

OPTIMALISASI KADAR ABU DALAM PEMBUATAN MINYAK JARAK PAGAR TERVULKANISASI

Santi Puspitasari¹, Hani Handayani², R. Siti Noviani Melinda³ dan Yoharmus Syamsu⁴

^{1,2,4}Pusat Penelitian Karet, Jalan Salak Nomor 1 Bogor 16151

³Sekolah Tinggi MIPA Bogor, Jalan Bangbarung Raya Perumnas Bantarjati Bogor 16152

email : shanty_bptkbr@yahoo.co.id

ABSTRACT

*Optimization of Ash Content on the Synthesize of Vulcanized Jarak Pagar (*Jatropha curcas*) Oil*

*Developments in the preparation of rubber compound formulations should be followed by a rubber compounder, especially in modifying the formula. Rubber compound composed of rubber as an elastomer and its chemical. Each ingredient has a specific function and influence to the properties of rubber articles. The research studied the formulation of vulcanized oil of *Jatropha curcas* to obtain the best quality in terms of ash content. The experiment begins with the characterization of *Jatropha curcas* oil and testing of ash content of each component in the formulation of vulcanized *Jatropha curcas* oil. The results was used as the basis for formulation of vulcanized *Jatropha curcas* oil components. Vulcanized *Jatropha curcas* oil was synthesized at the laboratory scale (100 g oil / batch) at 140°C temperature, agitation speed of 100 rpm, and the variation of dose Na₂CO₃ and ZnO (0.25; 0.50, and 0.75 pho). Vulcanized *Jatropha curcas* oil obtained were analyzed for visualization of physical and chemical properties. The experimental results showed that the lowest of ash content of vulcanized *Jatropha curcas* oil was of 1.24% obtained from the reaction by the addition of 0,25 pho of Na₂CO₃ and 0,50 pho of ZnO. This dose was defined as the optimal dose because it gived the ash content that meets the requirements of commercial vulcanized oil (max 1.5%).*

*Keywords : Rubber compound, elastomer, *Jatropha curcas* oil*

ABSTRAK

Perkembangan teknik formulasi dalam penyusunan kompon karet harus dapat diikuti oleh *rubber compounder* terutama dalam memodifikasi formula tersebut. Kompon karet tersusun atas karet sebagai elastomer dan bahan kimianya. Setiap bahan kimia karet memiliki fungsi dan pengaruh yang spesifik terhadap sifat barang jadi karet. Pada penelitian ini dipelajari formulasi bahan dalam pembuatan minyak ter Vulkanisasi agar diperoleh mutu terbaik ditinjau dari segi kadar abu. Percobaan diawali dengan karakterisasi minyak jarak pagar dan pengujian kadar abu setiap komponen dalam formulasi minyak jarak pagar ter Vulkanisasi. Hasilnya digunakan sebagai dasar penyusunan formulasi komponen minyak jarak pagar ter Vulkanisasi. Minyak jarak pagar ter Vulkanisasi dibuat pada skala laboratorium (100 g minyak/*batch*) pada suhu 140°C, kecepatan pengadukan 100 rpm, dan variasi dosis Na₂CO₃ serta ZnO (0,25; 0,50; dan 0,75 bsm). Minyak jarak pagar yang diperoleh dianalisis visualisasi fisik dan sifat kimianya. Hasil percobaan menunjukkan bahwa kadar abu minyak jarak pagar ter Vulkanisasi terendah sebesar 1,24% diperoleh dari reaksi dengan penambahan 0,25 bsm Na₂CO₃ dan 0,50 bsm ZnO. Dosis ini ditetapkan sebagai dosis optimal karena memberikan kadar abu yang memenuhi persyaratan minyak nabati ter Vulkanisasi komersial (maks 1,5%).

Kata kunci : Kompon karet, elastomer, minyak jarak pagar

PENDAHULUAN

Kompon karet merupakan bahan setengah jadi dalam proses produksi barang jadi karet. Pembuatan kompon karet dikenal dengan istilah *rubber compounding*. Kompon karet pertama kali

dikembangkan oleh Goodyear dan Hancock (Ciesielski, 1999). Pengetahuan tentang kompon karet terus berkembang seiring dengan tuntutan konsumen yang menghendaki spesifikasi mutu tinggi namun berharga murah pada produk barang jadi karet. Oleh karena itu,

keahlian, peran dan pengetahuan seorang *rubber compounder* atau penyusun formulasi kompon karet sangat penting dalam memodifikasi formulasi kompon karet sehingga diperoleh barang jadi karet sesuai persyaratan yang dikehendaki oleh konsumen. Seorang *rubber compounder* harus jeli dalam memilih dan menyeleksi bahan kimia karet. Keberhasilan seorang *rubber compounding* dalam menyusun formula kompon sangat bergantung pada kompatibilitas bahan kimia karet dengan karet dalam setiap tahapan *rubber compounding* (Chandrasekaran, 2010).

Kompon karet tersusun atas elastomer dan bahan kimianya. Satuan komposisi bahan kimia kompon karet alam dinyatakan sebagai *part per hundred rubber* (phr) yang berarti bagian bahan bukan karet per bagian seratus karet (Ciesielski, 1999). Karet alam maupun sintetik dan kombinasi diantara keduanya seringkali diaplikasikan sebagai *base elastomer* pada pembuatan kompon karet. Setiap mutu bahan kimia karet yang ditambahkan saat pembuatan kompon karet memiliki fungsi dan pengaruh yang spesifik terhadap sifat barang jadi karet. Menurut Dick (2001), berdasarkan fungsinya bahan kimia karet dapat digolongkan menjadi 18 bagian dengan bagian yang terpenting dan harus terdapat dalam formulasi kompon karet diantaranya terdiri atas *accelerator* (sebagai bahan pencepat), *antidegradant* (sebagai bahan anti degradasi), *filler* (sebagai bahan pengisi termasuk *extender* dan *reinforcing agent*), *processing materials* (sebagai bahan bantu olah), *vulcanizing agent* (sebagai bahan pembentuk ikatan silang dalam proses vulkanisasi molekul karet) dan *activator* (sebagai bahan pengaktif). Sebagian dari bahan kimia karet berupa senyawa anorganik yang banyak mengandung abu karena tersusun dari senyawa karbonat dan oksida. Kandungan abu yang terlalu tinggi akan menurunkan sifat fisika barang jadi karet.

Faktis merupakan minyak nabati ter vulkanisasi (*vulcanized vegetable oil*) yang berfungsi sebagai bahan bantu olah karet (*rubber processing aid*) (Simpson,

2002). Faktis memiliki beberapa sebutan lain antara lain *rubber substitute* (Hepburn, 1997), *rubber like substance* (Morton, 1959), dan *rubbery product* (Nagdi, 1993). Penamaan tersebut terkait tekstur faktis yang bersifat elastis – kenyal seperti karet. Bahan bantu olah didefinisikan sebagai bahan yang ditambahkan dalam kompon karet pada dosis relatif rendah dapat mempermudah pemrosesan tanpa mempengaruhi sifat kompon secara signifikan (Johnson, 2001). Performa minyak nabati ter vulkanisasi dalam mempermudah pemrosesan ditunjukkan dengan meningkatkan dispersi bahan pengisi dalam kompon serta menurunkan energi saat pengkomponan (Gupta, 1998). Dosis penambahan faktis dalam kompon karet bervariasi sebesar 5 – 30 phr untuk barang cetak dan 15 – 30 phr untuk barang *extrude* misalnya selang (Simpson, 2002).

Minyak nabati ter vulkanisasi dibuat dengan mereaksikan minyak nabati dengan sulfur pada suhu tinggi. Reaksi ini dikenal dengan reaksi vulkanisasi yang membentuk ikatan silang antara trigliserida dalam minyak nabati yang dijembatani oleh bahan pemvulkanisasi dan ditandai dengan terbentuknya gel minyak nabati ter vulkanisasi (Cotton, 1962). Penetapan suhu reaksi bersifat spesifik tergantung pada kandungan asam lemak tak jenuh dalam minyak nabati yang digambarkan dengan nilai bilangan iod. Suhu reaksi vulkanisasi berada pada kisaran 130-150°C (Wake & Loadman, 1986) atau 140-160°C (Hepburn, 1997). Selain suhu penetapan konsentrasi sulfur juga tergantung pada tingkat ketidak-jenuhan minyak yaitu antara 10-20% w/w (Methven, 1991). Minyak nabati sebagai sumber bahan baku dapat berupa minyak nabati maupun hewani dengan bilangan iod lebih besar dari 80 (Simpson, 2002). Faktor harga dan jaminan ketersediaan di masa mendatang turut dipertimbangkan dalam pemilihan bahan baku minyak nabati ter vulkanisasi terutama jika produksi telah dirancang pada skala komersial. Oleh karena itu penggunaan minyak nabati non pangan sebagai bahan baku minyak nabati ter vulkanisasi diperkirakan lebih aman dan menguntungkan karena harga yang lebih

murah dan tidak akan mengganggu pasokan pangan. Minyak nabati dengan bilangan iod yang rendah cenderung berharga murah namun akan membentuk minyak nabati tervulkanisasi yang bertekstur lembek, lengket, dan tidak kenyal sehingga tidak banyak digunakan dalam industri manufaktur barang jadi karet.

Bahan kimia aditif yang ditambahkan dalam pembuatan minyak nabati tervulkanisasi berfungsi untuk menyempurnakan mekanisme reaksi vulkanisasi. Bahan kimia aditif yang ditambahkan dalam sintesis minyak nabati tervulkanisasi terdiri atas bahan pencepat dan bahan pengaktif misalnya iodin, MgO, Na₂CO₃, dan MBT (Ebewele, 2010). Fungsi bahan-bahan tersebut sama dengan saat bahan tersebut ditambahkan dalam proses vulkanisasi molekul karet. Kecuali Na₂CO₃ yang berfungsi sebagai bahan penetral asam lemak bebas dalam minyak nabati. Keberadaan asam lemak bebas dapat menghambat berlangsungnya reaksi vulkanisasi. Konsentrasi bahan aditif selain berpengaruh terhadap mekanisme reaksi maka juga akan berpengaruh pada kualitas minyak tervulkanisasi. Kualitas minyak nabati tervulkanisasi dikarakterisasi melalui uji visualisasi fisik (warna dan tekstur) serta sifat kimia (kadar ekstrak aseton, kadar belerang bebas, kadar abu, dan pH). Dosis penambahan bahan aditif yang tinggi diperkirakan akan meningkatkan kadar abu dalam sintesis minyak nabati tervulkanisasi.

Pada penelitian ini akan dipelajari formulasi bahan dalam pembuatan minyak jarak pagar tervulkanisasi sebagai *processing aid* dalam *rubber compounding* agar diperoleh minyak jarak pagar tervulkanisasi yang memenuhi standar mutu minyak nabati tervulkanisasi komersial terutama ditinjau dari segi kadar abu minyak nabati tervulkanisasi.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Penelitian Balai Penelitian

Teknologi Karet Bogor (saat ini telah menjadi Pusat Penelitian Karet) dimulai pada bulan April sampai bulan Juli 2010. Minyak jarak pagar sebagai bahan baku utama diperoleh dari Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan, Bogor. Untuk bahan kimia aditif (Na₂CO₃, ZnO, ZDEC, dan sulfur) diperoleh dari CV. Indrasari, Bogor. Percobaan diawali dengan analisis bilangan iod dan bilangan asam minyak jarak pagar, serta kadar abu setiap komponen dalam pembuatan minyak jarak pagar tervulkanisasi secara gravimetri. Metode dalam analisis bilangan iod dan bilangan asam mengacu pada SNI 01-3555 1998). Hasil pengujian kadar abu setiap pereaksi dan aditif diperlukan sebagai dasar menetapkan formulasi komponen penyusun minyak jarak pagar tervulkanisasi.

Percobaan dalam pembuatan minyak jarak pagar tervulkanisasi dilakukan pada skala laboratorium berkapasitas 100 gram minyak/*batch*. Formulasi komposisi bahan ditetapkan sebagai berikut : minyak jarak pagar 100 bsm (berat seratus minyak), Na₂CO₃ (0,25; 0,50; dan 0,75 bsm), ZnO (0,25; 0,50; dan 0,75 bsm), ZDEC 1 bsm, dan sulfur 30 bsm. Reaksi vulkanisasi dijalankan pada suhu 140°C dan kecepatan pengadukan skala 5/10 (100 rpm). Minyak jarak pagar direaksikan dengan Na₂CO₃ selama kenaikan suhu dari suhu kamar hingga tercapai suhu reaksi, 140°C. Selanjutnya bahan kimia ditambahkan dengan urutan ZnO, ZDEC, dan sulfur. Perubahan fasa dan suhu reaksi diamati selama reaksi vulkanisasi berlangsung. Saat akhir reaksi, minyak jarak pagar tervulkanisasi didinginkan agar memadat. Padatan minyak jarak pagar yang diperoleh digerus menjadi serbuk kemudian dianalisis visualisasi fisik (warna), tekstur dan sifat kimianya meliputi kadar ekstrak aseton, kadar sulfur bebas, kadar abu, dan pH. Pengujian kadar ekstrak aseton mengikuti prosedur dalam ASTM D 297 – 93. Sedangkan prosedur dalam pengujian kadar abu mengacu pada ASTM 1278 – 76.

Tabel 1. Spesifikasi Minyak Jarak Pagar

Spesifikasi	Nilai	
	Hasil analisis	Teoritis*
Bilangan Iod	86,31	96,5
Bilangan Asam	3,38	4,75

*sumber : Hambali dkk (2006)

HASIL & PEMBAHASAN

Analisis Spesifikasi Minyak Jarak Pagar

Analisis spesifikasi minyak jarak pagar bertujuan untuk mengetahui kelayakan minyak jarak pagar sebagai bahan baku minyak nabati tervulkanisasi. Analisis spesifikasi minyak jarak pagar meliputi bilangan iod dan bilangan asam minyak. Hasil analisis disajikan pada Tabel 1.

Carrington (1962) dalam Puspitasari dkk (2009) menyatakan bahwa syarat utama minyak nabati dapat digunakan sebagai bahan baku faktis adalah minyak nabati tersebut mempunyai bilangan iod yang tinggi antara 80-185, kandungan asam lemak jenuhnya kurang dari 5%, dan memiliki asam *polyolefine* lain disamping asam linoleat. Berdasarkan Tabel 1 dapat diketahui bahwa minyak jarak pagar layak digunakan sebagai bahan baku minyak nabati tervulkanisasi karena memiliki bilangan iod sebesar 86,31. Bilangan iod menggambarkan tingkat ketidak-jenuhan asam lemak dalam minyak dan lemak. (Pangabean, 2009). Semakin tinggi bilangan iod, semakin tinggi tingkat ketidak-jenuhan atau semakin banyak kandungan ikatan rangkap dalam rantai molekul asam lemak. Ikatan rangkap tersebut yang akan diadisi oleh sulfur dalam pembentukan minyak nabati tervulkanisasi. Nilai bilangan iod hasil pengujian lebih rendah daripada nilai teoritis. Hal ini diperkirakan karena adanya perbedaan klon tanaman jarak dan

masa penyimpanan yang sudah terlalu lama.

Bilangan asam menunjukkan jumlah asam bebas dalam minyak. Minyak jarak pagar memiliki bilangan asam yang relatif rendah sebesar 3,38 (Tabel 1). Keberadaan asam lemak bebas dikhawatirkan dapat mengganggu jalannya reaksi vulkanisasi minyak jarak pagar sehingga kadar asam lemak bebas harus serendah mungkin. Asam lemak bebas dalam minyak jarak pagar akan dinetralkan dengan Na_2CO_3 sebelum bahan pereaksi lain (ZnO, ZDEC, dan sulfur) ditambahkan ke dalam minyak jarak pagar.

Pengujian Kadar Abu Komponen Minyak Jarak Pagar Tervulkanisasi

Kadar abu dari setiap komponen dalam komposisi bahan kimia penyusun minyak jarak tervulkanisasi akan menentukan kadar abu minyak jarak pagar tervulkanisasi secara keseluruhan. Kadar abu dari setiap komponen ditunjukkan pada Tabel 2. Hasil dari pengujian kadar abu setiap komponen digunakan sebagai basis perhitungan teoritis kadar abu minyak jarak pagar tervulkanisasi pada setiap dosis Na_2CO_3 dan ZnO. Tabel 3 mengidentifikasi hasil perhitungan kadar abu teoritis minyak jarak pagar tervulkanisasi.

Tabel 2. Kadar Abu Komponen Penyusun Minyak Jarak Pagar Tervulkanisasi

Pereaksi	Kadar Abu, %
Minyak jarak pagar	0,05 = 0,05
Na ₂ CO ₃	89,55 = 89,6
ZnO	98,68 = 98,7
ZDEC	19,98 = 20,0
Sulfur	0,19 = 0,20

Tabel 3. Perhitungan Teoritis Kadar Abu dalam Minyak Jarak Pagar Tervulkanisasi

ZnO, bsm	Na ₂ CO ₃ , bsm			
	0	0,25	0,50	0,75
0	0,24	0,41	0,59	0,76
0,25	0,43	0,61	0,78	0,96
0,50	0,63	0,80	0,98	1,15
0,75	0,82	1,00	1,17	1,34

Dari Tabel 2 dapat diketahui bahwa senyawa penyebab abu terbesar berasal dari Na₂CO₃, ZnO dan ZDEC. Senyawa Na₂CO₃ mengandung karbonat sedangkan ZnO mengandung oksida dalam struktur molekulnya yang berperan sebagai sumber abu setelah melalui proses pembakaran. Kadar abu dalam minyak jarak pagar yang digunakan dalam penelitian cukup rendah (0,05%). Hal ini berarti bahwa minyak jarak pagar tidak banyak mengandung pengotor berupa garam – garam mineral yang telah dipisahkan pada tahap *refinery* minyak.

Berdasarkan Tabel 3 terlihat bahwa peningkatan dosis Na₂CO₃ dan ZnO menyebabkan kenaikan kadar abu teoritis dalam minyak jarak pagar tervulkanisasi. Dari seluruh dosis yang diperhitungkan, menunjukkan bahwa kadar abu teoritis minyak jarak pagar tervulkanisasi memenuhi persyaratan minyak nabati tervulkanisasi (*brown factice*) komersial. Syarat kadar abu dalam minyak nabati tervulkanisasi sebesar maks 1,5%. Dalam percobaan ditetapkan dosis Na₂CO₃ dan ZnO hanya sebesar 0,25; 0,50; dan 0,75 bsm.

Dosis Na₂CO₃ dan ZnO sebesar 0 bsm tidak diterapkan dalam percobaan pembuatan minyak jarak pagar tervulkanisasi, karena kedua senyawa tersebut memiliki fungsi penting dalam pembentukan minyak jarak pagar tervulkanisasi. Na₂CO₃ berfungsi sebagai pengatur pH (pH regulator) untuk menjaga kestabilan kondisi basa, menetralkan asam lemak bebas dalam minyak, dan membentuk tekstur berpori seperti spons pada minyak jarak pagar tervulkanisasi. Sedangkan fungsi ZnO terlihat dalam mekanisme reaksi vulkanisasi minyak jarak pagar sebagai *activator* yang mengaktifkan kerja *accelerator* (ZDEC) sehingga reaksi vulkanisasi berjalan lebih mudah dan cepat.

Pembuatan Minyak Jarak Pagar Tervulkanisasi Pada Skala Laboratorium

Pengamatan pada reaksi vulkanisasi pembentukan minyak jarak pagar tervulkanisasi difokuskan pada waktu reaksi, perubahan fasa minyak

jarak pagar dan perubahan suhu (dari suhu reaksi hingga tercapai suhu eksotermis tertinggi). Rendemen atau *yield* minyak jarak pagar tervulkanisasi turut diperhitungkan pada akhir reaksi. Hasil pengamatan diuraikan pada Tabel 4.

Waktu reaksi vulkanisasi pada skala laboratorium berada pada kisaran 25–65 menit. Perbedaan waktu reaksi yang nyata ditunjukkan pada reaksi dengan penambahan Na_2CO_3 0,25 bsm dan ZnO 0,50 bsm. Waktu reaksi berkaitan erat dengan laju reaksi. Menurut Hukum Arrhenius laju reaksi dipengaruhi oleh suhu dan konsentrasi reaktan (dalam reaksi ini dianalogkan dengan kadar asam lemak tak jenuh dalam minyak jarak pagar dan dosis penambahan sulfur). Pada semua kondisi percobaan kedua parameter ditetapkan konstan. Namun pada reaksi vulkanisasi, laju reaksi vulkanisasi turut dipengaruhi oleh dosis *activator* (ZnO). Peningkatan dosis ZnO diikuti dengan kenaikan laju reaksi. Hal ini terjadi pula pada peningkatan dosis Na_2CO_3 . Dosis Na_2CO_3 yang semakin besar maka semakin banyak asam lemak bebas dalam minyak yang ternetralisasi sehingga faktor pengganggu reaksi vulkanisasi dapat diminimalisasi.

Reaksi vulkanisasi pembentukan minyak jarak pagar tervulkanisasi merupakan reaksi eksotermis. Suhu

eksotermis tertinggi 194°C dihasilkan pada reaksi vulkanisasi dengan dosis Na_2CO_3 0,75 bsm dan ZnO 0,5 bsm. Sedangkan suhu eksotermis terendah 156°C diperoleh pada reaksi dengan dosis Na_2CO_3 0,50 bsm dan ZnO 0,75 bsm. Suhu eksotermis yang tinggi menunjukkan bahwa pembentukan ikatan silang antar trigliserida dalam minyak jarak pagar yang dijumpai oleh sulfur semakin banyak. Saat tercapai suhu eksotermis tertinggi, terjadi pula pemuaian volume minyak jarak pagar hingga mencapai 2 – 3 kali volume awal. Perubahan fasa dan warna minyak jarak pagar mengiringi perubahan suhu reaksi. Pada awal reaksi, minyak jarak berwarna kuning jernih – encer, selanjutnya karena penambahan bahan kimia warna minyak jarak pagar berubah menjadi kuning keruh yang mulai mengental. Terbentuknya gel minyak jarak pagar tervulkanisasi ditandai dengan wujud minyak yang berubah menjadi pasta coklat yang sangat kental (Puspitasari, 2009). Pasta minyak jarak pagar tervulkanisasi akan memadat setelah mengalami pendinginan hingga suhu mencapai suhu ruang. Pada reaksi vulkanisasi terbentuk hasil samping berupa gas H_2S . Gas H_2S turut menyebabkan minyak jarak pagar tervulkanisasi memiliki tekstur berpori.

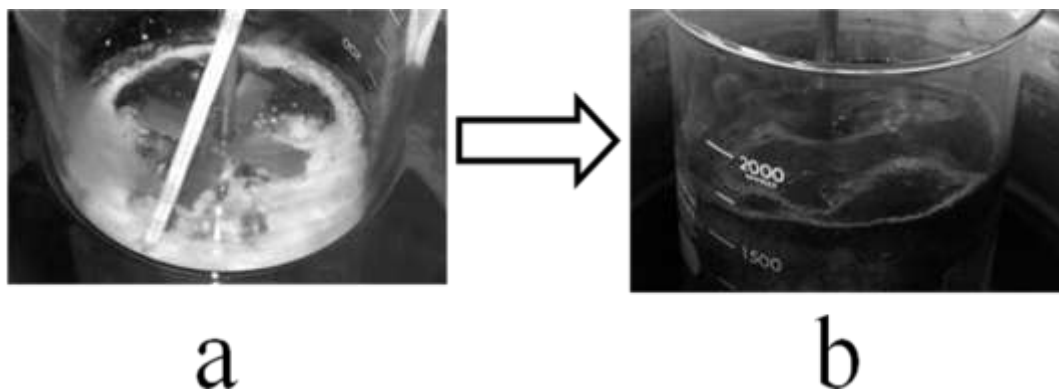
Tabel 4. Kondisi Reaksi Vulkanisasi Pembentukan Minyak Jarak Pagar Tervulkanisasi

Dosis, bsm		Kondisi Reaksi		Rendemen %
Na_2CO_3	ZnO	t, menit	T eksotermis tertinggi, °C	
0,25	0,25	30	186	82
	0,50	0,50	180	89
		0,75	65	164
0,50	0,25	35	192	92
	0,50	29	164	93
	0,75	40	156	76
0,75	0,25	35	164	83
	0,50	35	194	90
	0,75	25	178	84

Rendemen hasil minyak jarak pagar tervulkanisasi bergantung pada faktor internal yaitu kesempurnaan reaksi dan faktor eksternal yang berhubungan dengan keahlian teknisi saat mengeluarkan minyak jarak tervulkanisasi dari dalam reaktor. Minyak jarak pagar yang baik bertekstur kenyal namun tidak keras maupun lengket sehingga mudah dikeluarkan dari dalam reaktor. Hasil percobaan menunjukkan bahwa reaksi berjalan sempurna, dapat menghasilkan minyak jarak pagar tervulkanisasi berkualitas baik, sehingga diperoleh rendemen yang tinggi antara 76 – 93%.

Identifikasi Mutu Minyak Jarak Pagar Tervulkanisasi

Mutu minyak jarak pagar tervulkanisasi dikategorikan berdasarkan spesifikasi visual dan sifat kimianya. Spesifikasi visual diukur berdasarkan warna dan tekstur minyak jarak pagar tervulkanisasi. Analisis sifat kimia mencakup kadar ekstrak aseton, kadar sulfur bebas, kadar abu dan pH. Hasil identifikasi visual minyak jarak pagar tervulkanisasi disajikan pada Tabel 5.



Gambar 1. Perubahan Fasa Minyak Jarak Pagar saat Reaksi Vulkanisasi (a) Awal Reaksi (Netralisasi Minyak), (b) Saat Suhu Eksotermis Tertinggi

Tabel 5. Spesifikasi Visual Minyak Jarak Pagar Tervulkanisasi

Dosis, bsm		Warna & Tekstur
Na ₂ CO ₃	ZnO	
0,25	0,25	Coklat tua, kenyal, elastis
	0,50	Coklat hitam, kenyal, elastis
	0,75	Coklat tua, kenyal, elastis
0,50	0,25	Coklat tua, kenyal, elastis
	0,50	Coklat tua, kenyal, elastis
	0,75	Coklat tua, kenyal, elastis
0,75	0,25	Coklat tua, kenyal, elastis
	0,50	Coklat tua, kenyal, elastis
	0,75	Coklat, kenyal, elastis

Warna minyak jarak pagar tervulkanisasi bervariasi pada coklat, coklat tua/gelap, hingga coklat kehitaman. Warna minyak jarak pagar tervulkanisasi tergantung pada suhu reaksi vulkanisasi, dosis penambahan sulfur, dan tingkat bilangan iod (Puspitasari, 2009) yang sangat menentukan mekanisme reaksi vulkanisasi. Warna minyak jarak pagar tervulkanisasi tergelap terjadi pada reaksi vulkanisasi terlama (180 menit, Tabel 4) sebaliknya warna tercerah diperoleh dari reaksi tercepat (25 menit, Tabel 4). Meskipun memiliki warna yang bervariasi, namun semua minyak jarak pagar tervulkanisasi bertekstur kenyal, elastis seperti karet.



Gambar 2. Minyak Jarak Pagar Tervulkanisasi

Loganathan (1998) mendeskripsikan bahwa derajat vulkanisasi dan banyaknya bagian trigliserida dari minyak nabati yang tidak tervulkanisasi ditunjukkan oleh analisis kadar ekstrak aseton. Kadar ekstrak aseton minyak jarak pagar tervulkanisasi cukup rendah sebesar 26,90–30,23%. Nilai tersebut mengategorikan minyak jarak pagar tervulkanisasi sebagai minyak nabati tervulkanisasi komersial grade II (kadar ekstrak aseton, 20–35%) (Erhan & Kleiman, 1990). Rendahnya ekstrak aseton menandakan bahwa minyak jarak pagar tervulkanisasi yang dihasilkan bersifat non termoplastik yang baik. Sifat

non termoplastik memungkinkan komponen yang mengandung minyak tervulkanisasi memiliki kemantapan ukuran/bentuk yang relatif tinggi terutama terhadap pengaruh panas, baik panas yang timbul selama pengukuran panas vulkanisasi (Maspanger, 1987). Hasil pengujian kadar ekstrak aseton minyak jarak pagar tervulkanisasi ditunjukkan pada Gambar 3.

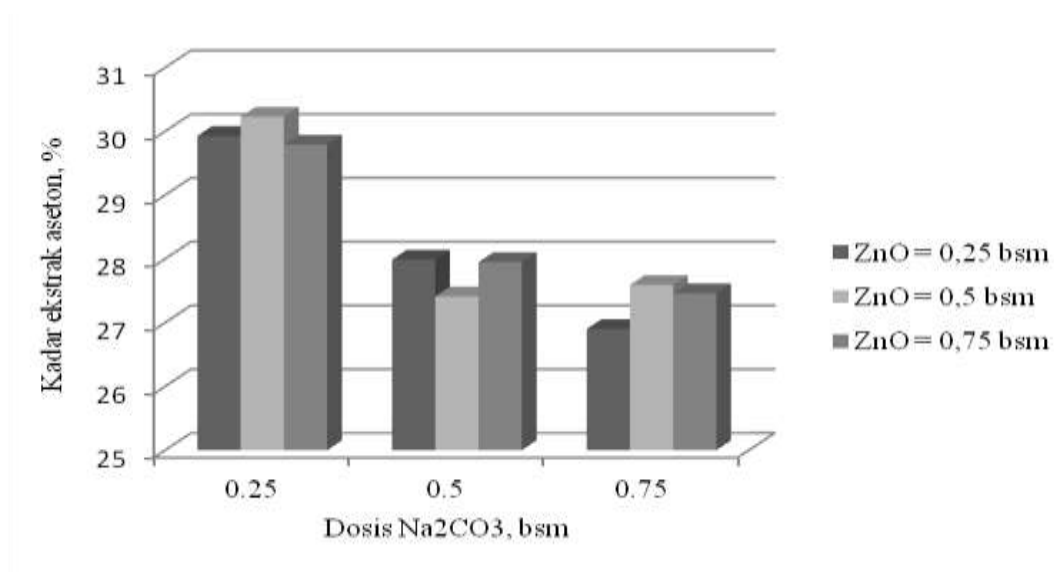
Kadar sulfur bebas dalam minyak jarak pagar tervulkanisasi (Gambar 4) jauh lebih tinggi dibandingkan dengan persyaratan komersial yang hanya sebesar maks $1,5 \pm 0,5\%$. Tingginya kadar sulfur bebas disebabkan oleh penambahan sulfur yang sangat berlebihan sehingga banyak sulfur yang tidak bereaksi membentuk ikatan silang dengan trigliserida. Kadar sulfur bebas yang semakin tinggi mengakibatkan minyak jarak pagar tervulkanisasi menjadi semakin kental dan menggelapkan warnanya. Bahkan saat minyak jarak pagar tervulkanisasi dengan kadar sulfur bebas tinggi ditambahkan dalam formulasi komponen barang jadi karet (BJK) dapat menimbulkan kerugian antara lain terjadi *overcuring* (vulkanisasi lanjut), sulfur *blooming*, dan menurunkan *tensile strength* BJK.

Seluruh minyak jarak pagar tervulkanisasi yang berhasil disintesis bersifat basa ($\text{pH} = 8-10$). pH minyak jarak pagar tervulkanisasi dibentuk oleh kandungan asam lemak bebas dalam minyak jarak pagar dan dosis penambahan Na_2CO_3 . Semakin tinggi dosis Na_2CO_3 yang ditambahkan dalam formulasi pembuatan minyak jarak pagar tervulkanisasi maka nilai pH cenderung bergerak ke arah basa kuat. Hal ini disebabkan oleh rendahnya kandungan asam lemak bebas dalam minyak jarak pagar sehingga pada reaksi netralisasi minyak jarak pagar banyak terdapat sisa Na_2CO_3 . Na_2CO_3 pada keadaan tertentu bersifat basa (adanya ion $\text{Na} = \text{alkali}$). Secara lengkap data hasil pengujian pH minyak jarak pagar tervulkanisasi ditunjukkan pada Gambar 5.

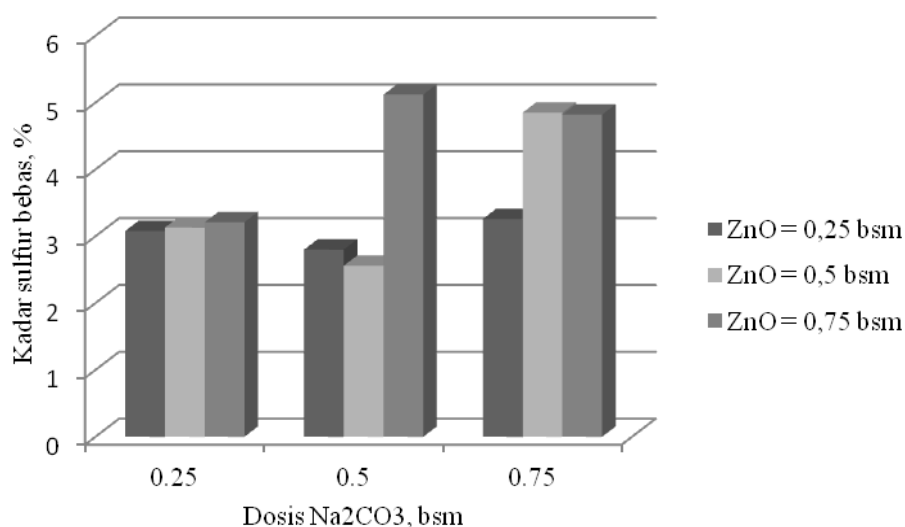
Sebagian besar kadar abu minyak jarak pagar tervulkanisasi tidak memenuhi persyaratan minyak nabati tervulkanisasi komersial sebesar maks 1,5%. Nilai kadar

abu terendah (1,24%) dihasilkan dari reaksi dengan penambahan Na_2CO_3 dan ZnO masing-masing 0,25 bsm dan 0,50 bsm. Tingginya kadar abu dalam minyak jarak pagar diperkirakan disebabkan oleh reaksi netralisasi minyak jarak pagar yang tidak berjalan sempurna sehingga *excess* Na_2CO_3 menjadi tinggi. Kurang sempurna reaksi vulkanisasi turut menyebabkan ZnO

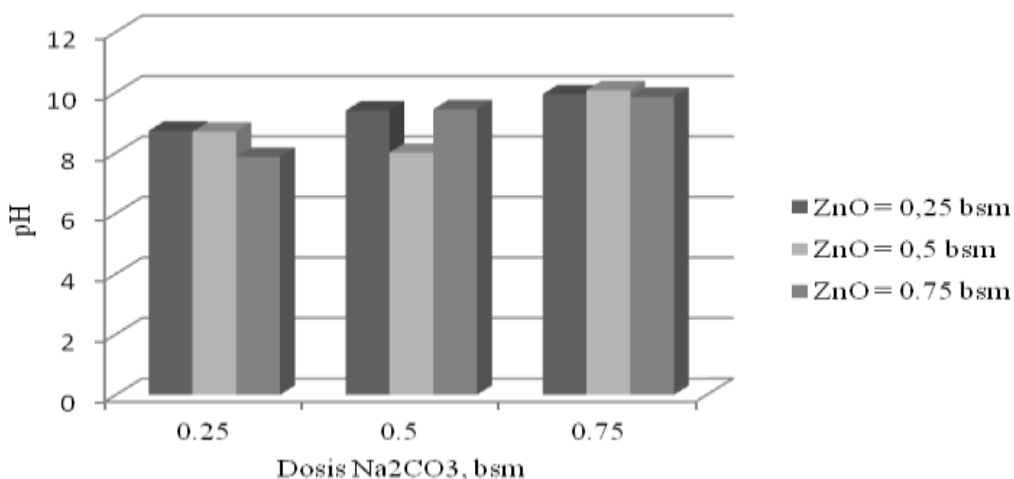
tidak dapat berkerja dengan optimal. Ketidak-sempurnaan reaksi vulkanisasi diakibatkan oleh kurang terkendalinya pengaturan suhu reaksi. Reaktor skala laboratorium yang digunakan tidak dilengkapi dengan alat pengendali suhu. Sisa Na_2CO_3 dan ZnO yang tidak bereaksi akan terbakar menjadi abu saat analisis kadar abu.



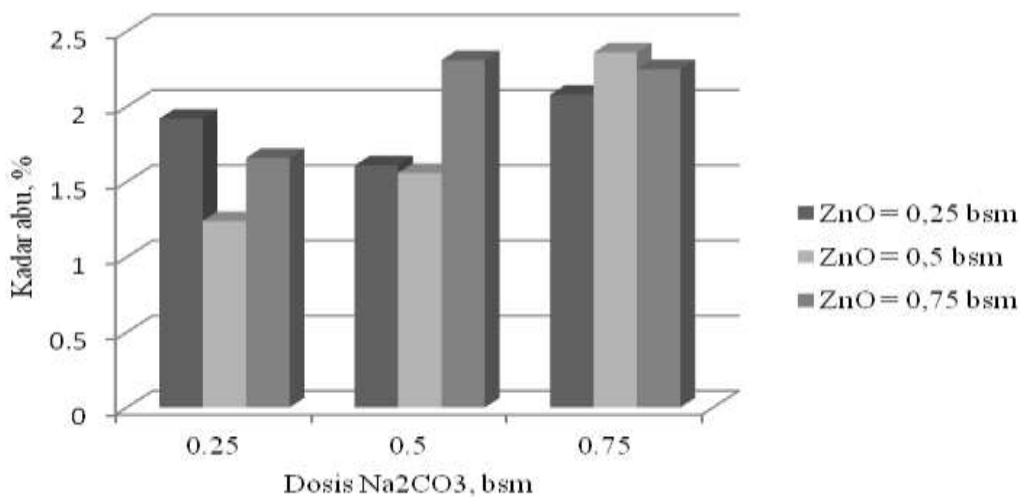
Gambar 3. Kadar Ekstrak Aseton Minyak Jarak Pagar Tervulkanisasi



Gambar 4. Kadar Sulfur Bebas Minyak Jarak Pagar Tervulkanisasi



Gambar 5. Nilai pH minyak jarak pagar tervulkanisasi



Gambar 6. Kadar Abu Minyak Jarak Pagar Tervulkanisasi

KESIMPULAN

Formulasi bahan kimia dalam pembuatan minyak jarak pagar tervulkanisasi pada skala laboratorium berkapasitas 100 gram minyak jarak pagar/*batch* yang dapat memberikan kadar abu sesuai dengan persyaratan minyak nabati tervulkanisasi (faktis coklat) komersial diperoleh pada dosis penambahan Na₂CO₃ sebesar 0,25 bsm dan

ZnO sebesar 0,50 bsm. Dosis ini ditetapkan sebagai dosis optimal dalam reaksi minyak jarak pagar tervulkanisasi.

DAFTAR PUSTAKA

Carrington, J. H., 1962, *Manufacture and testing of Factice*. National College of Rubber Technology, London.

- Chandrasekaran, V. C., 2010, *Rubber for Construction Material for Corrosion Protection. A Comprehensive Guide for Process Equipment Designers*. p. 11, Scrivener Publishing LLC, USA.
- Ciesielski, A., 1999, *An Introduction to Rubber Technology*. P. 31 – 32, Rapra Technology Limited, Shropshire, United Kingdom.
- Cotton, F. H., 1962, *Factice as an Aid to Productivity in the Rubber Industry*, Reid Stationary Co Ltd, Manchester, United Kingdom.
- Dick, J. S., 2001, *Rubber Technology : Compounding and Testing for Performance*, p. 3 – 4, Hanser Gardner Publications Inc, Ohio, USA.
- Ebewele, R. O., A. F. Iyayi, and F. K. Hymore, 2010, *Synthesis and Characterization of Vulcanized Vegetable Oil from Rubber Seed Oil*, *Research Journal of Agricultural and Biological Science*, 6(4) : 552 – 556, INSI net Publication, Nigeria.
- Erhan, S. M., and R. Kleiman, 1990, *Vulcanized Meadowfoam Oil*, *JAACS* Vol 6, No 10, www.ddr.nal.usda.gov accessed on 28 September 2011.
- Gupta, B. R., 1998, *Rubber Processing On Two Roll Mill*, p. 157, Allied Publisher Limited, India.
- Hambali, E., S. Mujdalipah, G. Sulistiyanto, dan T. Lesmana, 2006, *Diversifikasi Produk Olahan Jarak Pagar dan Kaitannya Dengan Corporate Social Responsibility (CSR) Perusahaan Swasta di Indonesia*, Eka Tjipta Foundation, Bogor. www.mediaindo.co.net
- Hepburn, C., 1997, *Rubber Compounding Ingredients : Need, Theory, and Innovation Part II Volume 9 Number 1*, Rapra Technology Ltd, United Kingdom.
- Johnson, P. S., 2001, *Rubber Processing : An Introductio*, p. 62, Hanser Gadner Publication Ins, USA.
- Maspanger, D. R., 1987, *Faktis Minyak Biji Karet Sebagai Bahan Pembantu Proses Pembuatan Barang Karet, Menara Perkebunan:80 – 83*, Balai Penelitian Perkebunan Bogor, Bogor.
- Methven, J. M., 1991, *Tyretch '90 : papers from a two-day seminar, 5th–6th November 1990*. Rapra Technology Limited. Page 8. Current Developments in Materials Technology and Engineering Report 43. Polymeric Materials from Renewable Resources. Vol 4 No 7, Pergamon Press.
- Morton, M., 1959, *Introduction to Rubber Technology*, Reinhold Publishing Company, New York, USA.
- Nagdi, K., 1993, *Rubber as an Engineering Material : Guideline For User*, p. 10, Hanser Publishing, Germany.
- National Research Council, 1985, *Jojoba : New Crop for Arid Land New Raw Material for Industry*, National Academy Press, Washington D. C.
- Pangabea, A. G., 2009, *Penentuan Bilangan Iodin Dalam Crude Palm Stearin dan Refined Bleach Deodorized Palm Stearin*, Tugas Akhir, FMIPA Program D-III Kimia Analisis, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Puspitasari, S., dkk, 2009, *Pembuatan Faktis Coklat Dari Minyak Jarak Pagar Menggunakan Reaktor*

- Skala Semi Pilot, Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan" Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia*, hal. B01 – 1 – B01 – 6, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Yogyakarta, Yogyakarta.
- Puspitasari, S., dkk, 2009, *Sintesis dan Aplikasi Faktis Coklat Minyak Jarak Pagar (Jatropha curcas) Dalam Vulkanisat Karet, Prosiding Seminar Nasional ke 43 Kimia Dalam Industri Dan Lingkungan*, hal. 53 – 60, Jaringan Kerjasama Kimia Indonesia, Yayasan Media Kimia Utama, Yogyakarta.
- Simpson, R. B., 2002, *Rubber Basics*, p. 133, Rapra Technology Ltd, United Kingdom.
- Wake, W. C., B. K.Tidd and M. J. R. Loadman, 1986, *Analysis of Rubber and Rubber Like Polymer, 3rd ed.*, Applied Science Publisher, London, United Kingdom.