

2/11/1995  
027

# KAJIAN PEMBUTIRAN LATEKS ALAM IRADIASI DAN KOPOLIMERNYA

Oleh  
SITI BUNDARI  
F 28. 1149



1995  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
B O G O R



Siti Bundari. F 28.1149. Kajian Pembutiran Lateks Alam Iradiasi dan Kopolimernya. Di bawah bimbingan Soesarsono Wijandi.

---

## RINGKASAN

Karet adalah salah satu komoditi ekspor Indonesia. Pada tahun 1994 total ekspor karet alam olahan pada bulan Januari - Juni mencapai 602 128 ton (Anonim, 1994). Untuk mempermudah proses pembuatan barang-barang dari karet yang memerlukan proses pencampuran, maka dilakukan pembutiran karet. Karet butiran ini mudah dicampur dengan bahan-bahan kimia dan dikontrol selama proses produksi. Secara umum pembutiran lateks dapat dilakukan dengan cara mekanis, kimiawi mekanis, dan kimiawi.

Tujuan penelitian ini adalah mempelajari pembuatan butiran karet dari lateks pekat (LK), lateks alam iradiasi (LI), kopolimer lateks alam polimetil metakrilat (LM), dan kopolimer lateks alam polistirena (LS) dengan metoda pembutiran secara kimia, serta menganalisa mutunya.

Parameter yang dianalisa ialah rendemen, kadar abu, persen diameter butiran yang berukuran lebih kecil dari 0.5 cm, tegangan putus, perpanjangan putus, dan *Differential Scanning Calorimeter* (DSC). Uji statistik yang digunakan ialah uji t berpasangan dengan derajat bebas 2 untuk membandingkan kedua jenis lateks.

Proses pembutiran LI yang dipilih ialah pemakaian  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  10% sebanyak 25 ml, natrium lauril sulfat (NLS) 0.05% 200 ml, silikat 25 g, dan pengeringan oven  $110^\circ\text{C}$  selama 15 menit dan  $70^\circ\text{C}$  selama 21 jam 45 menit. LS memerlukan  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  10% 20 ml dan silikat 12.5 g. Pemakaian  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  10% dan 20% pada proses pembutiran LK menghasilkan gumpalan yang besar, sedang pada LM tidak dihasilkan butiran.

Hasil Uji Statistik pada nilai  $\alpha = 5\%$  menunjukkan bahwa rendemen dan kadar abu kedua jenis butiran LI dan LS berbeda. Rendemen LI 69.54% dan LS 28.50%, sedang kadar abu LI 1.65% dan LS 1.19%. Diameter, tegangan putus, dan

perpanjangan putus tidak menunjukkan adanya perbedaan antara butiran LI dan LS. Nilai rata-rata butiran LI dan LS untuk persentase diameter butiran adalah 29.10%, tegangan putus 12.14%, dan perpanjangan putus 95.37%. Nilai tegangan putus dan perpanjangan putus karet butiran yang dihasilkan lebih rendah daripada karet butiran hasil proses mekanis. Pengujian DSC menunjukkan bahwa butiran LI cenderung meleleh pada suhu 265.30°C dengan energi sebesar 16.37 J/g, sedang butiran LS pada suhu 276.33°C dengan energi sebesar 3.28 J/g.







**INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN**

**KAJIAN PEMBUTIRAN LATEKS ALAM IRADIASI  
DAN KOPOLIMERNYA**

Oleh:

**SITI BUNDARI**

**F 28.1149**

**Skripsi**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar  
Sarjana Teknologi Pertanian  
Pada Jurusan Teknologi Industri Pertanian  
Fakultas Teknologi Pertanian  
Institut Pertanian Bogor**

**Disetujui**



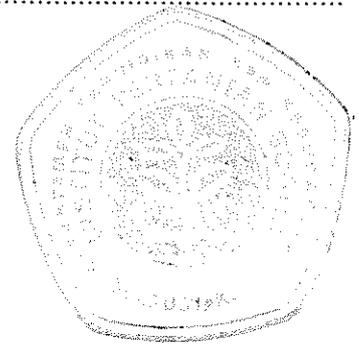
**Desember 1995**

**Ir. H. Soesono Wijandi, Msc.**

**Dosen Pembimbing**

## DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR .....	iii
DAFTAR ISI .....	iv
DAFTAR TABEL .....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	vii
DAFTAR LAMPIRAN .....	viii
I. PENDAHULUAN .....	1
A. LATAR BELAKANG .....	1
B. TUJUAN .....	2
C. RUANG LINGKUP .....	2
II. TINJAUAN PUSTAKA .....	3
A. LATEKS ALAM .....	3
B. RADIASI .....	4
C. VULKANISASI DAN POLIMERISASI IRADIASI .....	5
D. KOPOLIMERISASI IRADIASI .....	8
E. PEMBUTIRAN LATEKS ALAM .....	10
III. BAHAN DAN METODA .....	12
A. BAHAN DAN ALAT .....	12
1. Bahan .....	12
2. Alat .....	12
B. METODA PENELITIAN .....	12
1. Penelitian Pendahuluan .....	13
2. Penelitian Utama .....	13
3. Analisis Hasil .....	15
C. RANCANGAN PERCOBAAN .....	15



IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....	16
A. PENELITIAN PENDAHULUAN .....	16
B. PENELITIAN UTAMA .....	22
1. Rendemen .....	22
2. Kadar Abu .....	23
3. Ukuran Butiran .....	25
4. Tegangan Putus .....	26
5. Perpanjangan Putus .....	29
6. <i>Differential Scanning Calorimeter</i> .....	30
V. KESIMPULAN DAN SARAN .....	34
A. KESIMPULAN .....	34
B. SARAN .....	35
DAFTAR PUSTAKA .....	36
LAMPIRAN .....	38

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Struktur karet alam pada lateks kebun (Utama, 1993) .....	4
Gambar 2. Jenis kopolimer (Utama, 1995) .....	8
Gambar 3. Rumus bangun stirena dan metil metakrilat (Munk, 1989) .....	9
Gambar 4. Struktur molekul jenis polimer yang berikatan silang dan terdegradasi bila diiradiasi (Utama, 1993) .....	9
Gambar 5. Diagram alir pembutiran lateks .....	14
Gambar 6. Hasil butiran karet LS (kanan) dan LI (kiri) .....	22
Gambar 7. Hasil pengukuran rendemen .....	23
Gambar 8. Hasil pengukuran kadar abu .....	24
Gambar 9. Hasil persentase diameter butiran yang sesuai dengan ASTM (1991) .....	25
Gambar 10. Hasil pengukuran tegangan putus .....	27
Gambar 11. Ikatan yang terbentuk pada lateks alam iradiasi (Utama, 1981) .....	28
Gambar 12. Ikatan yang terbentuk pada kopolimer lateks alam polistirena (Utama, 1993) .....	28
Gambar 13. Hasil pengukuran perpanjangan putus .....	30
Gambar 14. Grafik DSC butiran LI .....	32
Gambar 15. Grafik DSC butiran LS .....	33

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Pengujian Lateks dan Produk .....	38
Lampiran 2a. Hasil uji statistik rendemen .....	41
Lampiran 2b. Hasil uji statistik kadar abu .....	41
Lampiran 2c. Hasil uji statistik diameter butiran .....	41
Lampiran 2d. Hasil uji statistik tegangan putus .....	42
Lampiran 2e. Hasil uji statistik perpanjangan putus .....	42
Lampiran 3. Rekapitulasi data .....	44

pembutiran karet secara kimiawi. Selama ini penelitian tentang pembutiran karet telah dilaksanakan dengan bahan baku lateks kebun yang belum mengalami proses pemekatan.

Lateks alam iradiasi adalah lateks alam yang telah divulkanisasi secara iradiasi. Kopolimer lateks alam polimetil metakrilat adalah lateks alam yang dikopolimerisasi iradiasi dengan metil metakrilat, sedangkan kopolimer lateks alam polistirena ialah lateks alam yang dikopolimerisasi iradiasi dengan stirena. Ketiga jenis lateks tersebut memiliki sifat-sifat yang lebih baik daripada sifat polimer-polimer penyusunnya.

## B. TUJUAN

Mengkaji pembuatan karet butiran dari lateks pekat, lateks alam iradiasi, kopolimer lateks alam polimetil metakrilat, dan kopolimer lateks alam polistirena dengan metoda pembutiran secara kimia, serta menganalisa mutunya dengan mengacu pada karet butiran hasil proses mekanis.

## C. RUANG LINGKUP

Penelitian ini dilakukan sebagai awal penelitian pembuatan karet butiran dari jenis lateks pekat, lateks alam iradiasi dan kopolimernya, dengan melakukan pengukuran sifat lateks dan butiran yang dihasilkan, yaitu kadar padatan total, pH, viskositas, densitas, ukuran butiran, kadar abu, rendemen, sifat film tuang lateks dan film dari butiran, yaitu *tensile strength* (tegangan putus) dan *elongation at break* (perpanjangan putus), dan *Differential Scanning Calorimeter* (DSC).

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. LATEKS ALAM

Lateks didefinisikan sebagai suatu dispersi yang stabil dari substansi polimer, yaitu partikel karet, dalam cairan serum yang berisi berbagai macam senyawa organik dan anorganik (Blackley, 1966). Kandungan partikel karet rata-rata dalam lateks berkisar 35%. Nilai ini bervariasi, tergantung pada umur pohon, musim, dan selang waktu dari penyadapan sebelumnya (Stern, 1954). Komposisi lateks dari pohon berumur 3 tahun dapat dilihat pada Tabel 1.

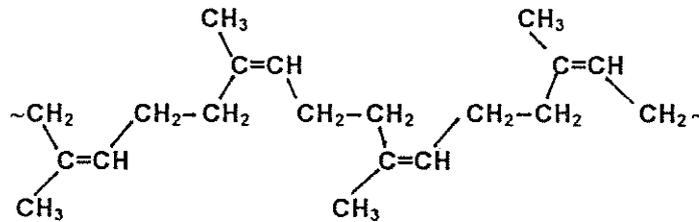
Tabel 1. Komposisi lateks dari pohon berumur 3 tahun\*)

Kandungan	Persen
Karet	35.62
Resin	1.65
Protein	2.03
Abu	0.70
Gula	0.34
Air	59.66

\*) Stern (1954).

Cairan serum yang membentuk fase kontinyu merupakan larutan kompleks, sedangkan lapisan interfase antara partikel-partikel karet dan serum stabil karena adanya bahan pengaktif permukaan yang sebagian besar merupakan protein (Wake *et al.*, 1983). Dijelaskan pula oleh Morton (1963) bahwa lateks alam mengandung karet yang merupakan makromolekul poliisoprena ( $C_5H_8$ )<sub>n</sub> dengan n berkisar antara 3000 sampai 15000. Makromolekul ini bergabung dengan ikatan kepala ekor. Konfigurasi polimer ini adalah *cis* dengan susunan ruang yang teratur, sehingga rumus karet alam adalah 1,4 - *cis* - poliisoprena. Strukturnya dapat dilihat pada Gambar 1. Barlow (1978) mengatakan bahwa bobot molekul karet alam adalah bagian terpenting dari penyusunnya, dicirikan oleh viskositasnya.

Seperti polimer lainnya, berat molekul ini tergantung pada panjang rantai molekulnya.



Gambar 1. Struktur karet alam pada lateks kebun (Utama, 1993)

## B. RADIASI

Radiasi adalah suatu pancaran energi atau energi yang berpindah. Perpindahan ini dapat melalui partikel-partikel atau melalui gerak gelombang cahaya. Zat yang dapat memancarkan radiasi disebut zat radioaktif (McLaughlin *et al.*, 1989).

Zat radioaktif adalah zat yang memiliki inti atom yang tidak stabil, sehingga zat tersebut akan mengalami transformasi spontan menjadi zat dengan inti atom yang lebih stabil atau stabil dengan mengeluarkan partikel atau sinar tertentu. Proses transformasi spontan ini disebut peluruhan, sedangkan pelepasan partikel atau sinar tertentu disebut radiasi. Radiasi yang terjadi dapat berupa pelepasan partikel alfa ( $\alpha$ ), partikel beta ( $\beta$ ), dan sinar gamma ( $\gamma$ ) (Diehl, 1990). Sinar gamma adalah gelombang elektromagnetik yang mempunyai daya tembus besar dan merupakan salah satu bentuk radiasi pengion. Sinar gamma dipancarkan oleh inti radioaktif, baik berasal dari alam maupun buatan. Sinar gamma dari inti tertentu dipancarkan pada beberapa frekuensi yang bersifat diskrit (Kay, 1971).

Satuan dosis iradiasi dinyatakan sebagai energi yang diserap per kilogram massa bahan, yaitu Joule/kg bahan. Dalam satuan Internasional disebut Gray (Gy). Satuan iradiasi yang lama adalah rad (radiation adsorbed dose) yang didefinisikan sebagai  $1 \text{ rad} = 10^{-2} \text{ Joule/kg bahan}$  atau  $1 \text{ rad} = 10^{-2} \text{ Gy}$  (McLaughlin *et al.*, 1989).

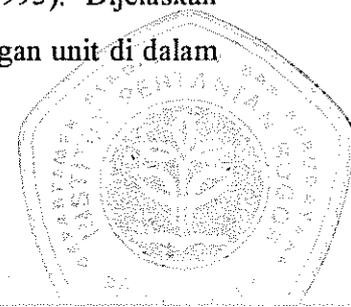
### C. VULKANISASI DAN POLIMERISASI IRADIASI

Vulkanisasi adalah suatu proses pengikatan antarmolekul secara kimia dan dapat meningkatkan elastisitas serta kekuatan karet (Makuuchi dan Markovic, 1991). Dijelaskan pula oleh Wong dan Loo (1985) bahwa lateks yang telah divulkanisasi memiliki partikel karet yang secara kimia berikatan silang. Pada awalnya metoda vulkanisasi kimia menggunakan medium belerang atau bahan lainnya dengan tambahan katalis sebagai akselerator reaksi, untuk membentuk ikatan jaringan tiga dimensi (Barlow, 1978).

Morton (1963) menyatakan bahwa vulkanisasi merupakan tahap akhir dari pengolahan karet. Karet yang semula bersifat termoelelastis, berkekuatan tarik rendah, viskositas rendah, modulus rendah, perpanjangan putus tinggi, kekerasan rendah, lunak, daya pantul rendah, dan pampatan tetap tinggi, dapat diperbaiki menjadi vulkanisat karet dengan sifat-sifat yang berlawanan. Perubahan sifat karet ini bersifat tidak dapat balik.

Pada proses vulkanisasi iradiasi, energi radiasi menggantikan pemakaian belerang dan menghasilkan produk yang lebih baik dari produk konvensional (Makuuchi dan Markovic, 1991). Karet vulkanisasi memiliki sifat yang berbeda dari karet yang tidak mengalami vulkanisasi, yaitu lebih elastis daripada plastik, tidak larut dalam pelarut yang melarutkan karet non vulkanisasi, dan relatif tidak dipengaruhi oleh panas dan dingin (Stern, 1954). Keunggulan lainnya dari karet vulkanisasi iradiasi dijelaskan oleh Makuuchi dan Markovic (1991), yaitu karet tidak mengandung nitrosamin yang karsinogenik, sangat rendah sitotoksiknya, tidak mengandung oksida belerang dan oksida timah, lebih transparan, dan lebih lembut.

Polimer adalah molekul besar yang dibangun oleh perulangan unit kimia yang kecil dan sederhana. Perulangan ini ada yang linear, seperti rantai. Lainnya bercabang atau bergabung membentuk rangkaian tiga dimensi. Unit tersebut setara dengan monomer, yaitu bahan dasar pembentuk polimer (Utama, 1993). Dijelaskan pula bahwa panjang rantai polimer ditentukan oleh banyaknya ulangan unit di dalam



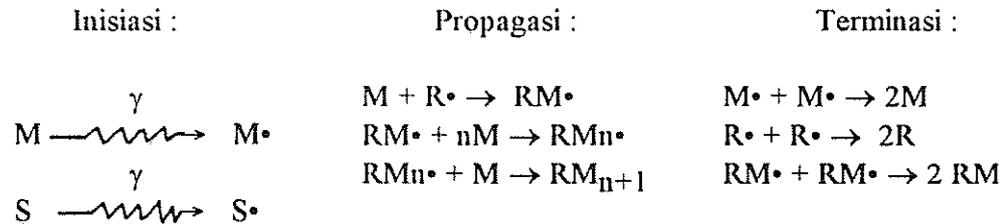
rantai. Inilah yang disebut sebagai derajat polimerisasi (DP). Bobot molekul polimer ditentukan oleh bobot molekul ulangan unit tersebut dan derajat polimerisasinya. Sebagian besar polimer tinggi memiliki bobot molekul 10 000 hingga 1 000 000 g/mol.

Dalam makalahnya, Utama (1995) menyebutkan bahwa proses polimerisasi dapat dikelompokkan menjadi dua cara, yaitu polimerisasi kondensasi dan adisi. Polimerisasi kondensasi terjadi bila beberapa molekul kecil bergabung menjadi molekul besar melalui reaksi kondensasi, disertai terbentuknya air. Polimerisasi adisi biasanya disebabkan oleh reaksi berantai dari monomer yang merupakan spesi reaktif. Spesi ini mengandung satu elektron yang disebut radikal bebas atau ion.

Polimerisasi adisi dibagi menjadi dua bagian, yaitu polimerisasi radikal bebas, menghasilkan polimer lurus (homopolimer), dan polimerisasi ion, menghasilkan polimer bercabang (kopolimer). Polimerisasi radikal bebas terjadi bila terdapat radikal bebas akibat penggunaan senyawa peroksida, senyawa azo, atau sinar berenergi tinggi sebagai pemicu. Bila pemicu adalah sinar berenergi tinggi, maka prosesnya disebut polimerisasi iradiasi.

Ada dua macam sumber radiasi yang sering digunakan dalam polimerisasi, yaitu sumber radiasi yang memancarkan sinar gamma dan yang memancarkan sinar berkas elektron. Sumber radiasi gamma biasanya dihasilkan oleh isotop radioaktif Cobalt 60 (Co-60) atau Cesium 137. Energi yang dihasilkan oleh Co-60 ialah 1.7 dan 1.33 MeV, sedangkan Cesium 137 hanya 0.66 MeV. Oleh karena Co-60 memiliki energi lebih tinggi, maka dalam praktek sumber radiasi inilah yang disukai.

Mekanisme polimerisasi radiasi menurut Chapiro (1962) ialah sebagai berikut:



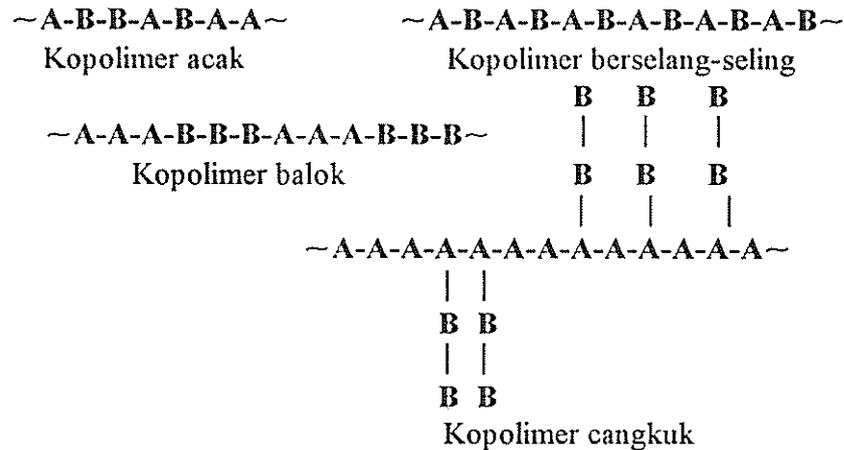
Keterangan: M = monomer  
 S = pelarut  
 M $\cdot$  = radikal monomer  
 S $\cdot$  = radikal pelarut  
 R $\cdot$  = radikal M atau S

Menurut Utama (1995) pada proses inisiasi terjadi pembentukan radikal bebas, baik dari monomer (M) maupun dari pelarut (S). Radikal bebas yang terbentuk akibat radiasi ini tergantung pada besarnya nilai  $G_V$  (jumlah radikal yang terjadi bila bahan mendapat energi 100 eV) masing-masing bahan. Pada reaksi propagasi radikal-radikal yang dihasilkan oleh proses inisiasi tumbuh dari satu molekul menjadi beberapa molekul yang saling berikatan, atau dari polimer yang kecil menjadi polimer yang lebih besar. R $\cdot$  adalah radikal dari M dan S. Bila dua radikal bertemu maka akan terjadi reaksi terminasi. Radikal yang bertemu tersebut dapat berasal dari reaksi inisiasi atau propagasi. Dengan adanya pertemuan tersebut reaksi akan terhenti.

Apabila monomer yang digunakan lebih dari satu macam, maka proses polimerisasinya disebut kopolimerisasi. Ada empat macam kopolimer, yaitu kopolimer acak, berselang-seling, balok, dan cangkuk. Bentuk-bentuknya dapat dilihat pada Gambar 2.

Pada umumnya proses kopolimerisasi iradiasi dilakukan antara monomer dengan polimer. Ada dua metoda proses kopolimerisasi, yaitu (1) metoda simultan, dimana monomer dan polimer dicampur kemudian diiradiasi, dan (2) metoda

prairadiasi, dimana polimer diiradiasi lalu polimer tersebut dimasukkan ke dalam monomer dan dipanaskan.

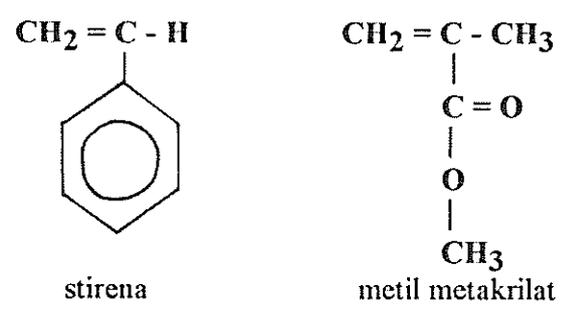


Gambar 2. Jenis kopolimer (Utama, 1995).

#### D. KOPOLIMERISASI IRADIASI

Monomer metil metakrilat mempunyai sifat yang baik dalam kemampuan menolak air, keelastisan, titik didih  $101^{\circ}\text{C}$ , serta kekuatan rekat yang tinggi. Di samping itu monomer ini mempunyai ketahanan yang baik terhadap pelarut-pelarut anorganik yang berair termasuk alkalis dan asam-asam yang dicairkan (Von Fischer, 1948). Monomer metil metakrilat memiliki berat molekul  $100.12 \text{ g/mol}$ , densitas  $0.9440 \text{ g/cm}^3$ , titik didih  $100^{\circ}\text{C}$  dan larut dalam alkohol, eter, dan aseton (Anonim, 1989). Bentuk rumus bangun monomer ini dapat dilihat pada Gambar 3.

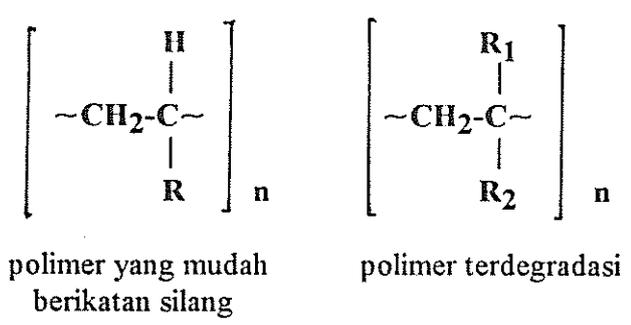
Monomer stirena merupakan termoplastik yang mempunyai sifat-sifat baik, seperti transparan, mudah diwarnai, hidrofob, serta mempunyai sifat mekanik dan termal yang baik pula, tetapi bersifat rapuh dan melunak pada suhu  $100^{\circ}\text{C}$  (Billmeyer, 1962). Monomer stirena berberat molekul  $104.15 \text{ g/mol}$ , titik didih  $145.2^{\circ}\text{C}$ , densitas  $0.9060 \text{ g/cm}^3$ , dan larut dalam alkohol, eter, aseton, benzena, dan petroleum eter (Anonim, 1989). Bentuk rumus bangun monomer ini dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Rumus bangun stirena dan metil metakrilat (Munk, 1989)

Apabila campuran polimer dan monomer diiradiasi dengan sinar  $\gamma$  atau berkas elektron dan dalam keadaan tanpa udara, maka akan dihasilkan kopolimer blok, kopolimer tempel, atau homopolimer, tergantung pada jenis polimernya. Polimer yang mudah terdegradasi akan membentuk kopolimer blok saja, sedangkan polimer yang mudah berikatan silang akan membentuk kopolimer tempel dan homopolimer (Chapiro, 1962).

Utama (1994) menyatakan bahwa polimer polimetil metakrilat termasuk golongan polimer terdegradasi, sedangkan polimer karet alam dan polistirena termasuk polimer yang mudah berikatan silang. Struktur molekulnya dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Struktur molekul jenis polimer yang berikatan silang dan terdegradasi bila diiradiasi (Utama, 1993).

1. Diantara gelombang tersebut, gelombang radio memiliki daya ionisasi yang paling rendah dan merupakan gelombang yang paling berbahaya. 2. Gelombang radio memiliki kemampuan untuk menembus atmosfer, sehingga, penerapannya sangat luas, misalnya, komunikasi telepon, siaran radio, dan televisi. 3. Gelombang mikro memiliki kemampuan untuk menembus atmosfer, akan tetapi, daya ionisasi yang dimiliki oleh gelombang mikro ini dapat menjadi sangat berbahaya. 4. Pergerakan jenis-jenis gelombang tersebut, seperti, gelombang radio, gelombang mikro, dan gelombang sinar-X, dapat menimbulkan efek kesehatan yang berbahaya. 5. Diantara gelombang tersebut, gelombang radio memiliki daya ionisasi yang paling rendah dan merupakan gelombang yang paling berbahaya.

1. Diantara gelombang tersebut, gelombang radio memiliki daya ionisasi yang paling rendah dan merupakan gelombang yang paling berbahaya. 2. Gelombang radio memiliki kemampuan untuk menembus atmosfer, sehingga, penerapannya sangat luas, misalnya, komunikasi telepon, siaran radio, dan televisi. 3. Gelombang mikro memiliki kemampuan untuk menembus atmosfer, akan tetapi, daya ionisasi yang dimiliki oleh gelombang mikro ini dapat menjadi sangat berbahaya. 4. Pergerakan jenis-jenis gelombang tersebut, seperti, gelombang radio, gelombang mikro, dan gelombang sinar-X, dapat menimbulkan efek kesehatan yang berbahaya. 5. Diantara gelombang tersebut, gelombang radio memiliki daya ionisasi yang paling rendah dan merupakan gelombang yang paling berbahaya.

## E. PEMBUTIRAN LATEKS ALAM

Menurut Panji dan Maspanger (1986) ada dua faktor utama yang menunjukkan keunggulan karet butiran dibanding karet padat lainnya (karet bongkah atau lembaran), yaitu luas permukaannya dan sifat mengalir bebasnya (*free flowing*). Karet butiran memiliki luas permukaan yang jauh lebih besar dibandingkan dengan yang dimiliki karet bongkah maupun lembaran. Hal ini akan mempermudah pendispersian bahan-bahan kimia ke dalam karet. Karet butiran merupakan materi yang mudah mengalir bebas sehingga memudahkan pengumpanan ke dalam alat pengolahnya. Walaupun demikian, karet butiran masih memiliki kelemahan, yaitu harganya mahal dan dalam penyimpanan butiran cenderung untuk menempel satu dengan yang lain (*aglomerasi*).

Menurut Evans (1978) secara umum karet butiran dapat dibuat dengan cara *spray* (penyemprotan) atau *flash drying, freeze* (pembekuan) atau *cryogenic grinding*, presipitasi (pengendapan) dan koagulasi, atau penggilingan langsung. Di dalam Anonim (1976) disebutkan bahwa proses *spray drying* dilakukan dengan menyemprotkan lateks di dalam ruangan yang berisi gas panas. Lateks berubah menjadi butiran dan mengendap di dalam ruangan. *Flash drying* adalah metoda yang hampir sama dengan *spray drying* namun kecepataannya lebih tinggi.

Evans (1978) menyatakan bahwa proses *freeze* atau *cryogenic grinding* membekukan partikel karet saat dilakukan pengikisan dengan nitrogen cair atau karbondioksida, sehingga menyebabkan kerapuhan polimer. Partikel yang telah beku diayak sambil diberi bahan pelapis sampai ukuran tertentu. Pada proses granulasi bahan mengalami proses granulasi dengan mesin. Proses ini dilakukan berulang-ulang sampai didapatkan butiran yang berukuran tertentu. Proses ini berlangsung dengan hadirnya bahan pelapis.

Proses *attrition grinding*, sebagai salah satu proses pembutiran karet, dikembangkan sebagai penggilingan terakhir bagi butiran karet yang berukuran

lebih kecil dari 3 mm. Proses ini amat sesuai untuk menangani bahan yang lembut dan lengket.

Metoda kopresipitasi mendispersikan lateks dalam larutan *starch xanthate*, kemudian diasamkan pada kondisi oksidasi. Proses ganulasi dilakukan dengan mesin. Proses ini dilakukan berulang-ulang sampai didapatkan butiran yang berukuran cukup kecil untuk melewati saringan (Anonim, 1976).

Menurut Walujono (1977) pembutiran lateks secara kimia dapat dilakukan dengan pemberian garam aluminium (klorida atau sulfat) pada lateks yang telah diberi basa (misalnya amonia, amonium karbonat, atau natrium karbonat). Lateks tersebut tidak segera terflokulasi selama aluminium hidroksida yang terbentuk belum cukup banyak. Penambahan garam aluminium lebih lanjut hingga pH mendekati 5.5, akan menyebabkan terjadinya flokulasi. Pada  $\text{pH} \pm 5$  flokulasi menyeluruh terjadi. Pengadukan akan menurunkan nilai pH. Pada pH 4-5 pasta mulai membentuk butiran karet lembut dan terlepas.

Dijelaskan pula bahwa natrium lauril sulfat adalah suatu bahan pelindung yang sangat aktif. Pada konsentrasi kurang dari 0.05% dapat membuat butiran karet menjadi lebih keras dan tidak saling melekat, sementara nilai pH tetap berkisar antara 4 hingga 5.

Butiran karet yang dihasilkan cenderung kembali membongkah, terutama jika mengalami perlakuan panas, sehingga permukaan menjadi lengket dan butiran saling melekat membentuk agregat. Untuk mencegah aglomerasi tersebut, diperlukan penambahan suatu *coating agent* (bahan pelapis) yang mampu melapisi permukaan butiran. Bahan pelapis yang ditambahkan biasanya berkisar antara 2.5 - 7.5% dari bobot karet, bergantung pada ukuran butiran, cara pembuatan karet butiran, dan jenis bahan pelapis itu sendiri. Bahan pelapis yang biasa digunakan antara lain kalsium silikat, magnesium silikat, tanah liat, kalsium karbonat, talkum, tepung tapioka, dan silikat (Evans, 1978; Wheelans dan Lee, 1981).

### III. BAHAN DAN METODA

#### A. BAHAN DAN ALAT

##### 1. Bahan

Lateks alam pekat yang dipakai pada penelitian ini ialah lateks *Hevea brasiliensis* dari jenis klon GT1, PR 228, PR 300, dan klon *Mix* (campuran). Lateks ini didapat dari Pasir Waringin PTP XI dan diterima oleh Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi (PAIR) BATAN Jakarta pada bulan Januari 1995. Lateks tersebut telah mengalami proses pemekatan sentrifugasi dan pengawetan dengan amonia. Jenis lateks lain yang dipakai pada penelitian ini ialah lateks alam iradiasi, kopolimer lateks alam polimetil metakrilat, dan kopolimer lateks alam polistirena. Semuanya diperoleh dari PAIR BATAN Jakarta. Bahan kimia yang dipakai ialah  $Al_2(SO_4)_3$ , natrium lauril sulfat, bahan pelapis, dan bahan kimia lain untuk menganalisa parameter.

##### 2. Alat

Peralatan yang digunakan meliputi peralatan pembutiran lateks, dan analisis hasil, yaitu *mixer* merek Philip tipe HR 1500/AI ukuran (18 x 14 x 8.5) cm<sup>3</sup> dengan sepasang *beater*, *oven* merek Memmert tipe U 25, *visconic viscometer* tipe EMD, pH-meter merek Hanna Instruments tipe HI 8417, *instron tensile tester* tipe 1122, saringan 1170 *mesh*, *Differential Scanning Calorimeter* merek Du Pont tipe 9900, dan beberapa alat pengukur berat dan volume.

#### B. METODA PENELITIAN

Penelitian ini terdiri dari dua tahap, yaitu penelitian pendahuluan dan penelitian utama, dikerjakan di PAIR BATAN Jakarta dan Laboratorium Jurusan Teknologi Industri Pertanian FATETA IPB.

## 1. Penelitian Pendahuluan

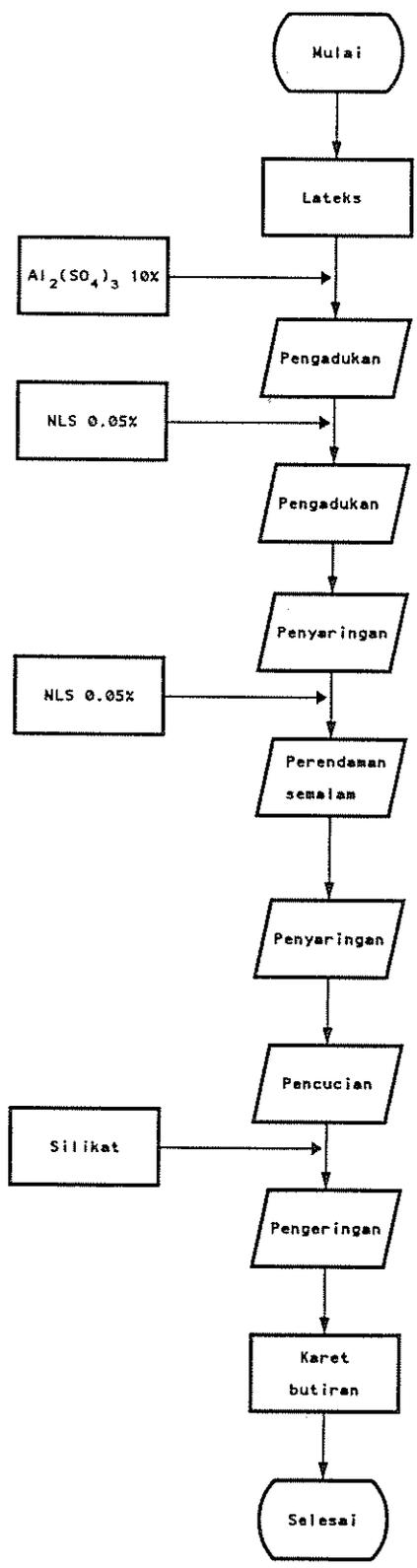
Pada penelitian pendahuluan dilakukan analisis karakteristik bahan, yaitu lateks alam pekat (LK), lateks alam iradiasi (LI), kopolimer lateks alam polimetil metakrilat (LM), dan kopolimer lateks alam polistirena (LS). Nilai yang diukur ialah nilai pH, viskositas, dan kadar padatan total, tegangan putus, perpanjangan putus, dan kadar abu. Prosedur pengukuran dapat dilihat pada Lampiran 1. Selain itu juga dicari formula pembutiran yang sesuai, dengan memodifikasi hasil penelitian Baradja (1983).

## 2. Penelitian Utama

Pada penelitian utama dilakukan pembuatan butiran dan analisis hasil butiran. Dari beberapa kali pembuatan karet butiran pada hasil penelitian pendahuluan, maka didapatkan bahwa hanya LI dan LS yang berhasil dibutirkan, sedangkan LK dan LM gagal. Pembutiran LI dilakukan dengan memasukkan sebanyak 100 ml lateks ke dalam wadah *mixer*. *Mixer* dihidupkan serta sambil diaduk dengan kecepatan 900 rpm, larutan 10 persen  $Al_2(SO_4)_3$  ditambahkan sebanyak 25 ml sedikit demi sedikit hingga terbentuk pasta dan butiran mulai muncul. Selanjutnya penambahan 200 ml natrium lauril sulfat 0.05% segera dilakukan, sehingga butiran mulai mengeras.

Butiran disaring dan direndam semalam dalam 200 ml natrium lauril sulfat (NLS) 0.05%. Bila larutan NLS menjadi jernih maka pembutiran berjalan sempurna. Endapan disaring kemudian dicuci satu kali, lalu secepat mungkin diberi bahan pelapis (silikat) 25 gram. Proses pengeringan butiran menggunakan oven dengan suhu  $110^{\circ}C$  selama 15 menit dilanjutkan dengan suhu  $70^{\circ}C$  selama 21 jam 45 menit.

Pembutiran LS memakai metoda yang sama dengan beberapa perbedaan, yaitu aluminium sulfat yang dipakai 20 ml dan silikat 12.5 gram. Diagram alir prosesnya dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Diagram alir pembutiran lateks

Halaman ini adalah bagian dari laporan penelitian yang telah dipublikasikan dan diterbitkan oleh IPB University. Untuk informasi lebih lanjut, silakan kunjungi website IPB University atau hubungi kami melalui nomor telepon yang tertera di bawah ini.

### 3. Analisis Hasil

Analisis butiran karet dilakukan terhadap rendemen, kadar abu, ukuran butir, tegangan putus, perpanjangan putus, dan DSC. Prosedur analisis disajikan pada Lampiran 1.

*Differential Scanning Calorimeter (DSC)* ialah teknik pengukuran perbedaan penyerapan energi ke dalam suatu bahan dan bahan rujukan, sebagai fungsi suhu saat bahan dan bahan rujukan dikenai kenaikan temperatur yang terkontrol. Puncak endotermik adalah puncak dimana temperatur sampel menurun hingga di bawah bahan rujukan, sehingga proses endotermal memiliki kalor reaksi negatif. Pada kasus bahan polimer, puncak maksimum disebut titik leleh (Anonim, 1985).

### C. RANCANGAN PERCOBAAN

Rancangan percobaan yang digunakan ialah pasangan observasi untuk Uji t Berpasangan, dimana lateks dan butiran LI dan LS dianggap pasangan observasi dengan derajat bebas 2.

Menurut Hines dan Montgomery (1990) hipotesa yang digunakan ialah:

$$H_0 : \mu_D = 0 \quad \text{dimana } \mu_D = \text{rata-rata perbedaan antara}$$

$$H_1 : \mu_D \neq 0 \quad \text{masing-masing pasangan observasi}$$



Tabel 4. Hasil pengukuran densitas ( $\text{g/cm}^3$ )

Bahan	Densitas Sesudah Pengenceran pada Suhu 20°C
LK	0.97
LI	0.97
LS	0.98
LM	1.22

Tabel 5. Hasil pengukuran viskositas (cps)

Bahan	Sebelum Pengenceran	Sesudah Pengenceran
LK	61.95	3.71
LI	21.76	3.97
LS	8.19	3.84
LM	180.73	14.34

Pada penentuan formula pembutiran keempat jenis lateks didapat kondisi optimum sebagai berikut :

Tabel 6. Hasil pembutiran optimum untuk LI dan LS

Bahan kimia	Jenis lateks	
	LI	LS
$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 10% (ml)	25	20
Silikat (g)	25	12.5
NLS (ml)	200	200

Pada Tabel 6 terlihat bahwa LI membutuhkan aluminium sulfat 25 ml untuk mencapai titik isolistrik dan membentuk butiran, sementara LS hanya membutuhkan 20 ml. Hal ini sesuai dengan pH LI yang lebih tinggi daripada LS, sehingga LI membutuhkan aluminium sulfat lebih banyak untuk mencapai titik isolistriknya.

Pemberian garam aluminium pada lateks mengakibatkan terbentuknya aluminium hidroksida. Flokulasi terjadi jika jumlah aluminium hidroksida yang terbentuk sudah cukup banyak, yaitu ketika partikel-partikel karet mengumpul menjadi butiran dan lateks mulai mengental. Menurut Walujono (1977) kentalnya lateks merupakan akibat pembentukan butiran karet yang berlapis hidroksida. Pasta

yang kemudian terbentuk dengan penambahan garam lebih lanjut, menyerap air melalui absorpsi oleh lapisan protein hidroksida. Tidak melekatnya butiran karet adalah akibat perlindungan lapisan ini.

Sifat butiran karet yang cenderung membentuk gumpalan kembali harus dikurangi. Pemberian natrium lauril sulfat menyebabkan butiran karet mengeras dan sifat lengketnya berkurang.

Pada penelitian terdahulu didapatkan volume NLS 0.05 persen yang dipakai ialah 100 ml. Pada penelitian pendahuluan ini didapatkan bahwa pemakaian 100 ml NLS 0.05 persen menghasilkan gumpalan-gumpalan. Hal ini dapat dijelaskan bahwa pemberian NLS tersebut, pada saat butiran-butiran halus terbentuk, belum menyentuh seluruh permukaan butiran dan ketika diaduk butiran kembali menempel. Kondisi ini diperburuk oleh perendaman butiran dengan NLS 0.05 persen sebanyak 100 ml. Butiran tidak terendam sempurna sehingga butiran tetap menempel serta mengeras. Pemberian NLS sebanyak 200 ml saat butiran telah terbentuk dan saat perendaman dapat mengatasi kondisi di atas, sehingga butiran yang dihasilkan lebih kecil.

Pemakaian bahan pelapis dimaksudkan untuk mencegah penempelan kembali butiran karet. Hal ini juga dijelaskan oleh Evans (1978) yang mengatakan bahwa yang penting dilakukan dalam proses pembutiran lateks ialah pencegahan penempelan kembali, terutama jika kondisi transportasi dan penyimpanan bervariasi serta jika perubahan cuaca amat mempengaruhi.

Dijelaskan pula bahwa bahan pelapis yang umum dipakai untuk karet butiran hasil proses mekanis ialah magnesium dan kalsium silikat, silikat, kalsium karbonat, dan pati. Efisiensi masing-masing bahan tersebut berbeda, namun semuanya dapat dipakai pada kondisi tertentu. Walaupun demikian bahan terbaik ialah silikat.

Hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Baradja (1983) menunjukkan bahwa butiran karet dengan pelapis silikat memiliki beberapa keunggulan daripada dengan pelapis talkum, yaitu memiliki luas permukaan yang lebih besar dan

penurunan jumlah ikatan rangkap yang lebih sedikit. Akibatnya butiran karet dengan pelapis silikat lebih lunak dan elastis.

Silikat yang dipakai sebagai bahan pengisi untuk LI lebih banyak karena pada jumlah 12.50 gram dan 18.75 gram butiran yang dihasilkan menempel kembali. Sementara pada LS, silikat sebanyak 12.50 gram telah cukup.

Walujono (1977) menyebutkan bahwa pengeringan karet butiran basah dilakukan dengan menggunakan oven pada suhu  $100^{\circ}\text{C}$  selama 15 menit dan  $80^{\circ}\text{C}$  selama 120 menit. Pada penelitian pendahuluan ini didapatkan bahwa proses pengeringan tersebut menghasilkan karet butiran yang ditumbuhi semacam kapang pada penyimpanan 7 hari. Hal ini disebabkan oleh kadar air yang masih cukup tinggi di dalam karet butiran, sehingga organisme semacam kapang tersebut dapat tumbuh. Oleh karena itu dicoba melakukan pengeringan pada suhu  $110^{\circ}\text{C}$  selama 15 menit dan  $70^{\circ}\text{C}$  selama 21 jam 45 menit. Ternyata proses pengeringan ini dapat mengatasi kesulitan di atas.

Barlow (1978) mengatakan bahwa molekul karet alam dibentuk dari unit-unit isoprena yang berikatan membentuk rantai lurus. Pada LK ikatan rantai yang terbentuk ialah rantai lurus. Selanjutnya dikatakan pula oleh Barlow (1978) bahwa pemekatan dengan sentrifugasi memisahkan partikel karet yang ringan dari serum yang berat, dan akan mengendap. Gaya yang diberikan selama sentrifugasi memisahkan lateks menjadi konsentrat dan skim. Kadar karet kering pada skim hanya 5 persen, sementara konsentrat sebesar 60 persen. Skim mengandung lebih banyak komponen bukan karet, seperti asam lemak, protein, dan gula.

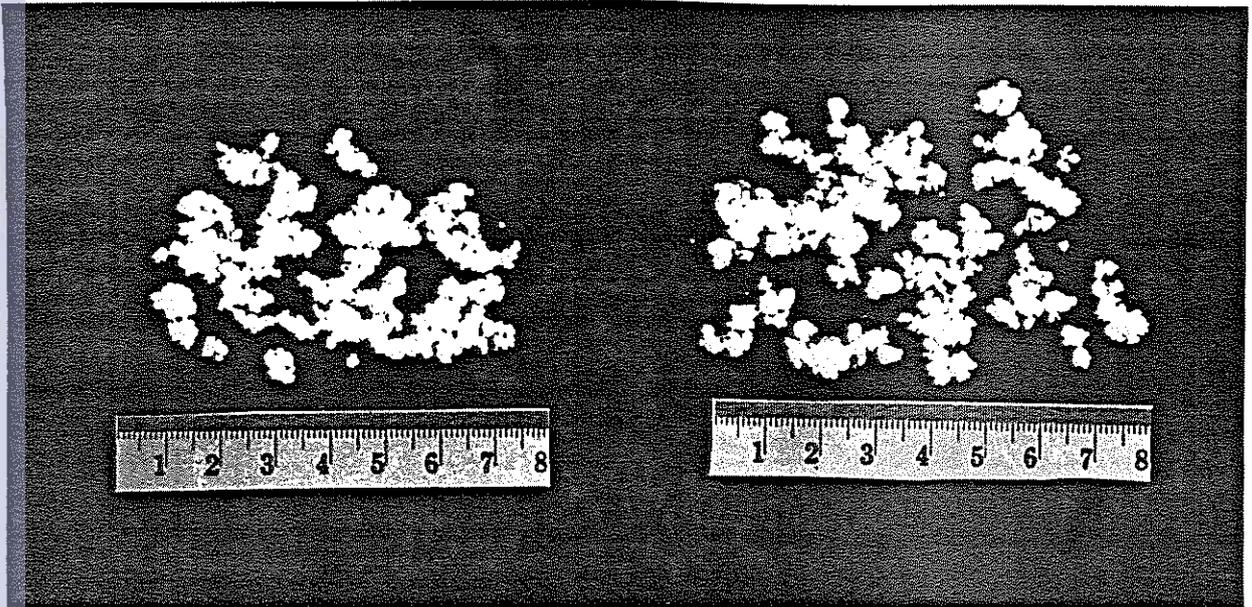
Berdasarkan pernyataan di atas maka dapat dijelaskan kegagalan pembutiran LK yang tercantum pada Tabel 7. Pada proses pembutiran LK, bahan yang digunakan ialah lateks yang telah mengalami proses pemekatan dengan cara sentrifugasi dan pengawetan menggunakan amonia 1.5 persen. Akibat pemekatan, sebagian protein tertinggal dalam serum dan dibuang. Hal ini mengakibatkan terdapatnya komponen karet (poliisoprena) yang tidak dilindungi oleh protein.



menjadi cenderung bereaksi dengan metil metakrilat daripada dengan poliisoprena. Molekul metil metakrilat radikal yang terbentuk cenderung untuk berikatan sesamanya membentuk homopolimer yang melindungi poliisoprena. Aluminium sulfat dengan konsentrasi 20 persen, tidak mampu menembus lapisan ini. Hal inilah yang diduga sebagai penyebab tidak bisanya LM dibutirkan. Selanjutnya untuk penelitian utama ditetapkan bahwa proses pembutiran LK dan LM tidak dilanjutkan. Hasil penelitian pendahuluan pembutiran selengkapnya dapat dilihat di bawah ini.

Tabel 7. Hasil pembutiran pada penelitian pendahuluan

Bahan	Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> (%,ml)	NLS (ml)	Silikat (g)	Oven (°C, waktu)	Hasil
LK	20,12,25	100	-	-	Gumpalan besar
	10,25	100	-	-	Gumpalan besar
LM	20,12,25	-	-	-	Tak ada butiran
	20,25	-	-	-	Tak ada butiran
	20,50	-	-	-	Tak ada butiran
LI	20,12,25	100	12.5	100°,15' 80°,120'	Butiran besar, dan setelah penyimpanan selama 7 hari tampak tumbuh semacam kapang
	10,25	100	12.5	s.d.a	s.d.a
	10,25	200	12.5	110°,15' 70°,21jam 45'	Butiran kecil ketika basah tetapi setelah dikeringkan butiran menempel kembali, organisme semacam kapang tidak tumbuh lagi.
	10,25	200	18.75	s.d.a	s.d.a
	10,25	200	25	s.d.a	Butiran karet yang telah kering tidak menempel kembali dan organisme semacam kapang tidak tumbuh.
	10,25	200	12.5	s.d.a	Butiran kecil ketika basah dan setelah dikeringkan tidak saling menempel.
LS	20,12,5	200	12.5	s.d.a	Butiran kecil ketika basah dan setelah dikeringkan tidak saling menempel.
	10,20	200	12.5	s.d.a	s.d.a



Gambar 6. Hasil butiran karet LS (kanan) dan LI (kiri)

## B. PENELITIAN UTAMA

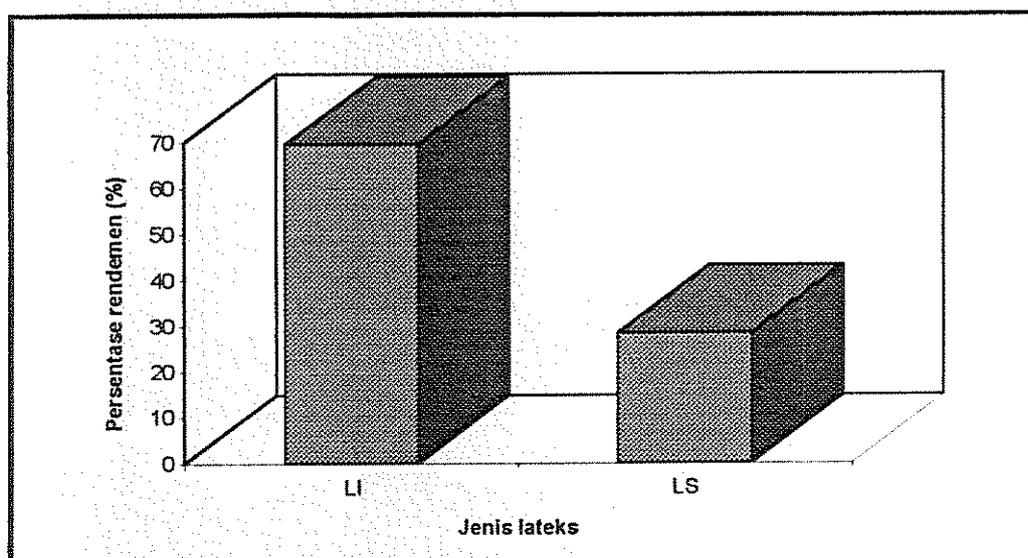
### 1. Rendemen

Hasil pambutiran LI menunjukkan bahwa rendemen yang dihasilkan berkisar antara 67.36-71.72 persen, dengan rata-rata 69.54 persen. Rendemen LS berkisar antara 22.54-32.39 persen dengan rata-rata 28.50 persen.

Pambutiran yang telah dilakukan terhadap LS menghasilkan butiran yang bentuk fisiknya berbeda dari LI. Ketika masih basah butiran LS lebih kecil dan lebih halus daripada LI. Hal ini menyebabkan lebih banyak butiran LS yang lolos dari saringan. Selain itu butiran LS lebih lunak walaupun telah diberi NLS 0.05 persen. Perendaman semalam dengan NLS 0.05 persen ternyata tidak membuat butiran LS menjadi sekeras LI. Teksturnya tetap halus dan lunak. Berbeda dengan butiran LI yang menjadi lebih keras setelah perendaman.

Pencucian dan penyaringan setelah perendaman dengan NLS tetap saja membuat sebagian butiran LS terbuang. Mungkin inilah yang menyebabkan adanya perbedaan antara rendemen LI dan LS menurut hasil uji statistik pada Lampiran 2a, karena nilai  $t_0$  (yaitu 9.70) lebih besar dari nilai  $t_{\alpha/2,2}$  (yaitu 4.303). Pada Gambar 7 dapat dilihat bahwa rendemen LI lebih tinggi daripada rendemen LS.

Penghitungan rendemen dilakukan dengan membandingkan jumlah butiran yang didapat tanpa silikat dengan total padatan dalam 100 ml bahan. Basis penghitungan yang dipakai ialah basis kering, yaitu berat butiran tanpa kandungan air.



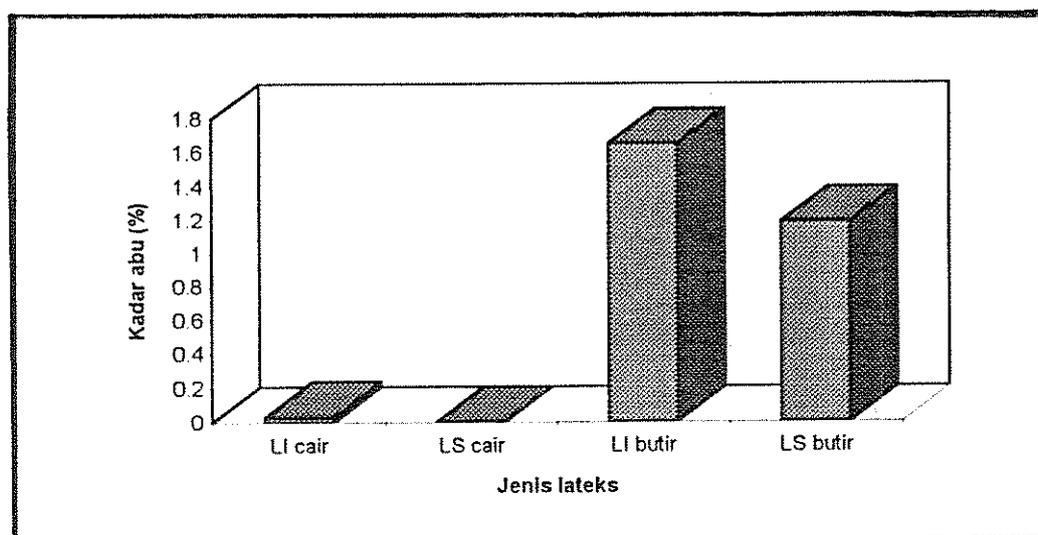
Gambar 7. Hasil pengukuran rendemen

## 2. Kadar Abu

Utama (1993) menyatakan bahwa mineral-mineral seperti potasium, magnesium, dan fosfat terdapat dalam jumlah 0.5 persen pada lateks kebun dan merupakan unsur utama abu pada lateks. Dari mineral-mineral ini, yang paling penting ialah magnesium, dimana ion divalennya dapat menyebabkan

destabilisasi. Ion ini akan merusak lapisan pelindung poliisoprena, yaitu air dan protein, sehingga lateks menggumpal.

Kadar abu awal LI berkisar antara 0-0.047 persen, sedang kadar abu LS tidak terdeteksi. Hal ini menunjukkan bahwa lateks yang digunakan berkualitas tinggi, karena kandungan mineral yang dapat menyebabkan destabilisasi dan penggumpalan hanya sedikit. Uji statistik pada Lampiran 2b menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan kadar abu awal pada LI dan LS, karena nilai  $t_0$  lebih kecil dari  $t_{w,2.2}$  pada  $\alpha=5\%$  dan  $\alpha=1\%$ . Rata-rata total kadar abu LI cair dan LS cair ialah 0.0135 persen. Hasilnya dapat dilihat pada Gambar 8.



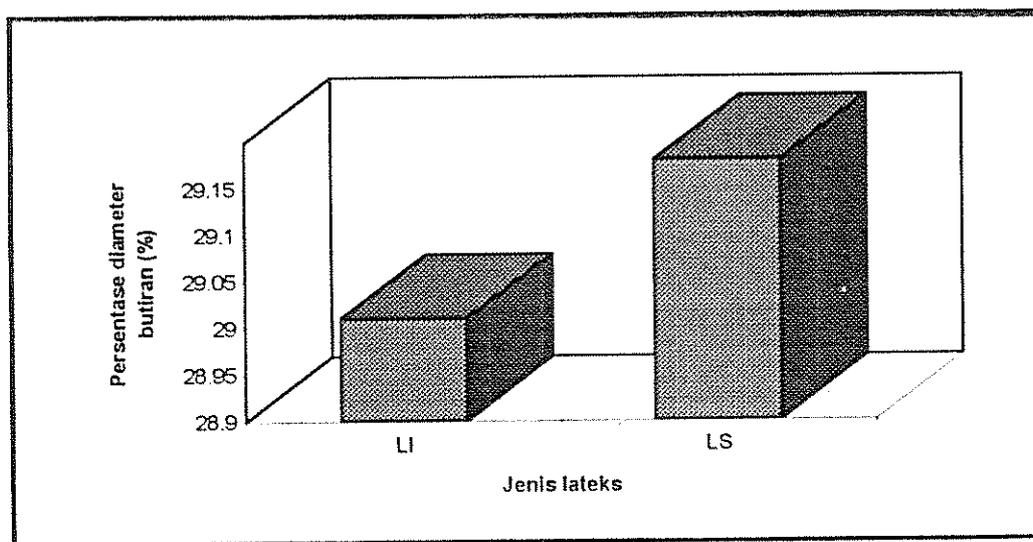
Gambar 8. Hasil pengukuran kadar abu

Silikat yang dipakai sebagai bahan pengisi memiliki sifat meningkatkan kadar abu. Hal ini dapat dimengerti karena silikat meleleh pada suhu  $1723 \pm 5^\circ\text{C}$ , sehingga ketika dimasukkan ke dalam tanur bersuhu  $550^\circ\text{C}$  silikat tidak terpengaruh. Rata-rata kadar abu butiran LI ialah 1.65 persen, sedangkan butiran LS memiliki nilai rata-rata 1.19 persen. Pada Lampiran 2b tampak adanya perbedaan antara kadar abu LI dan LS, karena nilai  $t_0$  (yaitu 11.97) lebih besar dari nilai  $t_{w,2.2}$  pada  $\alpha=5\%$  dan  $\alpha=1\%$ . Butiran LI memiliki kadar

abu yang lebih tinggi daripada butiran LS (Gambar 8). Kenyataan ini disebabkan oleh jumlah silikat yang digunakan untuk mencegah penempelan kembali butiran LI dan LS tidak sama.

### 3. Ukuran Butiran

Di dalam ASTM (1991) disebutkan bahwa *powdered rubber* (karet butiran) memiliki diameter tidak lebih dari 5 mm dengan atau tanpa bahan pelapis. Hasil penelitian pada Gambar 9 menunjukkan bahwa diameter butiran yang sesuai dengan ketentuan di atas hanya berkisar antara 23.58-34.69 persen. Ini menunjukkan bahwa proses pembutiran masih belum sempurna .



Gambar 9. Hasil persentase diameter butiran yang sesuai dengan ASTM 1991

Sebelumnya telah dijelaskan bahwa butiran LS lebih kecil daripada LI. Namun hasil pengujian statistik pada Lampiran 2c menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan antara persentase ukuran butiran LI dan LS yang sesuai dengan ketentuan ASTM tersebut. Nilai  $t_0$  yang dihasilkan ialah -0.048, lebih besar dari nilai  $-t_{\alpha/2,2}$  pada tingkat kepercayaan 95 dan 99

persen (rata-rata total 29.10%). Ukuran butiran LS yang lebih kecil ini memiliki luas permukaan yang besar. Bahan pelapis silikat 12.5 gram untuk LS ternyata belum sempurna menutupi seluruh permukaannya, sehingga penempelan kembali antarbutiran terjadi.

Pada LI, butiran berdiameter besar diduga disebabkan oleh tidak tertutupnya seluruh permukaan karet oleh protein hidroksida. Lapisan tersebut terbentuk saat dilakukan pemberian aluminium sulfat pada lateks.. Hal ini mengakibatkan partikel karet saling melekat dan membentuk agregat. Ketika dilakukan perendaman mungkin juga agregat ini tidak terendam sempurna sehingga kemungkinan terjadi lagi penempelan butiran. Penyebab lain yang mungkin ikut mempengaruhi banyaknya butiran yang berdiameter besar ialah pemberian silikat masih belum menutupi permukaan butiran LI dengan sempurna, sehingga butiran menempel kembali.

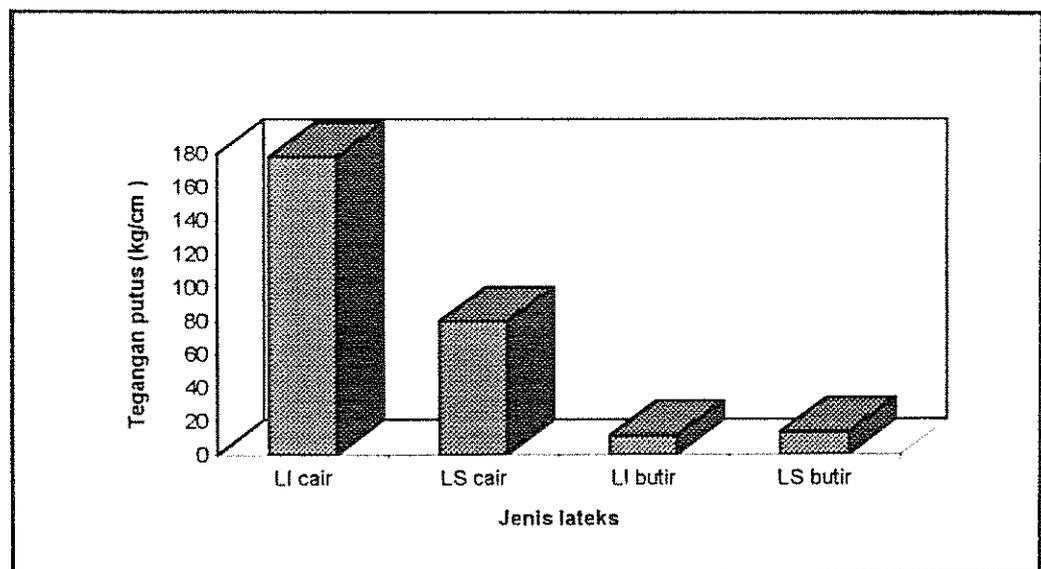
#### 4. Tegangan Putus

Tegangan putus (*tensile strength*) ialah gaya maksimum yang dibutuhkan selama peregangan contoh uji hingga putus (ASTM, 1991). Biasanya dinyatakan dalam  $\text{kg/cm}^2$  luas penampang contoh uji sebelum diregangkan.

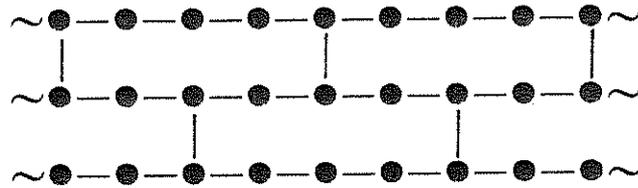
Uji tegangan putus lateks dilakukan terhadap contoh uji yang berasal dari film tuang berukuran  $12.9 \times 9.0 \text{ cm}^2$ . Film yang berasal dari LI cair memiliki nilai tegangan putus antara  $167.38\text{-}188.34 \text{ kg/cm}^2$  dengan rata-rata  $178.05 \text{ kg/cm}^2$ . Tegangan putus film LS cair berkisar antara  $73.64\text{-}85.52 \text{ kg/cm}^2$  dengan rata-rata  $79.82 \text{ kg/cm}^2$ . Hasil uji selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 10. Perbedaan tampak jelas terlihat dan diperkuat oleh hasil uji statistik. Lampiran 2d menunjukkan bahwa pada tingkat kepercayaan 95 dan 99 persen nilai  $t_0$  (10.36) yang dihasilkan lebih besar dari nilai  $t_{\alpha/2,2}$ . Film yang berasal dari LI cair memiliki nilai tegangan putus yang lebih tinggi daripada film LS. Perbedaan ini disebabkan oleh adanya penambahan

monomer yang memiliki sifat khusus serta perbedaan proses iradiasi. Pada LI terjadi ikatan silang antar rantai poliisoprena, sehingga ikatan antar rantai molekulnya menjadi lebih kuat. Bentuk ikatan ini dapat dilihat pada Gambar 11. Hal demikian tidak terjadi pada LS. Proses iradiasi yang dilakukan menyebabkan stirena menempel pada rantai poliisoprena. Bentuk ikatannya dapat dilihat pada Gambar 12. Perbedaan bentuk ikatan inilah yang menyebabkan terjadinya perbedaan gaya yang dibutuhkan untuk memutuskan ikatan LI dan LS.

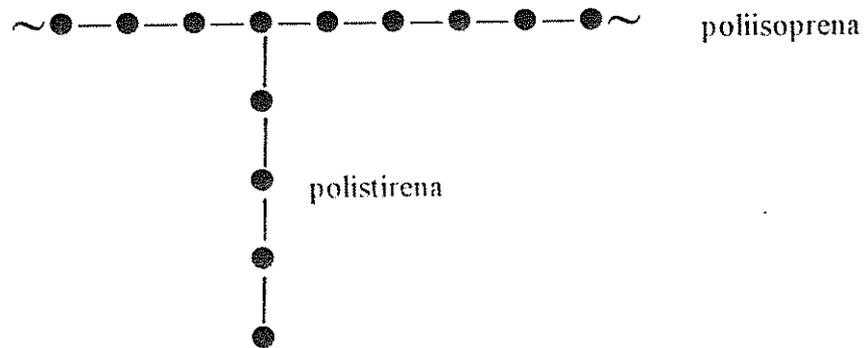
Rata-rata tegangan putus butiran LI ialah  $11.11 \text{ kg/cm}^2$ , sedangkan butiran LS  $13.16 \text{ kg/cm}^2$ . Tegangan putus film yang berasal dari butiran LI dan LS tidak menunjukkan adanya perbedaan. Hal ini ditunjukkan pada Lampiran 2d. Nilai  $t_0$  0.98 lebih kecil dari nilai  $t_{0/2.2}$  (rata-rata total  $12.14 \text{ kg/cm}^2$ ). Proses pembutiran dan pembuatan film diduga sebagai penyebab terjadinya hal ini.



Gambar 10. Hasil pengukuran tegangan putus



Gambar 11. Ikatan yang terbentuk pada lateks alam iradiasi (Utama, 1981)



Gambar 12. Ikatan yang terbentuk pada kopolimer lateks alam polistirena (Utama, 1993)

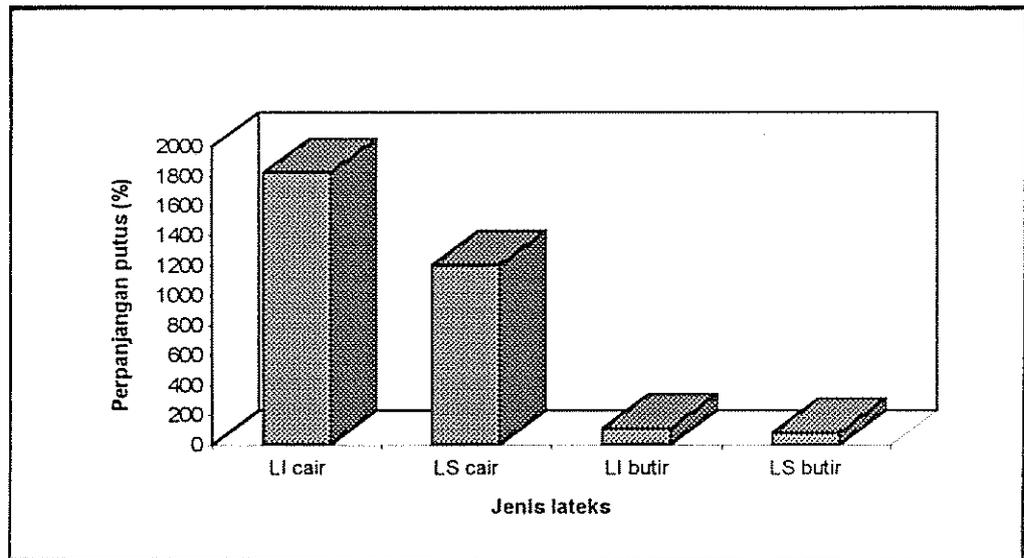
Pembuatan film dari butiran dilakukan dengan penggilingan dan pengepresan. Silikat yang dipakai tertekan ke dalam film ketika digiling dan dipres, sehingga merusak ikatan antar partikel karet. Akibatnya timbul kerapuhan. Sementara itu suhu pengepresan yang cukup tinggi, yaitu 160°C selama 3 menit, memperburuk sifat elastis karet. Ikatan antarmolekul karet yang telah diiradiasi sebenarnya lebih kuat daripada karet yang belum diiradiasi, karena telah terbentuk ikatan silang yang lebih kuat. Namun penetrasi silikat ke dalam film, yang diperkuat dengan pemanasan, menyebabkan kondisi film yang rapuh. Pada saat contoh diuji, kekuatan tarik yang dihasilkan sangat rendah dibandingkan dengan film lateks tuang.

Menurut Evans (1978) karet butiran yang dibuat dengan cara mekanis memiliki nilai kisaran tegangan putus  $87-102 \text{ kg/cm}^2$ . Karet butiran ini memakai bahan pelapis silikat antara 2.5-10 persen dari bobot karet. Jika dibandingkan dengan karet butiran hasil penelitian ini terdapat adanya perbedaan. Rata-rata total tegangan putus butiran LI dan LS ialah  $12.14 \text{ kg/cm}^2$ . Perbedaan ini disebabkan oleh perbedaan jumlah pemakaian silikat. Pada butiran LI digunakan silikat 100 persen dari bobot karet, sedang butiran LS menggunakan 127 persen silikat.

### 5. Perpanjangan Putus

Gambar 13 menunjukkan hasil pengukuran perpanjangan putus awal terhadap film tuang LI dan LS. Nilai perpanjangan putus film yang dibuat dari LI cair ialah 1822.5 persen, sedang film LS cair ialah 1200.5 persen. Hasil uji statistik pada Lampiran 2e menunjukkan bahwa terdapat perbedaan antara keduanya, karena nilai  $t_0$  (4.24) lebih kecil dari nilai  $t_{\alpha/2,2}$  pada  $\alpha=5\%$  dan  $\alpha=1\%$ . Hal ini menunjukkan bahwa film LI cair memiliki perpanjangan putus yang lebih tinggi daripada film LS cair. Penyebab kejadian ini sama dengan penyebab perbedaan tegangan putus film LI dan LS cair, yaitu perbedaan bentuk ikatan rantai molekul penyusunnya.

Nilai perpanjangan putus film butiran LI berkisar antara 77.78-127.77 persen, sedang butiran LS 61.11-111.10 persen. Lampiran 2e menunjukkan bahwa pada saat telah dibutirkan LI dan LS memiliki perpanjangan putus yang sama, karena nilai  $t_0$  hanya 2.50. Rata-rata total perpanjangan putus yang didapat ialah 95.37 persen. Hal ini menunjukkan bahwa proses pembutiran dan pembuatan film mempengaruhi perpanjangan putus film butiran LI dan LS, seperti yang terjadi pada tegangan putus film kedua jenis butiran.



Gambar 13. Hasil pengukuran perpanjangan putus

Menurut Evans (1978) proses mekanis menghasilkan karet alam butiran yang memiliki nilai perpanjangan putus antara 545-590 persen, dengan pemakaian silikat 2.5-10 persen. Perbedaan perpanjangan putus antara butiran hasil proses mekanis dengan butiran LI dan LS disebabkan oleh perbedaan jumlah pemakaian silikat, seperti pada perbedaan tegangan putus film kedua jenis butiran bila dibandingkan dengan karet butiran proses mekanis.

#### 6. *Differential Scanning Calorimeter*

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik termal bahan, yaitu sifat bahan jika dikenai peningkatan suhu. Selain itu pengujian ini juga dapat digunakan untuk mengetahui titik leleh bahan. Bahan rujukan yang digunakan ialah aluminium. Dengan memanaskan sampel dan blanko secara bersamaan, maka dapat diketahui perubahan sifat sifat sampel dibandingkan dengan aluminium.

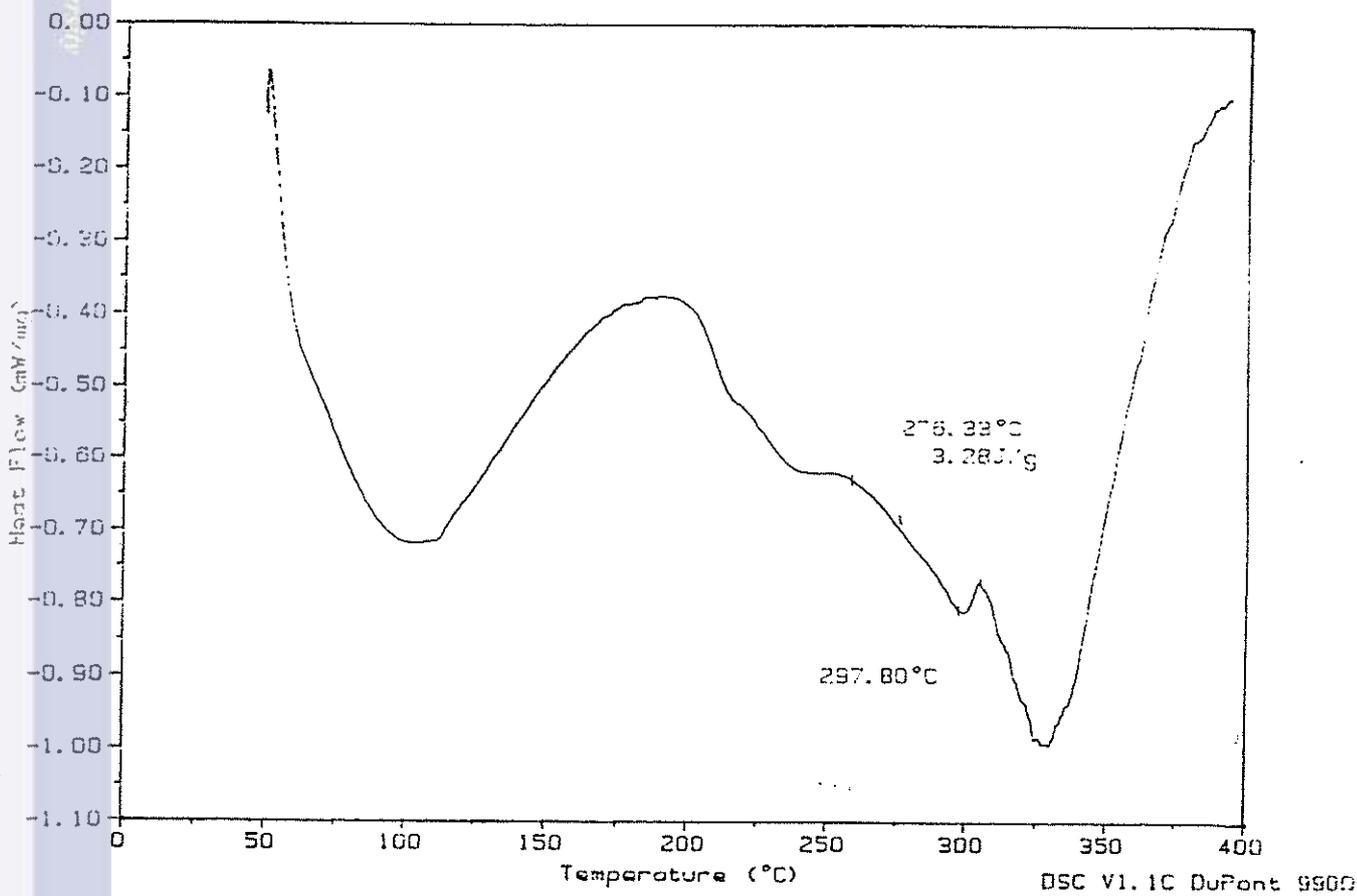




Sample: LATEKS STIREN  
Size: 4.60 mg  
Method: 20°C /minute

DSC

File: LS.02  
Run date: 08/28/95 12:43



Gambar 15. Grafik DSC butiran LS

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### A. KESIMPULAN

1. Kegagalan proses pembutiran LK dipengaruhi oleh jenis bahan baku yang dipakai, yaitu lateks pekat dengan pengawet amonia. Penghilangan sebagian protein mengakibatkan LK sensitif terhadap perubahan pH, sehingga sulit dibutirkan. Pada LM, kegagalan lebih disebabkan oleh proses iradiasi yang mempengaruhi ikatan metil metakrilat dan poliisoprena. Radikal metil metakrilat yang terbentuk menghalangi penetrasi aluminium sulfat terhadap poliisoprena.
2. Proses pembutiran LI dan LS dengan bahan pelapis silikat mengubah sifat fisiknya. Hasil analisa akhir menunjukkan bahwa sebagian sifat fisik butiran LI dan LS menjadi sama kecuali rendemen dan kadar abunya. Rendemen LI 69.54 persen dan LS 28.50 persen. Kadar abu butiran LI 1.65% dan LS 1.19%. Silikat yang memiliki titik lebur tinggi meningkatkan kadar abu butiran. Silikat juga mempengaruhi tegangan putus dan perpanjangan putus, yaitu dengan menambah kerapuhan butiran sehingga menurunkan kekuatannya dan sifat elastisnya. Persentase diameter butiran yang sesuai dengan ketentuan ASTM (rata-rata total 29.10%), tegangan putus (rata-rata total 12.14 kg/cm<sup>3</sup>), dan perpanjangan putus (rata-rata total 95.37%) butiran LI dan LS menunjukkan hasil yang tidak berbeda.
3. Nilai tegangan putus dan perpanjangan putus butiran LI dan LS lebih rendah jika dibandingkan dengan karet alam butiran hasil proses mekanis. Penyebabnya ialah perbedaan jumlah pemakaian bahan pelapis silikat .
4. LI memerlukan Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> sebanyak 25 ml, sedangkan LS memerlukan 20 ml untuk membutir. Pengerasan butiran memakai natrium lauril sulfat 0.05 persen sebanyak 200 ml. Larutan ini juga mengurangi sifat lengket butiran. Proses pengeringan yang dipilih ialah selama 22 jam, yaitu 15 menit pada 110°C dan 21 jam 45 menit pada 70°C.

## B. SARAN

Proses pembutiran yang telah dilakukan pada penelitian ini masih perlu diperbaiki agar diperoleh hasil pembutiran karet yang lebih baik. Pemilihan bahan pelapis perlu dilakukan agar tidak terjadi penurunan yang tajam pada tegangan putus dan perpanjangan putus, serta peningkatan kadar abu.

Pemilihan garam yang dipakai untuk membutirkan lateks LK dan LM juga perlu diteliti kembali agar didapat butiran yang lebih baik. Proses pengeringan butiran perlu dipercepat namun tetap menghasilkan butiran yang baik.

Penelitian mengenai pembutiran LK dan LM perlu dilanjutkan agar diketahui sifat-sifat fisiknya serta kegunaannya.



## DAFTAR PUSTAKA

- Allcock, H.R., dan F.W. Lampe. 1981. *Contemporary Polymer Chemistry*. Prentice-Hall, Inc., New Jersey.
- Anonim. 1976. *Rubber Technology and Manufacture*. SBP, New Delhi.
- Anonim. 1985. *Du Pont Instruments Thermal Analysis System 9900*. E.I. du Pont de Nemours and Co., Wilmington.
- Anonim. 1989. *CRC Handbook of Chemistry and Physics*. 69th Edition. CRC Press Inc., Florida.
- Anonim, 1994. *Statistik Indonesia 1994*. Biro Pusat Statistik, Jakarta.
- ASTM. 1991. *Annual Book of ASTM Standard*. Volume 09.01. ASTM, Philadelphia.
- Baradja, L. 1983. *Pembutiran Karet dari Lateks Lewat Koagulasi*. Skripsi. Jurusan Kimia, FMIPA, ITB, Bandung.
- Barlow, C. 1978. *The Natural Rubber Industry*. Oxford University Press, New York.
- Billmeyer, E.W. 1962. *Polymer Science*. Interscience Publishing, New York.
- Blackley, D.C. 1966. *High Polymer Latice*. Maclaren and Sons Ltd., New York.
- Chapiro, A. 1962. *Radiation Chemistry of Polymeric System*. Interscience Publishers John Wiley and Sons Inc., New York.
- Diehl, J.F. 1990. *Safety of Irradiated Foods*. Marcel Dekker, Inc., New York.
- Evans, C.W. 1978. *Powdered and Particulate Rubber Technology*. Applied Science Publishers, London.
- Hines, W.W., dan D.C. Montgomery. 1990. *Probabilita dan Statistik dalam Ilmu Rekayasa dan Manajemen*. Terjemahan. UI Press, Jakarta.
- Kay, H.A.C. 1971. *Principles of Radiochemistry : Applied Chemistry*. Division Butterwort and Co. Publisher Ltd., London

- Makuuchi, K., dan V. Markovic. 1991. Radiation Processing of Natural Rubber Latex. Di dalam RTG on Radiation Vulcanization of Natural Rubber Latex. PAIR BATAN, Jakarta.
- McLaughlin, W.L., A.W. Boyd, K.H. Chadwick, J.C. McDonald, dan A. Miller. 1989. Dosymetri for Radiation Processing. Taylor and Francis, New York.
- Morton, M. 1963. Introduction of Rubber Technology. Reinhold Publishing Corporation, New York.
- Munk, P. 1989. Introduction to Macromolecule Science, John Wiley and Sons, New York.
- Panji, T., dan D.R. Maspanger. 1986. Keunggulan dan Kelemahan Pemakaian Karet Butiran. Buletin Perkebunan no 1. Balai Penelitian Perkebunan, Bogor.
- Stern, H.J. 1954. Rubber : Natural and Synthetic. Maclaren and Sons Ltd., London.
- Utama, M. 1981. Peningkatan Mutu Lateks Alam Pekat dengan Metoda Radiasi, Ilmu Pengetahuan Populer. Majalah Monitor No. 13, Jakarta.
- Utama, M. 1993. Irradiated Natural Rubber Latex Technology. PAIR BATAN, Jakarta.
- Utama, M. 1995. Polimerisasi Radiasi. Makalah pada Diklat Pemandu Pameran BATAN. BATAN, Jakarta.
- Von Fischer, W. 1948. Paint and Varnish Technology. Reinhold Publishing Corporation, New York.
- Wake, W.C., B.K. Tidd, dan M.J.R. Loadman. 1983. Analysis of Rubber and Rubberlike Polymers. Applied Science Publishers, London.
- Walujono, K. 1977. Peremahan Karet Secara Kimia. Majalah Menara Perkebunan no. 4. Balai Penelitian Perkebunan, Bogor.
- Wheelans, A., dan K.S. Lee. 1981. Development in Rubber Technology 2. Applied Science Publishers Ltd., London.
- Wong, N.P., dan C.T. Loo. 1985. Room Temperatur Pre-vulcanization of Natural Rubber Latex. Di dalam International Rubber Conference : Proceeding vol.2. Rubber Research Institute of Malaysia, Kuala Lumpur.

## Lampiran 1. Pengujian Lateks dan Produk

### a. Kadar Padatan Total (ASTM D 1076-88)

Sampel ditimbang sebanyak  $2.5 \pm 0.5$  gram. lalu dimasukkan ke dalam wadah dan dikeringkan dalam oven selama 2 jam pada suhu  $100 \pm 2^\circ\text{C}$ . Wadah diangkat dan dimasukkan ke dalam desikator hingga suhunya menyamai suhu kamar. Kemudian sampel ditimbang hingga bobotnya konstan.

$$\text{Kadar padatan total} = [(C-A)/(B-A)] \times 100\%$$

Keterangan : A = bobot wadah

B = bobot wadah dan sampel awal

C = bobot wadah dan sampel akhir.

### b. Pengukuran pH (ASTM D 1076 - 88)

Alat pH meter dihidupkan dan dikalibrasi. Setiap kali melakukan kalibrasi, elektroda dibasuh secara menyeluruh dengan aquades. Sampel dimasukkan dalam wadah bersih, elektroda ditempatkan pada sampel dan nilai pH diukur sesuai petunjuk.

### c. Uji Viskositas (*Manual Visconic Viscometer tipe EMD*)

Pengujian viskositas lateks dilakukan dengan menggunakan alat *visconic viscometer* tipe EMD. Alat dihidupka dan dibiarkan hingga suhunya mencapai  $24^\circ\text{C}$ . Sampel dimasukkan ke dalam wadah logam, kemudian diletakkan pada alat viskometer. Alat perekam data dihidupkan dan setelah angka yang tertera pada alat stabil, angka tersebut dicatat.

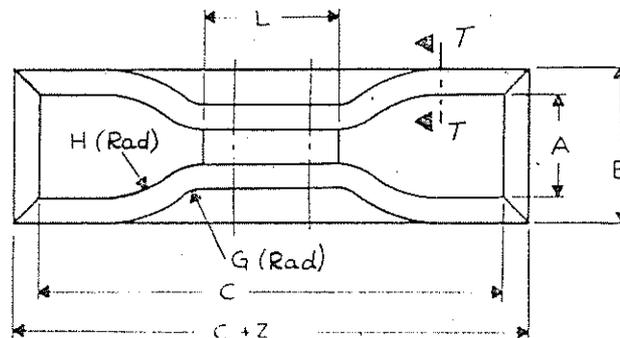
### d. Ukuran Butiran

Butiran disaring memakai saringan dengan lubang berdiameter 0.5 cm. Butiran yang tertahan dan yang lolos saringan ditimbang.

### e. Tegangan Putus dan Perpanjangan Putus (ASTM D 412)

Lateks dengan KTP 35% sebanyak 20 ml dituang ke dalam cetakan kaca berukuran  $12.9 \times 9 \text{ cm}^2$ . Biarkan hingga mengering. Butiran karet sebanyak 20 gram digiling dengan 0.2 gram asam stearat dan 0.2 gram minarex B. Setelah didapatkan permukaan yang halus dan homogen, sampel dipres dengan pengkondisian 3 menit, pengepresan pada suhu  $160^\circ\text{C}$  selama 3 menit, dan pendinginan 5 menit.

Sampel yang hendak diuji memiliki tebal antara 1.5-3.0 mm dan dicetak menjadi *dumbbell*. *Dumbbell* diletakkan pada alat penjepit. Alat dihidupkan dan data yang terukur dicatat.



Keterangan :  $L = 20 \text{ mm}$

$A = 16 \text{ mm}$

$B = 30 \text{ mm}$

$C = 100 \text{ mm}$

$Z = 13 \text{ mm}$

Tegangan putus =  $F/A$

$F$  = gaya hingga putus

$A$  = luas penampang antara 2 tanda

Perpanjangan putus =  $[(L-L_0) / L_0] \times 100\%$

$L$  = panjang sampel saat putus

$L_0$  = panjang sampel awal

#### f. Kadar Abu (ASTM D 1278-76)

Sampel ditimbang sebanyak 5-8 gram, lalu dimasukkan dalam wadah crucibel dan ditimbang hingga 0.1 mg terdekat. Sampel dimasukkan dalam tanur bersuhu  $550 \pm 25^\circ\text{C}$  sampai bebas karbon. Sampel lalu dimasukkan dalam desikator dan ditimbang.

$$\text{Kadar abu} = (C - B)/D \times 100\%$$

D = bobot sampel akhir

B = bobot wadah

C = bobot wadah dan sampel awal

#### g. *Differential Scanning Calorimeter*

Pengujian dilakukan sesuai dengan petunjuk Du Pont Instrument Thermal Analysis System 9900. Sampel ditimbang sebanyak 1-10 mg, kemudian dimasukkan ke dalam wadah aluminium, ditutup, serta ditekan hingga terbentuk pelet. Sampel dan blanko, yaitu wadah aluminium tertutup tanpa sampel, diletakkan pada alat. Selanjutnya alat dihidupkan, diprogram, serta dibiarkan hingga suhunya naik mencapai  $50^\circ\text{C}$ . Alat perekam data diaktifkan. Ketika suhu telah mencapai  $400^\circ\text{C}$  grafiknya dapat dilihat pada layar komputer serta dapat dicetak langsung.

Pada penggunaan selanjutnya, maka alat perlu dibiarkan hingga suhunya mencapai suhu ruang kembali, kemudian tempat sampel dibersihkan. Setelah kondisi ini tercapai, alat telah siap dipakai kembali.

Lampiran 2a. Hasil uji statistik rendemen

Bahan	Ulangan		
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3
LI	71.72	67.36	69.54
LS	22.54	32.39	30.58
Beda (dj)	49.18	34.97	38.96

$\bar{d}_j$  rata-rata = 41.04  
 $Sd^2$  = 53.73  
 $Sd$  = 7.33  
 $t_0$  = 9.70\* (\* berbeda pada  $\alpha=5\%$ )

Lampiran 2b. Hasil uji statistik kadar abu

Bahan	Ulangan		
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3
LI cair	0	0.047	0.03
LS cair	0	0	0
Beda (dj)	0	0.047	0.03
LI butir	1.66	1.65	1.65
LS butir	1.17	1.26	1.13
Beda (dj)	0.49	0.39	0.52

Cair:  
 $\bar{d}_j$  rata-rata = -0.026  
 $Sd^2$  = 0.00057  
 $Sd$  = 0.024  
 $t_0$  = -1.876

Butir:  
 $\bar{d}_j$  rata-rata = 0.47  
 $Sd^2$  = 0.0046  
 $Sd$  = 0.068  
 $t_0$  = 11.97\*

Lampiran 2c. Hasil uji statistik diameter butiran

Bahan	Ulangan					
	Ulangan 1		Ulangan 2		Ulangan 3	
	d < 0.5	d > 0.5	d < 0.5	d > 0.5	d < 0.5	d > 0.5
LI	34.69	65.31	28.77	71.23	23.58	76.42
LS	30.66	69.34	26.13	73.87	30.76	69.24
Beda (dj)	4.03		2.64		-7.18	

Hal. Cetak: 11/01/2019, 10:00:00 AM  
 1. Diizinkan untuk digunakan sebagai referensi  
 2. Diperbolehkan untuk dipinjamkan  
 3. Diperbolehkan untuk dipinjamkan  
 4. Diperbolehkan untuk dipinjamkan  
 5. Diperbolehkan untuk dipinjamkan  
 6. Diperbolehkan untuk dipinjamkan  
 7. Diperbolehkan untuk dipinjamkan  
 8. Diperbolehkan untuk dipinjamkan  
 9. Diperbolehkan untuk dipinjamkan  
 10. Diperbolehkan untuk dipinjamkan

## Lampiran 2c. Lanjutan

$$\begin{aligned} dj \text{ rata-rata} &= -0.17 \\ Sd^2 &= 37.34 \\ Sd &= 6.11 \\ t_0 &= -0.048 \end{aligned}$$

## Lampiran 2d. Hasil uji statistik tegangan putus

Bahan	Ulangan		
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3
LI Cair	188.34	167.38	178.43
LS Cair	73.64	85.52	80.31
Beda (dj)	114.49	81.86	98.12
LI Butir	14.15	10.81	8.36
LS Butir	15.49	9.33	14.67
Beda (dj)	-1.34	1.48	-6.31

Cair:

$$\begin{aligned} dj \text{ rata-rata} &= 98.22 \\ Sd^2 &= 269.62 \\ Sd &= 16.42 \\ t_0 &= 10.36^{**} \text{ (** berbeda pada } \alpha=5\% \\ &\text{ dan } \alpha=1\%) \end{aligned}$$

Butir:

$$\begin{aligned} dj \text{ rata-rata} &= 2.06 \\ Sd^2 &= 15.56 \\ Sd &= 3.94 \\ t_0 &= 0.98 \end{aligned}$$

## Lampiran 2e. Hasil uji statistik perpanjangan putus

Bahan	Ulangan		
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3
LI Butir	127.77	122.22	77.78
LS Butir	111.10	72.22	61.11
Beda (dj)	16.67	50.00	16.67
LI Cair	1828.50	1875.00	1764.00
LS Cair	1087.51	1250.00	1264.00
Beda (dj)	741.00	625.00	500.00



Lampiran 3. Rekapitulasi data

Parameter	Bahan	Replikasi			Rata-rata	Deviasi standar
		1	2	3		
<b>Rendemen</b>	LI butir	71.72	67.36	69.54	69.54	
	LS butir	22.54	32.39	30.58	28.50	
<b>Kadar abu</b>	LI cair	0	0.05	0.03	0.03	
	LS cair	0	0	0	0	0.02
	LI butir	1.66	1.65	1.65	1.65	
	LS butir	1.17	1.26	1.13	1.19	
<b>Diameter butiran</b>	LI butir	34.69	28.77	23.58	29.01	
	LS butir	30.66	26.13	30.76	29.18	29.10
<b>Perpanjangan putus</b>	LI butir	127.22	122.22	77.78	109.26	
	LS butir	111.10	72.22	61.11	81.48	95.37
	LI cair	1828.50	1875.00	1764.00	1822.5	
	LS cair	1087.50	1250.00	1264.00	1200.5	
<b>Tegangan putus</b>	LI cair	188.34	167.38	178.43	178.05	
	LS cair	73.64	85.52	80.31	79.82	
	LI butir	14.15	10.81	8.36	11.11	
	LS butir	15.49	9.33	14.67	13.16	12.14