingkan minyak jarak pagar epoksi dan hampir menyerupai tampilan fisik DOP. Karakteristik sifat fisik minyak jarak pagar epoksi disajikan pada Gambar 4.



Gambar 3. Spektra FTIR minyak jarak pagar epoksi pada 60°C selama 7 jam reaksi
 Figure 3. FTIR spectra of epoxidized jatropha curcas oil at 60°C and 7 hours reaction



Gambar 4. (a) Minyak jarak pagar (b) Minyak jarak pagar epoksi (c) Minyak jarak pagar epoksi murni (d) DOP
 Figure 4. (a) *Jatropha curcas* oil (b) Impurity of epoxidized *Jatropha curcas* oil (c) Pure epoxidized *Jatropha curcas* oil (d) DOP

Karakteristik Sifat Fisik Vulkanisat Karet NBR

Pengaruh penggunaan minyak jarak pagar epoksi terhadap kekerasan vulkanisat karet NBR disajikan pada Tabel 2. Penggunaan minyak jarak pagar epoksi mampu menurunkan kekerasan karet NBR lebih besar dibandingkan DOP. Peningkatan kekerasan karet dipengaruhi oleh besar % terepoksidasi minyak jarak pagar epoksi. Chandrasekara *et al.* (2011) menyatakan bahwa reaksi epoksidasi meningkatkan polaritas minyak nabati, sehingga ketika minyak epoksi berikatan dengan karet NBR yang bersifat polar maka akan meningkatkan pula ikatan diantaranya. Semakin kuat ikatan antara karet dan minyak maka semakin keras pula karet tersebut, sehingga nilai kekerasan vulkanisat karet meningkat. Minyak jarak pagar epoksi murni mengandung % terepoksidasi yang lebih besar dibanding minyak jarak pagar epoksi sehingga kekerasan vulkanisat NBR kompon B lebih besar dibanding kompon A. Penurunan kekerasan juga dimungkinkan dipengaruhi oleh kandungan asam pada minyak jarak pagar epoksi sebelum pemurnian. Reaksi samping yang bersifat asam bereaksi dengan bahan-bahan pencepat (TMTD, TBBS dan TMQ) yang bersifat basa, sehingga terjadi peregangannya ikatan silang antara karet dan belerang yang menyebabkan kompon A memiliki nilai kekerasan lebih rendah dibanding kompon B.

Tegangan putus, perpanjangan putus dan ketahanan sobek merupakan nilai yang menunjukkan keelastisan vulkanisat ketika diregangkan atau disobek. Semakin besar nilai kekerasannya, maka tegangan putus, perpanjangan putus dan ketahanan sobek vulkanisat karet NBR semakin menurun.

Hasil pengujian sifat fisika di atas menunjukkan bahwa vulkanisat karet NBR kompon A lebih unggul sifat tegangan putus, perpanjangan putus dan ketahanan sobek dibandingkan kompon B dan C. Hasil ini menunjukkan bahwa minyak jarak pagar epoksi mampu menggantikan pelunak DOP.

Kondisi pasca pengusangan menunjukkan bahwa kekerasan dan tegangan putus vulkanisat karet NBR mengalami peningkatan, sedangkan perpanjangan putus mengalami penurunan. Hal ini menunjukkan bahwa minyak jarak epoksi dan DOP tidak mampu bekerja sebagai *heat stabilizer* pada vulkanisat karet NBR. Peningkatan kekerasan terjadi akibat penguapan dan oksidasi ikatan rangkap minyak nabati selama pengusangan. Oksidasi ikatan rangkap tersebut menyebabkan berat molekul minyak menurun, sehingga vulkanisat karet menjadi semakin keras (Millan, 1959 dalam Riyanti, 1992). Morton (1963) menambahkan bahwa berat molekul pelunak yang kecil akan lebih banyak menurunkan tegangan putus dan ketahanan sobek karet. Sehingga nilai perpanjangan putus pada pengamatan menunjukkan penurunan pasca pengusangan.

Nilai modulus 200% kompon A lebih kecil dibandingkan kompon B dan C. Kecilnya nilai modulus ini dipengaruhi oleh *crosslink density* (Conan, 1964). Besarnya nilai % terepoksidasi minyak jarak pagar epoksi mempengaruhi *crosslink density* yang terbentuk antara minyak epoksi dan karet NBR. Semakin tinggi nilai % terepoksidasi menyebabkan minyak semakin polar dan *crosslink density* semakin meningkat, sehingga vulkanisat karet NBR kompon B lebih baik dari kompon A.

Tabel 2. Sifat fisika vulkanisat karet NBR
 Table 2. Physical properties of NBR vulcanizate

Parameter Parametre	Vulkanisat Vulcanizate					
	A		B ^{***}		C ^{***}	
Kekerasan (shore A)	55 ^{*b}	62 ^{**c}	58 ^{*a}	67 ^{*b}	60 ^{*a}	70 ^{**a}
Tegangan putus (N/mm ²)	8,2 ^{*a}	7,8 ^{**a}	7,8 ^{*a}	8,2 ^{**a}	7,4 ^{*a}	7,9 ^{**a}
Perpanjangan putus (%)	290 ^{*a}	150 ^{**a}	250 ^{*b}	120 ^{**b}	220 ^{*b}	110 ^{**b}
Ketahanan sobek (N/mm ²)	33,7 ^a		29,5 ^b		33,2 ^{ab}	
Modulus 200% (N/mm ²)	5 ^c		5,6 ^b		6,3 ^a	
Berat jenis (g/cm ³)	1,183 ^a		1,184 ^a		1,184 ^a	
Pampatan tetap 25% (T=30°C, t= 72 jam) (%)	6,44 ^a		6,32 ^a		6,3 ^a	
Pampatan tetap 25% (T=70°C, t= 72 jam) (%)	50,24 ^a		36,93 ^b		37,48 ^b	

Keterangan (*Remarks*):

* = kondisi segera atau tanpa pengusangan (*without ageing*)

** = kondisi pasca pengusangan pada 100°C, 72 jam (*after ageing at 100°C, 72 hours*)

*** = Cifriadi dan Kinasih, 2013

Penggunaan minyak jarak pagar epoksi sebelum dan sesudah dimurnikan tidak mempengaruhi berat jenisnya, namun mempengaruhi sifat pampatan tetap 25% vulkanisat karet NBR. Nilai pampatan tetap 25% kompon B memiliki nilai yang hampir sama dibanding kompon C pada suhu 30°C dan terendah pada suhu 70°C. Semakin kecilnya nilai pampatannya, maka elastisitas karetnya semakin baik. Maka dari Tabel 2 diketahui bahwa penggunaan minyak jarak pagar epoksi murni dapat menggantikan DOP. Hal ini disebabkan semakin banyaknya ikatan silang dan tingginya interaksi intramolekuler dari gugus epoksi yang dimiliki minyak jarak pagar epoksi murni.

Hasil analisa statistik menggunakan uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa perlakuan penambahan bahan pelunak yang berbeda (A, B, dan C) menunjukkan bahwa pelunak A berbeda nyata dari pelunak B dan C terhadap kekerasan (sebelum dan sesudah pengusangan), perpanjangan putus (sebelum dan sesudah pengusangan), modulus 200%, dan pampat tetap 25% (T=70°C, t= 72 jam) vulkanisat karet NBR. Namun perlakuan penambahan pelunak A pada vulkanisat karet NBR tidak berbeda nyata terhadap tegangan putus, berat jenis, dan pampat tetap 25% (T=30°C, t= 72 jam). Ketahanan sobek vulkanisat karet NBR menunjukkan bahwa

penggunaan pelunak A berpengaruh nyata terhadap pelunak B dan tidak berpengaruh terhadap pelunak C.

KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil analisis kuantitatif dan kualitatif menunjukkan bahwa pemurnian meningkatkan kandungan nilai oksiran seiring dengan penurunan nilai iod dan hasil samping reaksi epoksidasi minyak jarak pagar epoksi. Nilai oksiran dan %terepoksidasi tertinggi sebesar 1,94 dan 78,09%. Karakteristik sifat fisik minyak jarak pagar epoksi semakin jernih setelah pemurnian dan memiliki tampilan fisik menyerupai DOP. Perlakuan pemurnian minyak jarak pagar epoksi menyebabkan penurunan sifat fisik vulkanisat karet NBR. Maka vulkanisat karet NBR yang ditambahkan minyak jarak pagar epoksi sebelum pemurnian memiliki sifat fisik terbaik dibandingkan vulkanisat NBR yang ditambahkan minyak jarak pagar epoksi murni dan DOP.

Pengaruh reaksi samping yang bersifat asam terhadap pelunakan karet NBR perlu dikaji, seberapa banyak konsentrasi hasil reaksi samping yang mempengaruhi pelunakan karet agar hasil reaksi samping tidak mempengaruhi kualitas minyak jarak pagar epoksi.

DAFTAR PUSTAKA

- Chandrasekara, G., M. K. Mahanama, D. G. Edirisinghe and L. Karunayake. 2011. Epoxidized Vegetable Oils as Processing Aid Activators in Carbon-Black Filled Natural Rubber Compounds. *J.National Science Foundation of Srilangka*, 39(3): 244 – 250.
- Cifriadi, A. dan N. A. Kinasih. 2013. Studi Minyak Jarak Pagar (*Jatropha curcas L*) Epoksi Sebagai Bahan Pelunak Kompon Karet NBR. *Prosiding Seminar Nasional XVI Kimia dalam Pembangunan*. Yogyakarta, 20 Juni 2013. Jaringan Kerjasama Kimia Indonesia.: 799 – 806.
- Conant, F.S. 1964. *The Effect of State Cure of Vulcanizate Properties*. In G. Aligger & I. J. Sjothun (Eds). *Vulcanization of Elastomer*. Reinhold Publishing Co.New York, USA
- Gall, R. J. and F. P. Greenspan, 1958. Vinyl Epoxy Plasticizers. *J. Industrial and Engineering Chemistry* 50(6): 865-867
- Gamage, P. K., M. O'Brien, and L. Karunanayake. 2009. Epoxidation of Some Vegetable Oils and Their Hydrolysed Products with Peroxyformic Acid-Optimised to Industrial Scale. *J. Natn Sci. Foundation Srilanka* 37(4): 229 – 240.
- Gan, L. H, K. S. Ooi, S. H. Goh, L. M. Gan, and Y. C. Leong. 1994. Epoxidized Esthers of Palm Olein as Plasticizers for Poly(Vinyl Chloride). *J. Eur.Polym* 31(8): 719 – 724.
- Greco, A, D. Brunetti, G. Renna, G. Mele, and A.Maffezzoli, 2010. Plasticizer for Poly(Vinyl Chloride) from Cardanol as a Renewable Resource Material. *J. Polymer Degradation and Stability* 95: 2169 – 2174.
- Hawash, S., G. El Diwani and E. Abdel Kader. 2011. Optimization of Biodiesel Production of *Jatropha* Oil By Heterogeneous Base Catalysed Transesterification. *International J. of Engineering Science and Technology* 0975-5462 (3): 5242 – 5251.
- Karaukoph, L. G. and A. Goodwin. 2005. *Plasticizersin: Charles, E.W., C.A. Daniels, J.W. Summer. PVC Handbook*. Carl Hansen Verlag, Munich.
- Karmalm, P., T. Hjertberg, A. Jansson, and R. Dahl, 2009. Thermal Stability of Poly(Vinyl Chloride) with Epoxidised Soybean Oil as Primary Plasticizer. *J. Polymer Degradation and Stability* 94: 2275 – 2281.
- Petrovic, Z. S., A. Zlatanovic, C. C. Lava, and F. S. Sinadinovic, 2002. Epoxidation of Soyabean Oil in Toluene with Peroxoacetic and Peroxiformic Acid-Kinetics and Side Reaction. *Europian J. of Lipid Science and Technology*. 104: 293-299.
- Pérez J. D. E. P., D. M. Haagenson, S. W. Priyor, C. A. Ulven, and D. P. Wiensenborn, 2009. Production and Characterization of Epoxidized Canola Oil. *American Society of Agricultural and Biological Engineers* 52 (4): 1289-1297.
- Riyanti, N. 1992. *Minyak Epoksi dari CPO Sebagai Processing Aid Pada Pembuatan Barang Jadi Karet Nitril-Butadiena-PVC*. Skripsi. Departemen Teknologi Industri Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor, Bogor
- Saremi, K., T. Tabarsab, A. Shakeric, and A. Babanalbandi. 2012. Epoxidation of Soyabean Oil. *Annals of Biological Research* 3(9): 4254 – 4258.
- Saefurohman, A. 2008. *Epoksida Minyak Jarak Pagar sebagai Pemlastis Film Polivinil Klorida*. Tesis. Sekolah Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor
- Tullo, H. A. 2005. Cutting Out Phatalates Polyvinyl Chloride Applications Haven't Been Flexible Enough to Accept Alternatives to Phatalate Esthers. *Chem and Eng News* 83: 29-31.