

STUDI PRODUKSI PEREKAT UNTUK SEPATU KANVAS DARI KOPOLIMER LATEKS KARET ALAM METIL METAKRILAT (NRL-g-PMMA)

Marga Utama¹, Sudirman² dan Penny Setyowati³

¹*Puslitbang Teknologi Isotop dan Radiasi (P3TIR) - BATAN*

Jl. Cinere, Pasar Jum'at, Jakarta 12440

²*Puslitbang Iptek Bahan (P3IB) - BATAN*

Kawasan Puspipetek, Serpong, Tangerang 15314

³*Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Industri Barang Kulit, Karet dan Plastik*

Jl. Sukonandi No 9, Yogyakarta 55166

ABSTRAK

STUDI PRODUKSI PEREKAT UNTUK SEPATU KANVAS DARI POLIMER LATEKS KARET ALAM - METIL METAKRILAT (NRL-g-PMMA). Optimasi proses kopolimerisasi radiasi metil metakrilat (MMA) ke dalam lateks kebun pada dosis 5; 7,5 dan 10 kGy dengan kadar MMA: 25, 50, 75, dan 100 psk serta optimasi proses perekatan pada pembuatan sepatu kanvas telah dikerjakan. Sifat *NRL-g-MMA* dan film karetnya antara lain: kadar, kandungan padatan, kekentalan, pH, modulus, tegangan putus, kekerasan, perpanjangan putus, dan daya rekat pada pembuatan sepatu kanvas telah dievaluasi. Hasilnya menunjukkan bahwa *NRL-g-MMA* berkadar 75 psk MMA, dan berdosisi radiasi 5 kGy merupakan perekat sepatu kanvas yang stabil dalam penyimpanan. Daya rekat *NRL-g-MMA* tersebut adalah 16-8 N/6mm, melebihi persyaratan standar SNI 12-0172-1987 yang nilainya 10 N/6mm. Di samping itu ada kecenderungan, bahwa daya rekat yang dihasilkan pada proses perekatan suhu rendah (30-50 °C) lebih kuat dari pada suhu tinggi (100 °C).

Kata Kunci : Lateks karet alam, metil metakrilat, perekat sepatu kanvas.

ABSTRACT

STUDY ON THE PRODUCTION OF KANVAS SHOES ADHESIVE FROM NATURAL RUBBER LATEX GRAFTED WITH METHYL METHACRYLATE (NRL-g-PMMA) COPOLYMER. The optimization condition of radiation copolymerization of MMA into natural rubber latex at the dose of radiation: 5; 7.5 and 10 kGy with concentration of MMA 25; 50; 75; and 100 phr (Part Hundred Ratio of Rubber) expectially and optimization condition of the at adhesive process all the production of canvas shoes have been carried out. The properties of *NRL-g-MMA* and its rubber such as total solid contain, viscosity, pH, modulus, tensile, strenght, hardnes, elongation at break, and adhesive strenght for producing canvas shoes where evaluated. The at adhesive results show that *NRL-g-MMA* with the 75 phr of MMA and irradiation dose 5 kGy is adhesive will good stability during storage. The adhesive strength of shoes its 16-18 N/6mm, more here than SNI 12-0172-1987 with the value 10N/6mm. Beside there is a tendency that adhesive strengt of product shoes at rome temperature (30-50 °C), stronger than at high temperature (100 °C).

Key words : Natural rubber latex, methyl methacrylate, canvas shoes adhesive.

PENDAHULUAN

Saat ini, perekat yang digunakan untuk sepatu kanvas adalah kompon lateks alam yang divulkanisasi adanya belerang. Cara membuat kompon lateks ini adalah, lateks pekat dicampur dengan dispersi belerang (bahan vulkanisator), seng oksida (bahan penggiat belerang), ZDBC (seng dietil ditio karbamat sebagai bahan pemercepat), kemudian dipanaskan dalam suhu 40 °C selama 24-48 jam. Kompon yang sudah dipanaskan dapat disimpan dalam ruang dengan suhu 25-30 °C selama 1-2 minggu [1-2].

Beberapa peneliti melaporkan bahwa sepatu kanvas yang menggunakan kompon lateks alam yang divulkanisasi dengan perekat belerang sudah mulai dilarang, karena mengandung senyawa nitrosamin (senyawa nitroso yang menyebabkan penyakit kanker yang berasal dari bahan pemercepat senyawa karbamat misalnya ZDBC) yang dapat masuk ke dalam tubuh, melalui pemakaian sepatu kanvas tersebut [3-4].

Disamping mengandung nitrosamin, kompon tersebut juga beracun, dan mengandung protein yang

menyebabkan alergi pada kulit manusia. Protein yang menyebabkan alergi tersebut adalah protein larut air (*extractable protein*), dengan berat molekul 14,6 kDa. Sementara itu, berat molekul poliisoprena karet alam antara 500-2000 kDa [5-6].

Beberapa usaha untuk mengatasi hal tersebut telah dilakukan antara lain menghindari pemakaian bahan pemercepat senyawa karbamat, diganti dengan senyawa guanidin misalnya MBT (*Mercapto Benzothiazole*), ZMBT (*Zeng Mercapto Benzothiazole*) [7-8].

Usaha lain untuk mengatasi hal tersebut adalah pemakaian kopolimer lateks karet alam metil metakrilat yang dinotasikan dengan nama *NRL-g-PMMA*. Karena dengan menggunakan kopolimer lateks karet alam, disamping tidak mengandung senyawa nitrosamin, juga kopolimer lateks ini tidak beracun, dan diharapkan protein yang menyebabkan alergi pada manusia berkurang [9-10].

Oleh karena sifat lateks dari kopolimer *NRL-g-PMMA* relatif sama dengan kompon lateks alam yang divulkanisasi dengan belerang, maka pada Tabel 1 disajikan hasil penelitian tentang produksi kopolimer lateks *NRL-g-PMMA* untuk perekat sepatu kanvas, dengan hipotesis bahwa kopolimer lateks karet alam tersebut memiliki daya rekat antara kanvas dan *focsing* (terbuat dari lembaran vulkanisat karet alam) cukup kuat, sehingga dapat digunakan untuk perekat sepatu kanvas.

Tabel 1. Sifat lateks dan film karet dari *NRL-g-PMMA* dan lateks alam vulkanisasi belerang untuk perekat sepatu kanvas.

Sifat	<i>NRL-g-PMMA</i>	Vulkanisasi Belerang
Lateks		
- pH	9.3 - 9.5	9.4 - 9.7
- Viskositas, cP	30 - 60	30 - 60
- Kadar Padatan, %	44 - 46	44 - 46
- Kadar Amonia, %	0.6	0.7
Film karet		
- Modulus 600%	2.1	0.7
- Tegangan Putus, MPa	220	22
- Perpanjangan Putus, %	700	1000
- Kekerasan	42	24

Adapun tujuan penyajian hasil penelitian ini, mencari kondisi optimum proses produksi lateks *NRL-g-PMMA* agar supaya dapat digunakan untuk perekat sepatu kanvas yang bebas nitrosamin, dan tidak beracun di pabrik sepatu.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Metil metakrilat teknis produksi PT. Pardik Jaya, Tangerang, Indonesia. Lateks kebun dari perkebunan Jalupang, PTP VIII, Subang, Bandung. KOH teknis, dan beberapa bahan untuk sepatu kanvas yaitu: kanvas dan vulkanisat karet alam.

Alat

Irradiator panorama gamma cobalt-60 berkapasitas 80 kCi keluaran tahun 1990, peralatan pres dingin dan panas merk TOYOSEIKI, *Instron Tester Model 1000*, *Viskonic viskometer*, serta peralatan yang digunakan untuk mengukur kadar padatan.

Metode

Dalam penelitian ini dilakukan tiga tahap percobaan yaitu: produksi *NRL-g-PMMA*, proses perekatan pada pembuatan sepatu kanvas, karakterisasi perekat yang terbaik untuk uji coba skala pabrik dengan cara kerja sebagai berikut :

Produksi *NRL-g-MMA*

Satu liter lateks kebun berkadar padatan jumlah 25%, ditambah dengan 75% emulsi MMA, sebanyak 25, 50, 75 atau 100 psk. Campuran tersebut diiradiasi pada dosis: 5; 7,5; atau 10 kGy dengan menggunakan iradiator panorama gamma Co-60 yang berkecepatan dosis 1,2 kGy/jam. Lateks *NRL-g-MMA* yang dihasilkan diuji sifat lateks dan film karetnya, yaitu kadar padatan jumlah (KPJ), kekentalan, pH, modulus, tegangan putus, perpanjangan putus dan kekerasan yang prosedurnya disesuaikan dengan standar ASTM [11-12]. Untuk menghitung derajat konversi (DK), dan kandungan polimer (KP) digunakan rumus :

$$DK = \frac{(B_1 - B_0)}{B_2} \times 100$$

$$KP = \frac{(B_1 - B_0)}{B_0} \times 100$$

Dimana; B0 = berat awal karet, B1 = berat *NRL-g-MMA* yang dihasilkan, B2 = berat MMA yang ditambahkan. *NRL-g-MMA* ini siap digunakan untuk perekat sepatu kanvas [13].

Proses Perekatan Pada Pembuatan Sepatu Kanvas

NRL-g-PMMA yang telah diproduksi tersebut diuji daya rekatnya dengan cara sebagai berikut: lembaran kain kanvas dan film kompon karet yang biasa digunakan untuk sol sepatu kanvas masing-masing berukuran 2,5 x 10 cm², diulas dengan perekat *NRL-g-PMMA*, dibiarkan di udara bebas selama 5 menit, kemudian permukaan lembaran yang berperekat tersebut direkatkan satu sama lain, dipres dingin dan panas pada tekanan 5 kg/cm² dan dengan suhu 30 °C, 70 °C, 100 °C, 120 °C dan 150 °C, selama 3 menit. Kemudian lembaran kain kanvas dan karet yang saling melekat setelah dikondisikan pada suhu 25 °C selama 24 jam, diuji daya rekatnya dengan menggunakan *Instron Tester*, pada kecepatan penarikan 25 cm/menit.

Studi Produksi Perekat Untuk Sepatu Kanvas Dari Kopolimer Lateks Karet Alam-Metil Metakrilat (NRL-g-PMMA) (Marga Utama)

Perekat yang memiliki daya rekat maksimum digunakan untuk pembuatan sepatu kanvas skala pabrik dengan cara sebagai berikut: sebelum dilakukan pengesolan dan pemasangan *focksing*, masing-masing bagian sepatu yang terdiri dari bagian kudungan, sol luar dan *focksing*, diolesi dengan perekat *NRL-g-PMMA*, kemudian dilewatkan melalui pengering pada suhu 70 °C sekitar 5 menit, dipres dengan tekanan 4 - 10 kg/cm². Sepatu yang telah dirakit dimasukkan dalam autoklaf untuk divulkanisasi dengan kondisi tahap I jam 20 menit. Sepatu yang dihasilkan dikondisikan pada suhu 25 °C, lalu diuji daya rekatnya.

Karakterisasi

Perekat *NRL-g-PMMA* yang digunakan untuk uji coba skala pabrik tersebut diuji karakteristiknya antara lain: spesifikasi teknis, bentuk partikel, struktur molekul, dan sifat termal dengan menggunakan alat: SEM, IR, NMR dan DTA-TG, dengan prosedur disesuaikan manual masing-masing alat [14-16].

HASIL DAN PEMBAHASAN



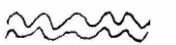
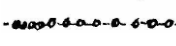
Optimasi Kondisi Proses Produksi Kopolimer Karet Alam-MMA

Tiga faktor penting dalam optimasi kondisi proses produksi kopolimer lateks karet alam MMA adalah dosis radiasi, kadar monomer dan pH emulsi campuran lateks dan MMA dengan rincian sebagai berikut :

Dosis Radiasi

Secara garis besar mekanisme reaksi yang terjadi pada proses kopolimerisasi MMA ke dalam lateks karet alam disajikan Gambar 1.

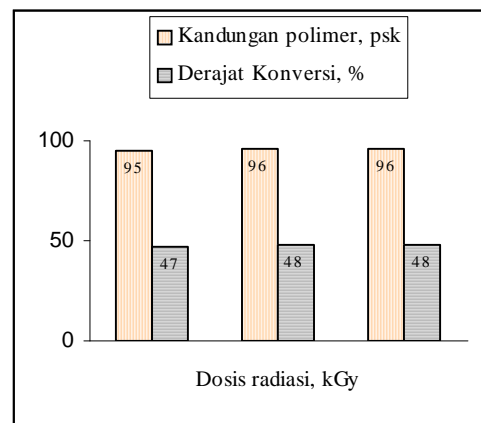
Dari gambar tersebut menunjukkan bahwa ada tiga tahap reaksi penting yang terjadi pada proses

<p>A. Inisiasi</p> $M \xrightarrow{\gamma} M^{\bullet}$ $P \xrightarrow{\gamma} P^{\bullet}$ <p>M = \bullet</p> <p>P = $\sim\sim\sim$</p>	<p>B. Propagasi</p> $P^{\bullet} + M \rightarrow (PM)^{\bullet}$ $M^{\bullet} + nM \rightarrow (M)^{\bullet}_{n+1}$
<p>C. Terminasi</p> $(PM)^{\bullet} + R^{\bullet} \rightarrow P(M_n)H + RH$ $(PM)^{\bullet}_n + R^{\bullet} \rightarrow P(M)_nR$ $(M)^{\bullet} + R^{\bullet} \rightarrow (M)R$ $(M)^{\bullet}_{n+1} + R \rightarrow (M)_{n+1}M + RH$	<p>D. Komposisi NRL-g-PMMA</p> <p>a. </p> <p>b. </p> <p>c. </p> <p>d. </p>

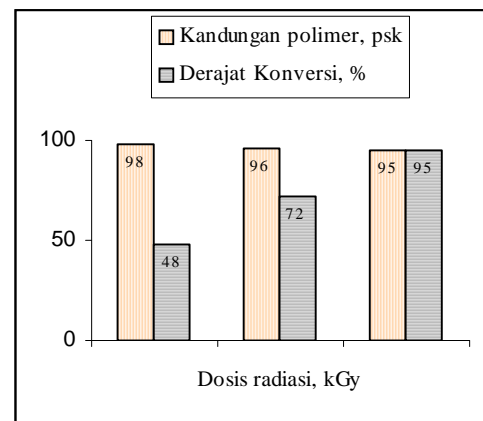
Gambar 1. Skema mekanisme reaksi kopolimerisasi radiasi metil metakrilat (M) ke dalam poliisoprena (P) lateks karet alam.

kopolimerisasi radiasi yaitu inisiasi (pembentukan radikal bebas), propagasi (pertumbuhan radikal bebas), dan terminasi (terbentuknya kopolimer, homopolimer). Pada proses terminasi produk yang dihasilkan adalah kopolimer lateks alam-MMA yang disingkat dengan *NRL-g-PMMA*.

Komposisi kopolimer ini terdiri dari: kopolimer tempel (Gambar 1. Db), homopolimer (Gambar 1. Dd), dan bahan bukan karet misalnya protein, karbohidrat, dan lemak. Efisiensi proses kopolimerisasi sangat dipengaruhi oleh difusi M ke dalam P (Gambar 1B), karena kecepatan difusi monomer yang masuk ke dalam partikel karet alam pada tahap awal jauh lebih cepat daripada tahap akhir, maka kopolimer yang terbentuk lebih besar, akibatnya kandungan kopolimer (KP) pada dosis yang lebih tinggi akan lebih kecil [17]. Dari hasil percobaan menunjukkan bahwa dengan naiknya dosis radiasi antara 5-7,5 kGy (Gambar 2), karena di atas 7,5 kGy kenaikan kandungan polimer relatif sangat kecil. Hal ini diduga, karena kecepatan pertumbuhan kopolimer antara poliisopren karet alam dengan MMA menurun, akibatnya kenaikan derajat konversi relatif kecil.



Gambar 2. Pengaruh dosis radiasi terhadap kandungan polimer (KP) dan derajat konversi (DK)



Gambar 3. Pengaruh kadar MMA terhadap kandungan polimer (KP) dan derajat konversi (DK).

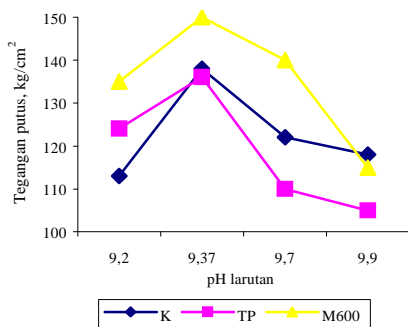
Kadar Monomer

Gambar 3 menyajikan pengaruh kadar monomer yang ditambahkan ke dalam lateks alam iradiasi terhadap derajat kopolimer dan derajat konversi. Bila diasumsikan bahwa kandungan polimer adalah kopolimer tempel dan homopolimer MMA, maka ternyata dengan naiknya kadar monomer yang ditambahkan ke dalam lateks alam, walaupun kandungan polimernya meningkat, tetapi derajat konversinya menurun. Hal ini disebabkan karena setelah penetrasi MMA ke dalam partikel karet alam mendekati kejenuhan (sekitar 96%), maka kecepatan penetrasinya menurun dengan naiknya kadar monomer, akibatnya kandungan polimer yang terbentuk di dalam partikel karet alam menurun.

pH Larutan

Untuk mendapatkan sifat fisik dan mekanik film karet dari kopolimer lateks karet alam-MMA maksimum, ternyata pH campuran lateks karet alam dan emulsi MMA selama proses kopolimerisasi radiasi sangat berpengaruh. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 4, yang menunjukkan bahwa dengan kenaikan pH sampai pH 9,3 baik tegangan putus, modulus 600% maupun kekerasan film karet mencapai maksimum, kemudian menurun. Sementara itu, perpanjangan putus menurun dari 870% pada pH 9,2 menjadi 760% pada pH 9,8.

Hal ini diduga adanya peristiwa oksidasi atau depolimerisasi pada kopolimer karet alam MMA yang terbentuk yang mengindikasikan bahwa dengan terlalu tingginya pH pada proses polimerisasi emulsi MMA, akan menyebabkan terjadinya proses depolimerisasi, sehingga film karet yang diperoleh mengalami retak-retak. Berdasarkan data ini, maka selanjutnya proses kopolimerisasi radiasi MMA ke dalam lateks karet alam dilakukan pada pH antara 9,2 sampai dengan pH 9,3.



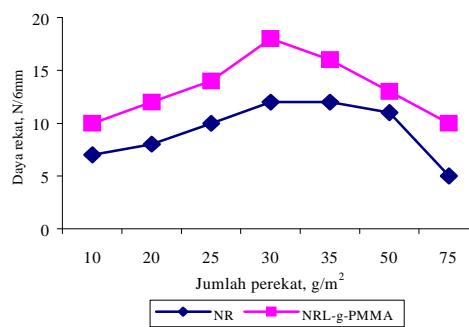
Gambar 4. Pengaruh pH lateks NRL-G-PMMA terhadap sifat film karet yaitu: kekerasan (K), modulus 600 (M₆₀₀) dan tegangan putus (TP).

Optimasi Kondisi Proses Perekatan

Ada tiga faktor penting yang perlu diperhatikan pada proses perekatan antara kain kanvas dengan lembaran karet (*focsing*), yaitu: jumlah perekat, suhu dan waktu pengepresan.

Jumlah Perekat

Ada kecenderungan bahwa makin meningkatnya jumlah perekat, daya rekat antara lain kanvas dengan *focsing* meningkat, dan setelah mencapai berat tertentu (30 g/100m²), daya rekat menurun (Gambar 5). Hal ini disebabkan karena gaya kohesi yang terjadi pada masing-masing partikel kopolimer lateks karet alam-MMA mencapai keseimbangan dengan gaya adhesi antara kopolimer lateks karet alam dengan *focsing* dan kanvas dicapai pada jumlah 30 g/m², yang artinya adhesi dan kohesi saling sinergi sehingga mencapai daya rekat maksimum. Namun bila jumlah perekat terlalu banyak, maka gaya adhesi lebih lemah daripada gaya kohesi, sehingga daya rekat menurun. Hal yang serupa juga akan terjadi bila jumlah perekat berkurang.



Gambar 5. Pengaruh jumlah perekat terhadap daya rekat antara *focsing* dengan kanvas.

Suhu dan Waktu Pengepresan

Saat ini perekat yang digunakan di pabrik sepatu kanvas adalah kompon vulkanisasi lateks karet alam, yaitu campuran antara lateks pekat dengan bahan-bahan kimia pemvulkanisasi (Tabel 2).

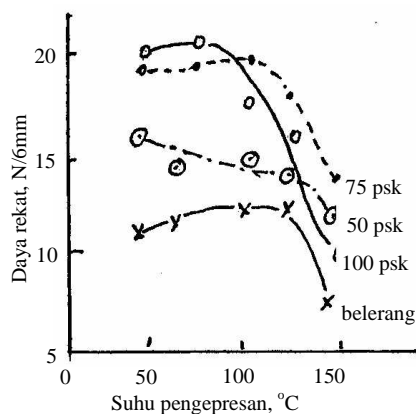
Tabel 2. Formulasi dan daya rekat kompon lateks alam belerang dan NRL-g-PMMA.

Formulasi	Kompon belerang	NRL-g-PMMA		
		A	B	C
Lateks alam, psk	100	100	100	100
Metil metakrilat (MMA), psk	-	50	75	100
Bahan pemvulkanisasi :				
Belerang, psk	1,6	-	-	-
Zeng oksida, psk	3,2	-	-	-
Merkaptobenzotiazol (MBT), psk	0,8	-	-	-
Tetramethyl tiouram disulfat (TMTD), psk	0,1	-	-	-
Ultra Marine Blue, psk	0,1	-	-	-
Daya rekat antara kanvas dengan <i>focsing</i> , N/6mm	14-16	17	18	16

Tujuan pemanasan pada proses perekatan antara lain di samping mengurangi kadar air, juga agar terjadi peristiwa vulkanisasi dalam kompon tersebut, sehingga

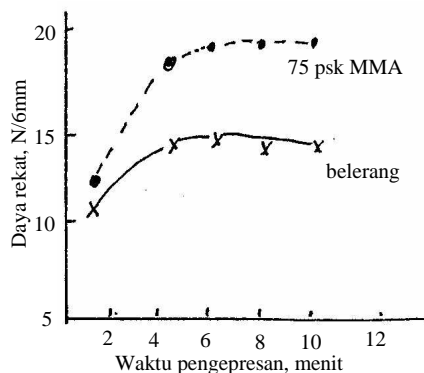
proses perekatan terjadi. Sedang pada kopolimer lateks karet alam tujuan pemanasan ialah mengurangi kadar air, karena kopolimer lateks karet alam-MMA sudah merupakan kompon ter Vulkanisasi. Perekat kompon Vulkanisasi lateks alam, bila dipanaskan terjadilah penguapan, kemudian setelah air habis, maka karet akan menjadi keras dan padat, tetapi perekat kopolimer lateks karet alam merupakan elastomer termoplastik, artinya bila dipanaskan selain kadar air habis, juga karetnya akan meleleh, kemudian setelah dingin menjadi padat, jadi fungsi pemanasan pada perekat kopolimer lateks karet alam hanyalah pengurangan kadar air.

Gambar 6 menyajikan hubungan antara suhu pemanasan dengan daya rekat. Ternyata daya rekat *focsing* dengan kanvas pada suhu rendah (30-70 °C) lebih tinggi daripada daya rekat pada suhu tinggi (100-150°C), sedangkan pada kompon Vulkanisasi lateks karet alam bernilai sebaliknya, yaitu dengan meningkatnya suhu pengepresan, maka daya rekat meningkat. Suhu pengepresan optimum didapat pada 120 °C, kemudian daya rekatnya menurun pada suhu 150°C.



Gambar 6. Pengaruh suhu pres terhadap daya rekat pada sepatu kanvas.

Hal ini membuktikan bahwa kopolimer tempel lateks karet alam-MMA merupakan perekat yang sudah membentuk ikatan silang, sehingga pemanasan hanya



Gambar 7. Pengaruh waktu pengepresan terhadap daya rekat sepatu kanvas

dimanfaatkan untuk mengurangi kadar air, bahkan bila terlalu panas, daya rekatnya menurun, karena adanya oksidasi atau degradasi pada poliisoprena kopolimer karet dalam perekat. Sedang pada kompon Vulkanisasi lateks karet alam digunakan tidak saja untuk mengurangi kadar air, tetapi juga untuk proses Vulkanisasi, dengan suhu optimum antara 100-120°C. menurunnya daya rekat dapat juga disebabkan oleh perekat yang menempel pada substrat masih basah (Gambar 7), karena perekat dalam keadaan basah pada umumnya memiliki daya adhesi rendah, misalnya perekat peka tekanan, selalu dalam keadaan basah sehingga masih dapat dikupas, walaupun telah dibiarkan dalam waktu yang lama.

Karakteristik Perekat NR-g-PMMA

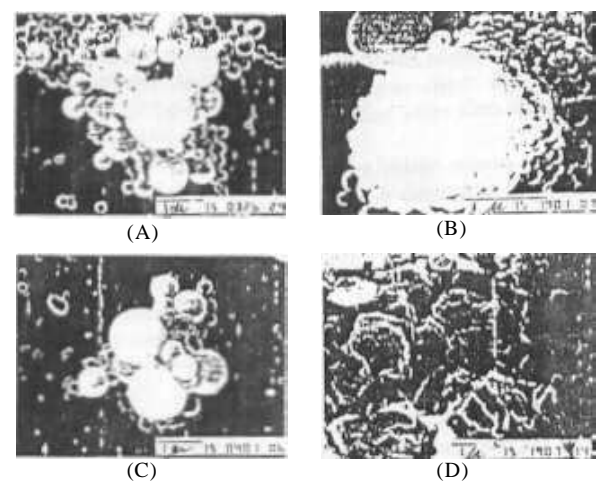
Secara umum karakteristik perekat kopolimer lateks karet alam-MMA yang meliputi: spesifikasi teknis, bentuk partikel, struktur, dan sifat termal adalah sebagai berikut :

Spesifikasi Teknis

Tabel 1 menyajikan spesifikasi teknis perekat *NRL-g-PMMA* dan kompon lateks Vulkanisasi belerang yang digunakan untuk perekat pada pembuatan sepatu kanvas skala pabrik. Dari Tabel tersebut menunjukkan bahwa sifat lateks dari perekat tersebut yaitu kadar padatan jumlah, kekentalan, dan pH, nilainya relatif sama dengan kompon lateks alam belerang, sementara itu sifat film karet yaitu modulus, tegangan putus, dan kekerasan perekat *NRL-g-PMMA* lebih tinggi dari kompon lateks alam Vulkanisasi belerang, sedang perpanjangan putus bernilai sebaliknya. Lebih tingginya sifat mekanik tersebut, karena kompon lateks Vulkanisasi belerang belum ter Vulkanisasi, sedang pada *NRL-g-PMMA* merupakan lateks yang sudah mengalami ikatan silang.

Bentuk Partikel

Gambar 8 menyajikan bentuk partikel



Gambar 8. Bentuk partikel NRL-G-PMMA (A dan B) dan lateks alam Vulkanisasi belerang (C), serta dispersi belerang (D).

NRL-g-PMMA dan kompon lateks alam vulkanisasi belerang. Setelah diukur diameter partikel *NRL-g-PMMA* dengan menggunakan alat *Nanosizer*, ternyata diameter partikel *NRL-g-PMMA* (Gambar 8A,B) lebih panjang daripada kompon lateks alam vulkanisasi belerang (Gambar 8C), dengan masing-masing bernilai rata-rata 330 dan 278 mikrometer, sementara itu dispersi belerang (Gambar 8D) diameternya cukup besar yaitu diatas 1 mikron. Hal ini disebabkan karena MMA yang masuk ke dalam partikel karet membentuk kopolimer dengan poliisopren karet alam, sehingga diameter partikel lebih besar.

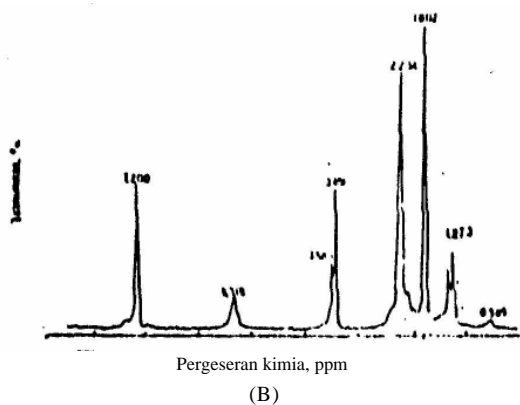
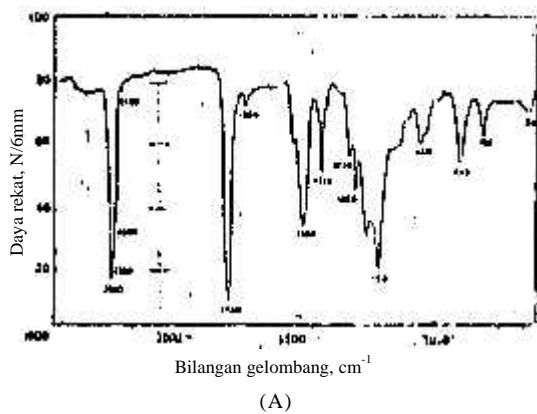
Struktur

Penentuan gugus fungsi dengan menggunakan IR menunjukkan bahwa perekat kopolimer karet alam-MMA mempunyai sidik ragam pada bilangan gelombang spesifik, 843, 1160, 1450, 1730 dan 2960 cm^{-1} . Sedangkan perekat kompon lateks alam vulkanisasi belerang sidik ragamnya relatif sama dengan kopolimer lateks karet alam-MMA, hanya saja bilangan gelombang 1730 cm^{-1} tidak ada, karena bilangan gelombang ini menunjukkan pula serapan gugus karbonil akrilat, yang merupakan gugus fungsi khas bagi perekat *NRL-g-PMMA* (Gambar 9A). Sementara itu penentuan gugus fungsi perekat *NRL-g-PMMA* dengan menggunakan H- NMR menunjukkan bahwa gugus

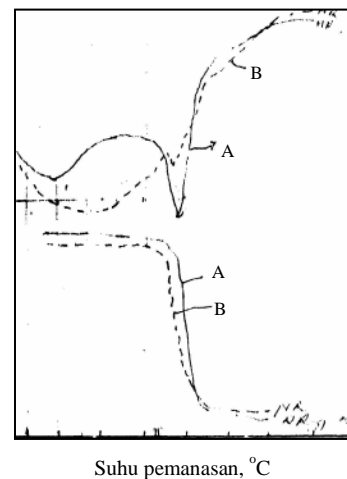
akrilat terletak pada pergeseran kimia 3,589 dan 3,451 ppm sedang pada pergeseran kimia 2,234 dan 1,802 ppm, menunjukkan adanya gugus isopren (Gambar 9B) dari kompon vulkanisasi lateks alam dan lateks *NRL-g-PMMA*.

Kestabilan Vulkanisat Termal

Salah satu alat yang digunakan untuk menentukan kestabilan termal perekat *NRL-g-PMMA* dan perekat kompon vulkanisat lateks karet alam adalah DTA-TG (Diferensial termal analysis termografmetri). Hasilnya tertera di Gambar 10, yang menunjukkan bahwa *NRL-g-PMMA* mempunyai suhu puncak dekomposisi (T_m) pada suhu 384 $^{\circ}\text{C}$, dengan nilai enegi aktivasi 60,43 kkal/mol. Sementara itu perekat kopolimer vulkanisasi lateks karet alam mempercepat suhu puncak dekomposisi pada 376 $^{\circ}\text{C}$, dengan energi aktivasi 67,37 kkal/mol. Hal ini mencirikan bahwa walaupun suhu untuk mendegradasi perekat *NRL-g-PMMA* lebih tinggi, tetapi lebih mudah didegradasi oleh alam daripada perekat kompon vulkanisasi lateks alam. Kemudian setelah dihitung waktu paruhnya terbukti bahwa waktu paruh *NRL-g-PMMA* lebih rendah daripada perekat kompon vulkanisat lateks alam dengan nilai masing-masing adalah: $3,36 \times 10^{18}$ dan $1,36 \times 10^{21}$ menit, atau $6,39 \times 10^{12}$ dan $2,59 \times 10^{15}$ tahun. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa perekat *NRL-g-PMMA* lebih ramah lingkungan daripada perekat vulkanisat lateks alam.



Gambar 9. Spektrum IR (A) dan NMR (B) *NRL-g-MMA* dan kompon lateks alam vulkanisasi belerang.



Gambar 10. Grafik DTA-TG *NRL-g-MMA* (A) dan kompon lateks alam vulkanisasi belerang (B).

Uji Coba Pembuatan Sepatu Kanvas Dalam Skala Pabrik.

Setelah ditemukan jenis perekat yang memiliki daya rekat tertinggi yaitu jenis perekat kopolimer dengan kadar MMA 75 psk, selanjutnya perekat ini diuji coba pemakaiannya untuk pembuatan sepatu kanvas di dua pabrik yang berlokasi di Jakarta dan Bandung. Hasilnya menunjukkan bahwa daya rekat sepatu kanvas yang

menggunakan perekat kopolimer lateks karet alam-MMA nilainya lebih tinggi daripada perekat vulkanisat lateks karet alam, yaitu masing-masing bernilai 16,7-18,1 N/6mm dan 14-15 N/6mm. Bila dibandingkan dengan mutu daya rekat menurut SNI 12-0172-1987 yang hanya 10 N/6mm, maka kedua perekat tersebut telah memenuhi standar pemakaian. Namun bila ditinjau dari sisi lain seperti daya simpan perekat, suhu dan waktu proses dan toksisitas, maka perekat kopolimer lateks karet alam-MMA lebih baik, karena tahan disimpan lebih lama dan tidak toksis (Tabel 3).

Tabel 3. Perbandingan kualitas sepatu kanvas yang menggunakan perekat kopolimer lateks karet alam-MMA (NRL-g-MMA) dengan vulkanisasi lateks alam.

Uraian sifat	NRL-g-MMA	Vulkanisasi lateks alam
1. Pemakaian	Langsung dapat digunakan	Harus menambahkan bahan vulkanisasi.
2. Efisiensi tenaga	Tidak perlu persiapan	Memerlukan persiapan tenaga untuk pencampuran lateks + bahan kimia.
3. Umur perekat	Tahan disimpan 6 bulan	Tidak tahan disimpan lebih dari 1 bulan
4. Tidak tahan disimpan lebih dari 1 bulan	Stabil dalam penyimpanan	Selama disimpan dispersi bahan kimia mengendap.
5. Toksisitas	Relatif rendah ($D_{50} > 10\%$)	Relatif lebih tinggi ($D_{50} < 1\%$).
6. Daya rekat, N/6mm	16-18	14-15

KESIMPULAN

Dari uraian tersebut dapat disimpulkan bahwa produksi perekat sepatu kanvas dari kopolimer lateks karet alam-MMA (NRL-g-PMMA) yang meliputi optimasi proses kopolimerisasi iradiasi metil metakrilat (MMA) ke dalam lateks kebun pada dosis 5; 7,5; dan 10 kGy dengan kadar MMA: 25, 50, 75, dan 100 psk serta optimasi proses perekatan pada pembuatan sepatu kanvas telah dikerjakan.

Sifat NRL-g-MMA dan film karetnya antara lain: kadar padatan jumlah, kekentalan, pH, modulus, tegangan putus, kekerasan, perpanjangan putus, dan daya rekat pada pembuatan sepatu kanvas telah dievaluasi. Hasilnya menunjukkan bahwa NRL-g-MMA berkadar 75 psk MMA dengan radiasi 5-7,5 kGy merupakan perekat sepatu kanvas yang stabil dalam penyimpanan. Daya rekat NRL-g-MMA sebesar 16-18 N/6mm yang melebihi persyaratan standar SNI 12-0172-1987 bernilai 10 N/6mm. Disamping itu ada kecenderungan bahwa daya rekat yang dihasilkan pada proses perekatan pada suhu rendah (30-50 °C), lebih kuat dari pada suhu tinggi (100 °C) dan perekat NRL-g-MMA lebih ramah lingkungan daripada perekat kompon lateks alam vulkanisasi belerang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Para penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada Pimpinan Pabrik Sepatu Garuda Mas Bandung, dan Pabrik Sepatu Bata Jakarta, yang telah berkenan mengizinkan uji coba skala pabrik pada pembuatan sepatu kanvas dengan menggunakan NRL-g-PMMA sebagai perekatnya.

DAFTAR ACUAN

- [1]. H. VON SAHER, *Penuntun Praktis untuk Pembuatan Barang dari Karet Alam*, Kinta, Jakarta (1983).
- [2]. TOENMEIYER, P., *Modern Plastic Encyclopedia Hand Book*, Mc. Grow-Hill Inc., London (1994) 207.
- [3]. WILLOGHBY, B.G., K.W. SCOTT, *Nitrosamines in Rubber*, RAPRA Technology Ltd., United Kondom (1997).
- [4]. DALIMONTHE, Tinjauan Nitrosamine dalam Karet, *Warta Per karetan* (1993)
- [5]. KOMMANA, A., HANNUK SELA, M., MAKINEN-KIEJUMEN, S., Contact Utricia to Rubber, *Contec Deodecium '99* (1983) 221-224.
- [6]. TURJANA, A.K., LAUREN, K., MAKINEN-KIOJUMEN S., Rubber Contantc Urticaria, Alergenic Properties of Brands of Latex Gloves, *Contec Deodecium*, (1998) 362-367.
- [7]. SUWARTO, RUSDAM DALIMONTHE, Pencemaran Fungisida Potensial Penghasil Senyawa Nitrosamin dalam Lateks dan Upaya Pencegahannya, *Warta Per karetan*. (1993).
- [8]. UTAMA, M., Solusi Problema Nitrosamin dan Protein Alergen dalam Produk Karet Alam dengan Teknik Vulkanisasi Radiasi, *Bursa Teknologi II*, Puspipetek Serpong, 12-14 Agustus 1997.
- [9]. SETIOWATI P., NADILAH S., MURWATI, Pengembangan Teknologi Proses dan Penerapan Lateks Alam Iradiasi Kopolimer sebagai Lem pada Pembuatan Sepatu Kanvas, *BKKP-DEPERINDAG*, Yogyakarta (1997).
- [10]. MARGA UTAMA, HERWINARNI, KADARIJAH, MADE SUMARTI, MARSONGKO, RISWIYANTO, SUNIT HENDRANA, INDRATMOKO, SRIPUJI ASTUTI, PRAMONO NUGROHO, IPIT K., NURMAWATI, NENNY SUMARLIANTI, HARTOYO, EVY H., dan AURING, Pengembangan Pemakaian Lateks Karet Alam melalui Teknologi Kopolimerisasi Radiasi, *Prosiding Konggres Ilmu Pengetahuan Nasional VI*, LIPI, Jakarta (1995) 626.
- [11]. ASTM, Standard Specification for Rubber Concentrated, Ammonia Preserved, Creamed, and Centrifuged Natural Latex, D 1076-80 (1992).

- [12]. ASTM, Standard Test Methodes for Rubber Properties in Tension, D 412-83 (1992).
- [13]. ALLEN, P.W., *Graft Copolymers from Natural Rubber, Chemistry and Physics of Rubber Like Substances*, Mac. Laren and Sons Ltd., London (1963).
- [14]. ANNONIM, Modification of Natural Rubber Latex by Radiation Graft Polymerization, *JAERI-memo 63-189*, Takasaki (1988).
- [15]. RISWIYANTO, MADE SUMARTI, MARGA UTAMA, dan HERWINARNI, Karakterisasi Kopolimer Lateks Karet Alam Metilmetakrilat dan Stirena dengan Spektroskopi Infra Merah, *Prosiding Simposium Polimer Nasional*, HPI, Jakarta, (1995) 54.
- [16]. KADARIJAH, SRI PUJI ASTUTI, MARGA UTAMA, Identifikasi Gugus Fungsi Kopolimer Karet Alam-Stirena Iradiasi Berbahan Pemeka n-BA dengan FTIR dan NMR, *Risalah Pertemuan Ilmiah APISORA*, PAIR-BATAN, Jakarta (1996) 61.
- [17]. RAZZAK M.T., OTSUHATA K., Y. TABATA, F. OHOSHI, A. TAKEUCHI, Radiasi *Grafting* untuk Membuat Sifat Karet Alam Menjadi Kompatibel Terhadap Darah, *Risalah Pertemuan Ilmiah APISORA*, PAIR-BATAN (1986) 281.