

P3TIR/P.92/2002

USAHA PENINGKATAN MODULUS PADA
PEMBUATAN BENANG KARET DARI LA -
TEKS ALAM IRADIASI

Made Sumarti, Marga Utama, dan Marsongko

USAHA PENINGKATAN MODULUS PADA PEMBUATAN BENANG KARET DARI LATEKS ALAM IRADIASI

Made Sumarti, Marga Utama, dan Marsongko
Puslitbang Teknologi Isotop dan Radiasi – BATAN, Jakarta

ABSTRAK

USAHA PENINGKATAN MODULUS PADA PEMBUATAN BENANG KARET DARI LATEKS ALAM IRADIASI. Telah dipelajari tiga faktor penting pada pembuatan benang karet dari lateks alam iradiasi yaitu jenis formulasi, kadar bahan penggumpal asam asetat (30, 45, dan 60 %), dan suhu proses (90, 100, dan 110 °C). Parameter yang dievaluasi meliputi modulus, tegangan putus, perpanjangan putus, dan perpanjangan tetap benang karet yang dihasilkan. Ternyata dengan menggunakan lateks alam iradiasi yang dikopolimerisasi dengan metil metakrilat (MMA) sebanyak 20 psk (per seratus bagian berat karet) pada dosis iradiasi 5 kGy, atau lateks alam iradiasi yang dicampur dengan MG 33 sebanyak 100 psk merupakan lateks yang cocok untuk bahan dasar benang karet. Kondisi optimum proses pembuatan benang karet adalah kadar bahan penggumpal asam asetat 30 %, dengan suhu pemanasan 100 °C. Pada kondisi ini kualitas benang karet memenuhi standar pemakaian menurut ASTM, yaitu tegangan putus 30 Mpa, Modulus 300 % adalah 2,4 Mpa, dengan perpanjangan tetap dibawah 5 %.

ABSTRACT

MODULUS IMPROVEMENT ON RUBBER THREAD PRODUCTION FROM IRRADIATED NATURAL RUBBER LATEX IN LABORATORY SCALE. Three important factors for producing rubber thread such as formulation, acetic acid as coagulant agent (30, 45, 60 %), and temperatur (90, 100, 110 °C) has been studied. The parameters such as modulus, tensile strength, elongation at break, and permanent set were evaluated. The results showed that irradiated natural rubber latex grafted with MMA 20 phr (part hundred ratio of rubber) at 5 kGy, or mixtured with MG 33 around 100 phr was evalailable for row material of rubber thread. The optimum temperature was about 100 °C. with 30 % acetic acid as coagulant agent. The quality of rubber thread which produced by this method fulfile ASTM standard requirement e.g. tensile strength is 30 MPa modulus 300 % is 2,4 MPa, elongation at break is 1000 % and permanent set less than 5 %.

*) Dibawakan pada Seminar Nasional I, Aplikasi kimia dalam pengelolaan sumber daya alam dan lingkungan, JASAKIAI, Yogyakarta, 24 – 25 Juli 2001.

PENDAHULUAN

Benang karet dari lateks alam merupakan komoditi produk karet yang cukup diminati masyarakat, karena pemakaiannya nomer tiga setelah sarung tangan dan karet busa. Kebutuhan dunia benang karet pada tahun 1988 adalah 45.000 ton, diperkirakan meningkat menjadi 57.000 ton pada tahun 1992 dan diduga pada tahun 2000 benang karet yang dibutuhkan sekitar 75.000 ton (1).

Menurut WEISS G.H.R. (2), patent pertama tentang pembuatan benang karet dari lateks dilaporkan oleh THOMAS HANCOCO pada tahun 1938, dengan cara mencelupkan batang bulat berbentuk spiral ke dalam kompon lateks alam, dan dikeringkan. Kemudian cara ini disempurnakan oleh beberapa peneliti yang antara lain berasal dari Inggris dan Amerika dari tahun 1952 s/d 1966.

Sampai saat ini untuk membuat benang karet digunakan cara penyemprotan, yaitu lateks disemprotkan melalui lobang kapiler, kemudian digumpalkan oleh asam asetat, dicuci dengan air panas, dan dikeringkan. Benang karet yang dihasilkan biasanya harus memiliki modulus 300 % yaitu sekitar 2,4 MPa (3 - 4).

Sejak tahun 1983 P₃TIR - BATAN telah memproduksi lateks alam iradiasi yang langsung dapat digunakan untuk pembuatan produk karet misalnya sarung tangan, kondom, topeng dengan modulus rendah (modulus 300 % = ± 1 MPa). Untuk meningkatkan modulus pada pembuatan benang karet sesuai dengan yang diinginkan, maka lateks alam iradiasi harus ditambah lateks alam kompon belerang. (1).

Dalam tulisan ini akan disajikan cara lain untuk meningkatkan modulus lateks alam iradiasi, yaitu dengan cara kopolimerisasi iradiasi MMA / stiren ke dalam lateks alam atau lateks alam iradiasi, karena pada kopolimer poli - MMA maupun poli stiren adalah jenis polimer yang mempunyai modulus jauh lebih tinggi dari pada film lateks alam iradiasi.

Menurut W. HOFMANN (8), bahwa proses vulkanisasi radiasi nilai modulus film karet dari lateks alam iradiasi dipengaruhi oleh jumlah pengikatan silang antara molekul poli isopren karet alam per satuan volume (derajat pengikatan silang). Sementara itu derajat pengikatan silang dipengaruhi oleh besarnya dosis iradiasi yang diserap oleh partikel karet alam tersebut. Yaitu makin tinggi dosis yang diserap, derajat pengikatan silang meningkat. Hal ini akan berakibat modulus meningkat, perpanjangan putus dan

perpanjangan tetap menurun, sedang tegangan putus mencapai maksimum pada derajat pengikatan silang tertentu. Hasil penelitian terdahulu menunjukkan bahwa pada umumnya untuk mendapatkan tegangan putus maksimum (20 – 30 Mpa) modulus 300 % bernilai antara 0,9 – 1,0 MPa. Nilai modulus ini masih belum cukup untuk produk karet yang bermodulus lebih tinggi misalnya benang karet yang modulus 300 % bernilai sekitar 2,4 MPa.

Untuk mengatasi kelemahan tersebut dari hasil percobaan pendahuluan menunjukkan bahwa lateks alam iradiasi yang dikopolimerisasi radiasi dengan stiren, MMA, atau dicampur dengan MG lateks atau ditambah dispersi belerang, modulus film karetnya dapat meningkat.

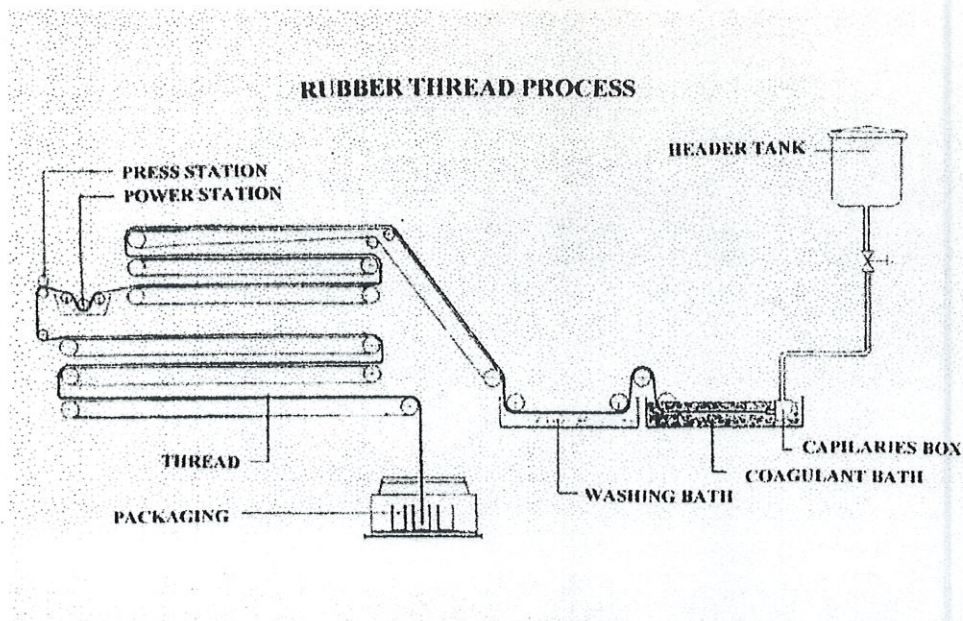
Berdasarkan data tersebut maka dalam makalah ini dibahas secara terinci tentang pembuatan benang karet dari lateks alam iradiasi dalam skala laboratorium, dengan tujuan mencari kondisi optimum proses pembuatan benang dari lateks alam iradiasi. Faktor yang diteliti meliputi formulasi, kadar bahan penggumpal, dan suhu pemanasan.

BAHAN DAN METODE

Bahan. Lateks alam produksi PT Agropalma yang dipanen bulan April dan Agustus 1991. Bahan penggumpal yang digunakan adalah asam asetat, sedangkan bahan pemeka adalah normal butil akrilat, dan karbon tetra klorida. Bahan yang diduga dapat meningkatkan modulus film karet lateks alam iradiasi yaitu stiren, metil metakrilat, dan dispersi belerang.

Alat. Iradiator lateks buatan Jepang, dengan sinar gamma cobalt – 60 beraktivitas 110 kCi, terletak di P₃TIR – BATAN, Pasar Jumat, Jakarta Selatan. Mesin pembuat benang karet buatan Inggris, terletak di pabrik benang Bekasi, serta peralatan untuk menguji kualitas lateks dan benang karet misalnya Instron Tester Type 1122, Klaxon Stirer, dan pH meter.

Metode. Dua liter lateks alam iradiasi dengan formulasi (Tabel 1) tertentu dimasukkan dalam tangki "Header Tank" (Gambar 1). Lateks yang keluar dari pipa kapiler, digumpalkan dengan asam asetat berkadar 30, 45, atau 60 %, kemudian dicuci dengan air, dan dikeringkan pada suhu 90, 100, atau 110 °C. Benang karet yang keluardigulung dan diuji kualitasnya sesuai dengan standar ASTM (7).



Gambar 1. Diagram alir pembuatan benang karet dari lateks alam iradiasi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat fisik dan mekanik film karet alam iradiasi yang dikopolimerisasi radiasi dengan monomer stiren, MMA, n-BA, dan TMPTA dengan bermacam-macam variasi dosis iradiasi dan kadar monomer disajikan di Gambar 2 - 7. Pada umumnya, dengan naiknya kadar monomer, modulus 300 % meningkat, perpanjangan putus menurun, sementara itu tegangan putus maksimum untuk stiren 2 psk, untuk MMA 10 psk tetapi untuk n-BA dan TMPTA menurun, Meningkatnya modulus diduga karena pengaruh peningkatan jumlah ikatan silang antara poliisopren , atau mungkin terjadi pula pengaruh monomer-monomer tersebut bila sampel diregangkan tidak kembali (plastis). Dari data-data diperoleh, maka dengan mengkopolimerisasikan stiren sebanyak 6 psk, atau MMA sebanyak 10 psk ke dalam lateks alam iradiasi dengan teknik radiasi akan diperoleh lateks alam iradiasi kopolimer yang film karetnya bermodulus cukup memenuhi standar benang karet yaitu sekitar 2,4 MPa. Hal yang sama terjadi pula bila lateks alam iradiasi tersebut dibubuhi dispersi belerang sebanyak 1 psk.

Tabel 1. Formulasi lateks alam iradiasi untuk benang karet.

Jenis	Formulasi
K	Lateks alam iradiasi (bahan pemeka n-BA 1 psk, CCl ₄ 1 psk, dan dosis 35 kGy).
1.	Lateks alam iradiasi (bahan pemeka campuran CCl ₄ dan n-BA sebanyak 1 : 1 psk, dosis iradiasi 25 kGy), dikopolimerisasi dengan MMA sebanyak 20 psk pada dosis 5 kGy.
2.	Lateks alam iradiasi seperti no.1, ditambah MG 33 (lateks alam dikopolimerisasi radiasi dengan MMA 50 psk pada dosis 5 kGy) sebanyak 100 psk.
3	Lateks iradiasi alam ditambah dispersi belerang sebanyak 1 psk.

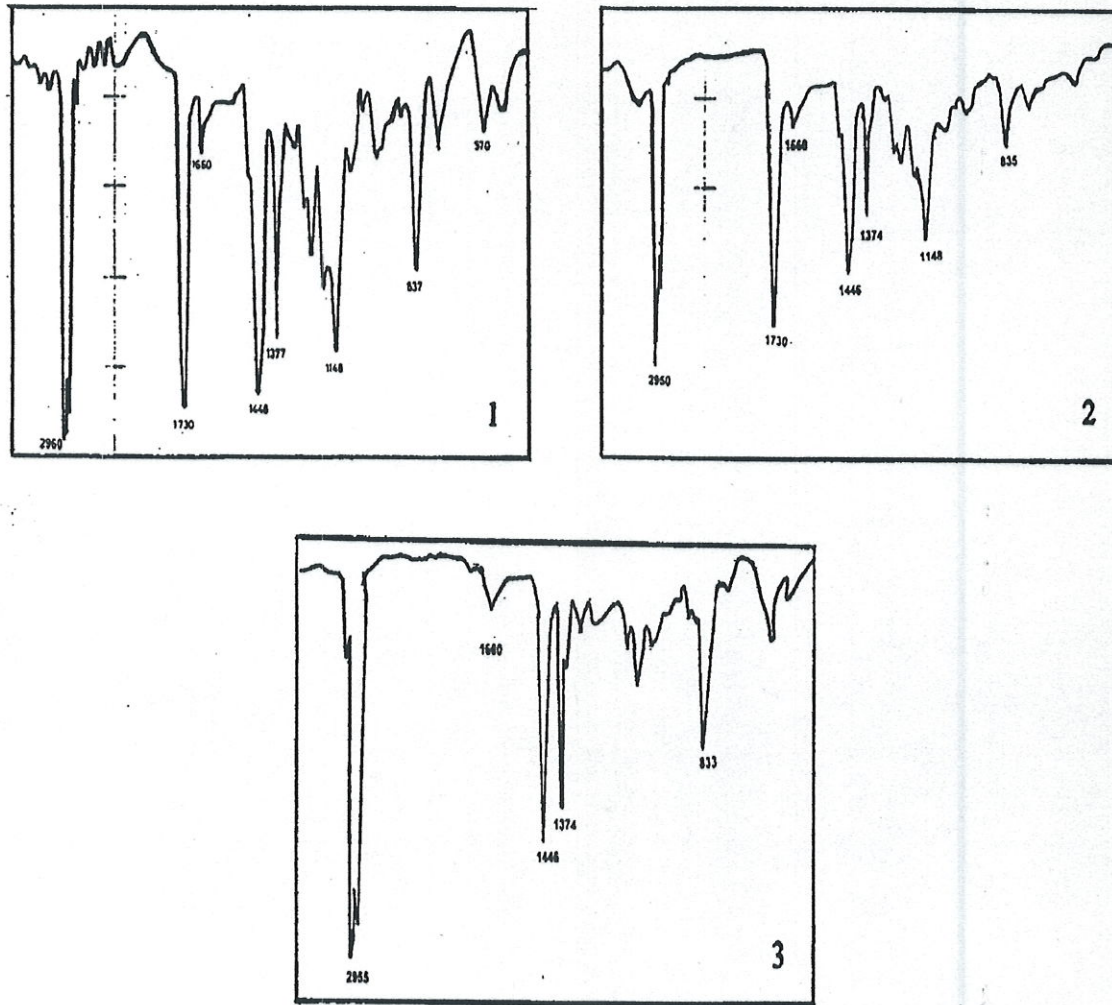
Cara lain untuk meningkatkan modulus ialah dengan mencampurkan lateks alam iradiasi dengan lateks MG. Langkah ini dikerjakan dengan asumsi bahwa MG lateks mempunyai modulus tinggi. Ternyata dengan menggunakan lateks MG 33 atau MG 50 (lateks alam yang dikopolimerisasi radiasi dengan metil metakrilat masing-masing sebanyak 50 dan 100 psk) sebanyak 100 dan 50 psk, modulus film karet dari lateks alam iradiasi meningkat menjadi 2,5 Mpa (Tabel 1). Hal ini memungkinkan bahwa lateks alam iradiasi tersebut dapat digunakan sebagai bahan dasar benang karet.

Tabel 2. Pengaruh sifat lateks terhadap formulasi lateks alam iradiasi.

Sifat	Jenis formulasi			
	K	1	2	3
Warna	putih	putih susu	putih susu	kekuningan
au	amonia	amonia	amonia	amonia
PH	10,5	10,5	10,5	10,5
Kekentalan, cps	29	26	27	27
Kadar padatan, %	55	52	52	52
Bilangan MST, detik				
0 bulan	1800	1800	1800	1800
1 minggu	1800	1770	1800	900
1 bulan	1800	1660	1670	150

Tabel 2, menunjukkan formulasi lateks yang digunakan untuk membuat benang karet skala laboratorium serta kualitasnya. secara visual formulasi no.1 dan no.2, relatif sama yaitu warna putih kental, sedang formulasi no.3 agak kekuningan karena ada campuran belerang dan setelah disimpan selama 1 bulan kestabilan mekanik lateks menurun dengan drastis yaitu dari 1800 detik menjadi sekitar 150 detik. Hal ini

disebabkan karena adanya dispersi belerang yang berupa partikel, dapat menyebabkan peristiwa prakoagulasi, sehingga lateks akan mudah menggumpal bila diaduk dengan kecepatan tinggi. Berbeda halnya dengan formulasi lateks no.1 dan no.2 cukup stabil karena MMA yang dikopolimerisasikan berupa emulsi.



Gambar 2. Spektrum infra merah dari film karet lateks alam iradiasi formulasi 1,2, 3.

Bila dilihat strukturnya dengan menggunakan Infra Merah Spektroskopi (Gambar2) maka sidik ragam spektrum no.1 sama dengan no.2, tetapi berbeda nyata dengan no.3. Hal ini disebabkan karena adanya gugus akrilat pada formulasi no.1 dan

no.2, sedang pada formulasi no.3 adanya belerang tidak terdeteksi. Ada 6 titik bilangan gelombang, yang mencirikan formulasi no.1 dan no.2 yaitu :

- bilangan gelombang 2960 dan 1375 cm^{-1} adalah gugus - CH_3
- bilangan gelombang 1730 dan 1140 cm^{-1} adalah gugus - $\text{C} = \text{O}$ -
- bilangan gelombang 1661 dan 1437 cm^{-1} adalah gugus - $\text{C} = \text{C}$ -

sedang pada lateks formulasi no.3 hanya pada bilangan gelombang 2960, 1661, 1475, 1375, dan 837 cm^{-1} .

Tabel 3. Pengaruh kadar asam asetat, terhadap sifat fisik dan mekanik benang karet yang dihasilkan.

Sifat	Jenis	Kadar asam asetat, %		
		30	45	60
Warna		Coklat muda	coklat muda	coklat tua
Modulus 300%, MPa	K	1,2	1,3	1,4
	1	2,4	2,5	2,6
	2	2,5	2,5	2,5
	3	2,6	2,6	2,6
Tegangan putus, Mpa	K	29	29	29
	1	30	30	30
	2	29	29	29
	3	30	30	28
Perpanjangan putus, %	K	1000	1000	950
	1	990	990	900
	2	930	990	900
	3	930	950	930
Perpanjangan tetap, %	K	5	5	5
	1	3	3	2
	2	4	3	3
	3	3	3	3

Bahan penggumpal. Pengaruh bahan penggumpal terhadap sifat fisik dan mekanik benang karet tertera di Tabel 3. Ternyata bila kadar asam asetat melebihi 45 %, benang karet yang dihasilkan berwarna coklat dan tegangan putusnya stabil. Hanya pada formulasi no.3, terlihat semakin tinggi kadar asam asetat pada penggumpal maka tegangan putus sedikit menurun. Hal ini disebabkan adanya oksidasi sisa asam asetat yang berlebihan dan dapat menyebabkan benang karet tersebut berwarna coklat dan lengket-lengket setelah disimpan 12 bulan pada suhu kamar.

Pemanasan. Peranan pemanasan pada pembuatan benang karet dari lateks alam yang divulkanisasi belerang ialah disamping untuk mengurangi kadar air, juga untuk vulkanisasi. Namun pada lateks alam yang divulkanisasi radiasi, pemanasan berfungsi

hanya menghilangkan kadar air saja. Pada gambar 8 menunjukkan bahwa dengan pemanasan 90–100°C, kadar air benang karet relatif sama dengan yang dipanaskan pada suhu 110°C yaitu sekitar 0,9 %, dengan tegangan putus, modulus yang relatif sama juga. Hal ini memungkinkan bahwa dengan pemanasan sekitar 100°C, sudah cukup untuk membuat benang karet.

Tabel 4. Sifat benang karet yang dihasilkan skala laboratorium dengan menggunakan formulasi no. 1, 2, dan 3, pada proses kondisi optimum.

Sifat	1	2	3	Standar
Modulus 300%, MPa	2,4	2,5	2,4	2,4
Tegangan putus, MPa	30	30	30	30
Perpanjangan putus, %	990	980	900	700*
Perpanjangan tetap, %	3	3	2	5**

* minimum

** maksimum

Selanjutnya kualitas benang karet yang dihasilkan baik dari formulasi no.1, 2, maupun no. 3 dengan menggunakan kondisi bahan penggumpal asam asetat 30 - 40%, suhu pemanasan 90 - 100°C disajikan pada Tabel 4. Ternyata dengan menggunakan ke tiga formulasi tersebut, benang karet yang dihasilkan cukup memenuhi standar ASTM yaitu modulus 300% sekitar 2,4 MPa, tegangan putus 30 Mpa, perpanjangan putus sekitar 900% dengan perpanjang tetap antara 2 – 4%

KESIMPULAN

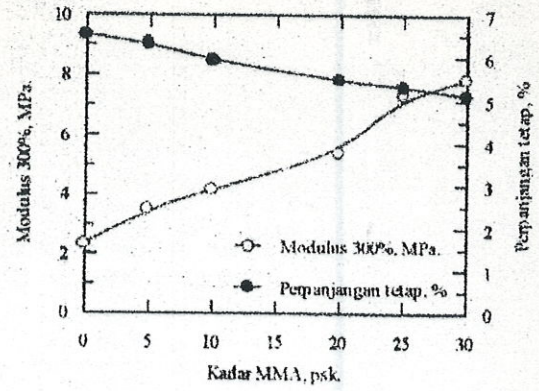
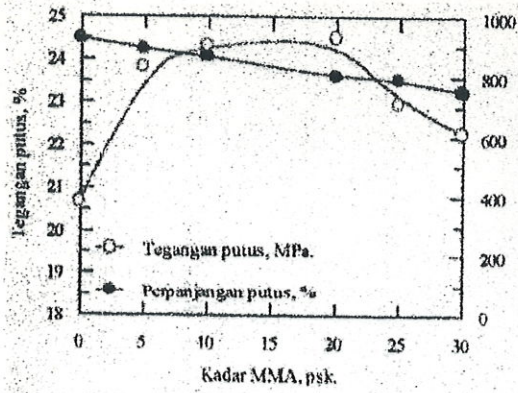
Pada kondisi optimum dengan menggunakan bahan penggumpal 30 – 45 %, suhu pengeringan 100 °C dapat menghasilkan benang karet dengan perpanjangan putus antara 900 – 980 %, perpanjangan tetap antara 2 – 4 %, serta sifat fisik mekanik lainnya memenuhi standar ASTM.

UCAPAN TERIMA KASIH

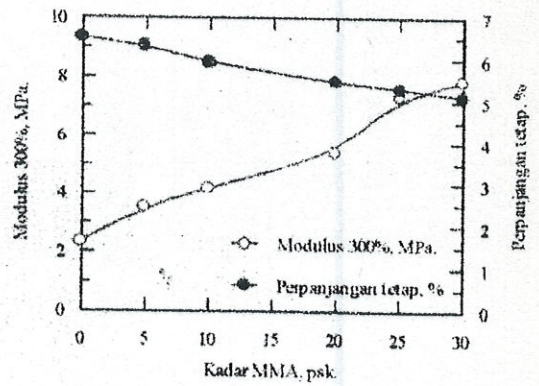
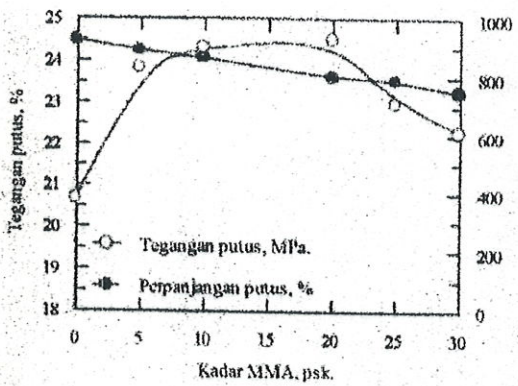
Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT PERKASA STERILINDO dan staf fasilitas Iradiator yang telah membantu sehingga penelitian ini terlaksana dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

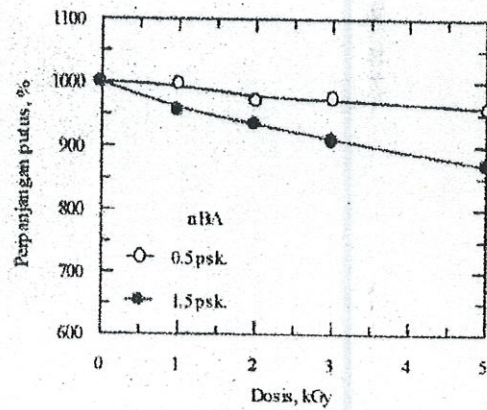
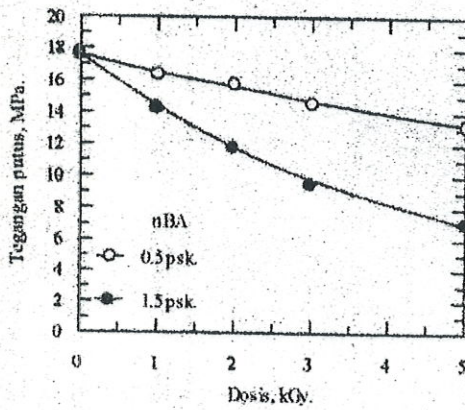
1. PENDLE, T.D., The natural rubber latex industry and its future prospects, JAERI M 92-228, JAERI, Tokyo (1990) 27.
2. WEISS, G.H.R., The production of natural latex thread, NR TECHNOLOGY X 4 (1979) 80.
3. CALVERT, K.O., Polymer latices and their applied science Ltd., London (1984).
4. COLLINS, J.L., and GORTON, A.D.T., The control of modulus in the production of modulus in the production of natural rubber thread, NR TECHNOLOGY XV 4 (1984) 69.
5. MAKAUUCI K., and MARKOVIC, V., Radiation processing of NRL, IAEA Bulletin, 1 (1991) 25.
6. MARGA UTAMA, Application and future prospects of irradiated natural rubber latex, The 3rd Asia Pacific Plastic and Rubber Conference on Market Trends and Advances in Materials, Machinery and Technology, CES, PRI, Singapore 17 – 18 June 1993.
7. ASTM, Standard methods for testing rubber thread, Annual Book of ASTM Standards, D 2433 – 83 0902 (1984).
8. W. Hofmann, Vulcanization and vulcanizing agent, Polymerization Publishing Co. Inc, New York (1967).



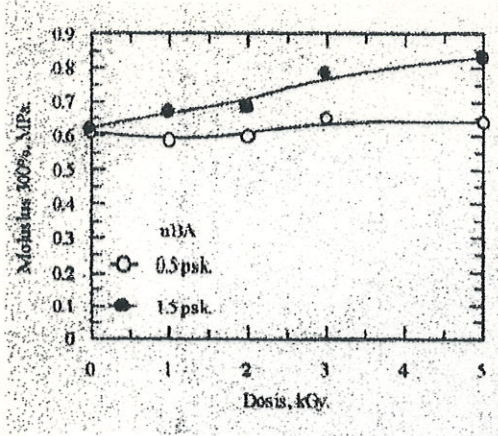
Gambar 3. Hubungan antara tegangan putus, perpanjangan putus, dan modulus 300% pada kadar stiren yang berbeda



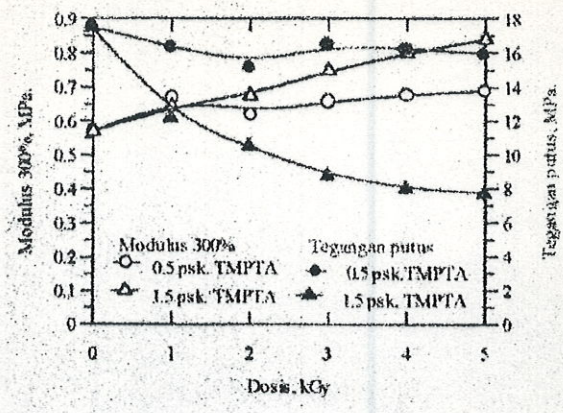
Gambar 4. Hubungan antara tegangan putus, perpanjangan putus, perpanjangan tetap, dan modulus 300% dengan kadar MMA yang berbeda.



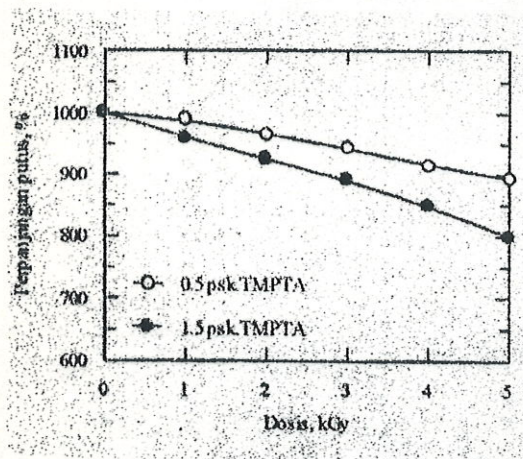
Gambar 5. Hubungan antara tegangan putus, perpanjangan putus, dengan kadar n-BA yang berbeda.



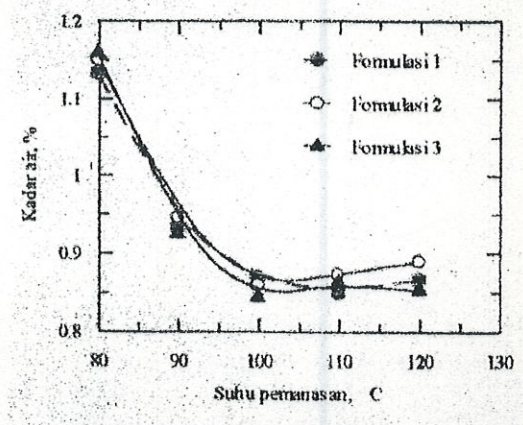
Gambar 6. Hubungan antara modulus 300%, kadar n-BA pada dosis yang berbeda.



Gambar 7. Hubungan antara modulus 300%, tegangan putus, kadar TMPTA pada dosis yang berbeda.



Gambar 7a. Hubungan antara perpanjangan putus Kadar TMPTA pada dosis yang berbeda



Gambar 8. Hubungan antara kadar air dan suhu pemanasan pada formulasi 1, 2, dan 3.