

PEMBUATAN SARUNG TANGAN LISTRIK DARI KOPOLIMER LATEKS KARET ALAM-STIREN IRADIASI

M.S. Kardha

Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi, BATAN

E-mail : titykardha@gmail.com

ABSTRAK

Telah didapatkan formulasi kopolimer lateks karet alam stiren iradiasi untuk sarung tangan listrik, yaitu campuran vulkanisasi lateks karet alam iradiasi (LAI) dengan kopolimer lateks karet alam stirena dengan kadar 50 psk diiradiasi dengan sinar γ ^{60}Co pada dosis 30 kGy (KS-50) dengan konsentrasi pencampuran 50 : 50 . Pembuatan sarung tangan dengan cara pencelupan menggunakan penggumpal campuran etanol dan asam cuka. Parameter yang diamati meliputi kadar jumlah padatan lateks, kadar kekentalan lateks, sifat fisik dan mekanik film karet serta sifat hambatan listrik. Dari hasil pengujian didapatkan tegangan putus = 20,51 MPa, perpanjangan putus = 898 %, hambatan listrik = $673 \times 10^{13} \Omega \text{ cm}$, dan nilai konstanta dielektrikum pada 500 volt = 2,14. Sarung tangan listrik yang dihasilkan memenuhi British Standards Institution (BSI), BS 697 : 1977, tentang sarung tangan listrik

Kata kunci : Sarung tangan listrik, lateks karet alam stiren iradiasi

ABSTRACT

Formulations of natural rubber latex-styrene copolymer for electric gloves has been obtained, which is consist of vulcanized natural rubber latex with natural rubber latex-styrene with 50 phr (part hundred ratio of rubber), irradiated by gamma rays in dose of 30 kGy with mixing concentration ratio is 50 : 50. Synthesis of gloves by immersion method using a coagulant mixture of ethanol and acetic acid. Observed parameters included degree of solid material in latex, degree of latex viscosity, physical mechanical properties of rubber films and electrical resistance properties. The result obtained tensile strength = 20,51 MPa, elongation at break = 898 %, electrical resistance = $673 \times 10^{13} \Omega \text{ cm}$, end dielectric constanta on 500 volt = 2,14. The gloves that have synthesized in this study fulfill British Standards Institution on electric gloves.

Keywords : Electrical glove, natural rubber latex styrene irradiation.

PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara produsen karet alam terbesar kedua dunia setelah Thailand. Luas perkebunan karet pada tahun 2011 mencapai 3,456 juta hektar dengan produksi diperkirakan mencapai 3,088 juta ton [1]. Pada tahun 2012, nilai ekspor karet alam sebesar 2,45 juta ton [2]. Karet alam merupakan sumber devisa negara, di samping untuk kebutuhan dalam negeri, pengguna karet alam terbesar di Indonesia adalah pabrik ban, dan untuk meningkatkan devisa negara maka perlu dipikirkan oleh para pengusaha untuk membuat barang jadi karet diantaranya adalah sarung tangan listrik yang merupakan barang impor dan belum diproduksi secara lokal.

Tahun 1986 PAIR – BATAN telah memproduksi lateks alam iradiasi (LAI) skala pilot yang mempunyai keunggulan di samping tidak memakai bahan vulkanisasi yang mengandung senyawa nitrosamin penyebab kanker [9], lateks yang dihasilkan lebih stabil dalam penyimpanannya sampai lebih dari 6 bulan masih dapat digunakan untuk barang karet. LAI telah digunakan untuk pembuatan sarung tangan industri, kondom, perekat, tensimeter dan barang lainnya oleh beberapa industri [7,10]. Dalam kegiatan pengembangan ini, untuk membuat sarung tangan listrik dan polimer konduktor belum banyak ditangani.

Produk sarung tangan listrik dibutuhkan polimer sintesis seperti polistiren, polietilen dan polimetil metakrilat yang mempunyai struktur tidak polar dan koefisien dielektrikunya rendah sekitar 1,7 – 4,0 sehingga dapat digunakan untuk isolator [3].

Sarung tangan listrik pada umumnya dibuat dari lateks alam yang divulkanisasi belerang dengan nilai koefisien dielektrikum hingga mencapai 40. Hal ini disebabkan vulkanisasi belerang menggunakan bahan pencepat yang mengandung logam, misalnya ZDEC (*Zeng diethyl dithio carbamate*), MBTS (*mercaptobenzo thiazol*), kemudian sarung tangan yang dihasilkan dilapisi dengan kopolimer akrilonitril-butadiena hingga mempunyai koefisien dielektrikum bernilai 3 – 4, sehingga dapat digunakan untuk sarung tangan listrik.

Proses vulkanisasi radiasi tidak menambahkan bahan yang mengandung logam karena n-BA dan stiren adalah bahan plastik yang bersifat isolator. Stiren adalah monomer hidrofobik yang polimernya bersifat rengas dan sangat baik untuk isolator, bila dikopolimerisasi dengan lateks karet alam diharapkan sifat film karet dari kopolimer lateks karet alam stiren bersifat elastis dan isolator yang baik.

Tujuan penelitian ini membuat sarung tangan listrik dari kopolimer lateks karet alam-stiren iradiasi yang bersifat elastis serta dapat menjadi isolator yang baik untuk para pekerja listrik dengan tegangan tinggi.

Tabel 1. Spesifikasi teknis lateks karet pekat (LP) dan lateks pekat pra-vulkanisasi radiasi (LPVR)

No.	Sifat lateks	LP	LPVR
1	Kadar amonia, %	0,70	0,83
2	Kadar karet kering (KKK), %	60,0	60,59
3	Kadar jumlah padatan (KJP), %	61,5	61,82
4	KJP-KKK	1,5	1,23
5	Bilangan VFA	0,0226	0,0223
6	Bilangan KOH	0,06	0,63
7	pH	10,00	10,12
8	Kadar Mg, %	0,15	10,12
9	Kekentalan, cp.	90	90

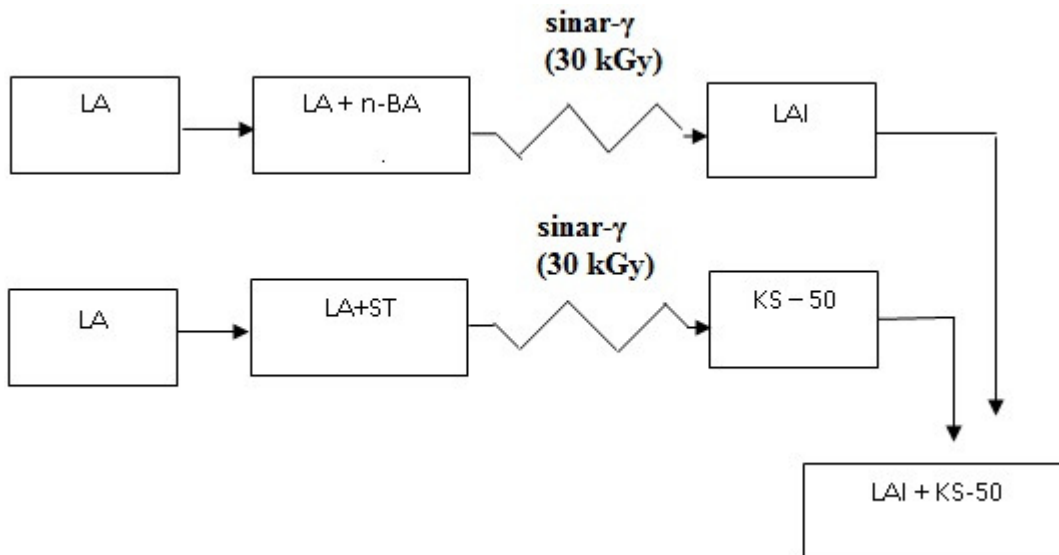
METODOLOGI

Bahan yang digunakan adalah lateks karet alam dengan kadar jumlah padatan (KJP) sekitar 61 %, produksi PTPN VIII, Jalupang, Subang, Jawa Barat. Monomer

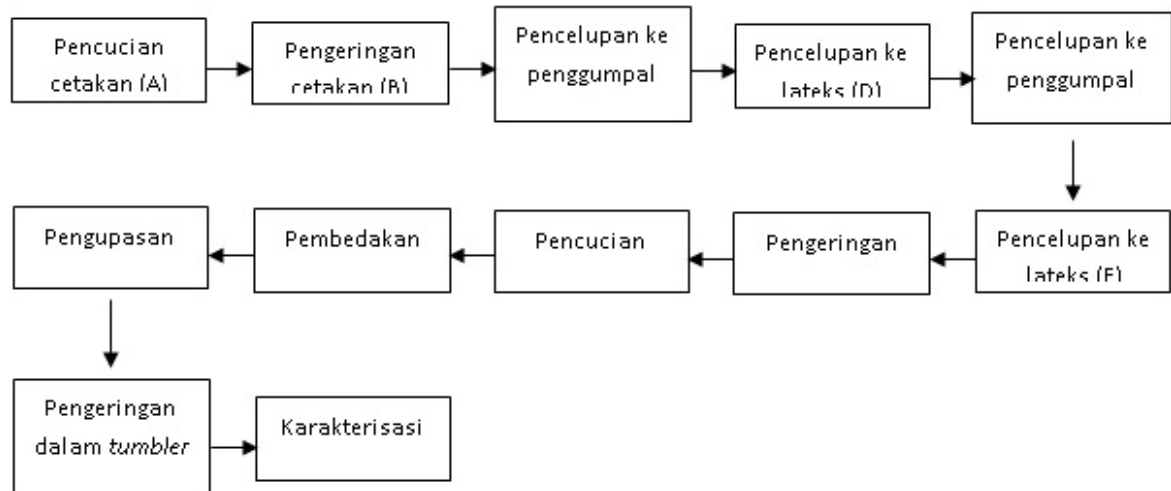
normal butil akrilat (n-BA) dan stiren teknis, Amonia (NH₃) teknis sebagai bahan pengawet primer lateks, KOH teknis sebagai bahan penstabil lateks, aquades sebagai pengencer lateks, asam cuka dan etanol teknis sebagai penggumpal.

Lateks karet alam diiradiasi di PT. Relion, Bekasi, Alat kekuatan tarik Strograph RI buatan Toyoseiki, Jepang untuk mengukur modulus, tegangan putus, perpanjangan putus film karet. Visconic alat untuk mengukur kekentalan lateks, Tettex AG type 2914 untuk mengukur hambatan jenis isolator.

Pembuatan formula kopolimer lateks karet alam-stiren iradiasi [8] disajikan pada diagram alir Gambar 1. LA (lateks karet alam) ditambah monomer n-BA berupa emulsi sebanyak 2 psk (perseratus berat karet) kemudian diiradiasi dengan sinar γ ⁶⁰Co pada dosis 30 kGy menghasilkan LAI (lateks karet alam iradiasi). LA + ST (lateks karet alam ditambah stiren) berupa emulsi sebanyak 50 psk diaduk hingga rata, kemudian diiradiasi dengan sinar γ ⁶⁰Co pada dosis 30 kGy menghasilkan KS-50 (kopolimer lateks karet alam stiren). Lateks karet alam iradiasi dicampur dengan kopolimer lateks karet alam stiren, menghasilkan kopolimer lateks karet alam-stiren iradiasi (LAI + KS-50) yang digunakan untuk membuat sarung tangan listrik.



Gambar 1. Diagram alir proses pembuatan kopolimer lateks karet alam-stiren iradiasi



Gambar 2. Diagram alir pembuatan sarung tangan listrik dari kopolimer lateks karet alam- stiren iradiasi.

Pembuatan sarung tangan listrik dengan kopolimer lateks karet alam-stiren iradiasi disajikan pada diagram alir Gambar 2. Cetakan sarung tangan listrik yang terbuat dari keramik mula-mula harus dicuci bersih terlebih dahulu (A), agar bebas dari lemak, dibiarkan hingga kering (B), setelah kering dicelupkan ke dalam larutan penggumpal (C), dan kemudian dicelupkan ke dalam kompon lateks (D) hingga beberapa detik. Cetakan diangkat dari kompon lateks lalu dicelupkan kembali ke dalam penggumpal (E) dan setelah itu ke dalam kompon lateks (F), pencelupan dilakukan berulang-ulang bergantian dari penggumpal kemudian ke dalam kompon lateks hingga mendapatkan ketebalan tertentu yaitu sekitar 0,8 -1 mm. Setelah itu dikeringkan (G), setelah kering dilakukan proses pencucian (H), kemudian diberi bedak (I), dikupas atau dilepaskan dari cetakan (J), dikeringkan dalam *tumbler* (K), dan akhirnya dikarakterisasi kualitasnya (L). Meliputi modulus, tegangan putus, perpanjangan putus, hambatan jenis dan konstante dielektrikum dihitung berdasarkan persamaan (1) dan persamaan (2).

$$\int = \frac{R \cdot A}{d} \Omega \text{ cm} \quad \dots\dots\dots(1)$$

- \int = Hambatan jenis
- R = Hambatan (Ohm)
- A = Luas penampang (cm²)
- d = Tebal film (cm)

$$\epsilon_r = C \cdot d \cdot 0,5647 \quad \dots\dots\dots(2)$$

- ϵ_r = Konstanta dielektrikum
- C = Kapasitas (pF)
- d = Tebal film (c)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh kekentalan lateks (viskositas) dan kadar jumlah padatan (*total solid*) lateks karet alam disajikan pada Tabel 2. Kekentalan lateks alam tidak saja tergantung pada kadar jumlah padatannya, tetapi sangat tergantung pada cara pengolahan mulai dari pohon sampai pabrik pemekatan. Lateks alam yang dipekatkan menggunakan bahan pengawet sekunder laurat kepekatannya lebih rendah daripada menggunakan amonia [4,5]. Pada Tabel ini menunjukkan bahwa lateks alam (belum diiradiasi) mempunyai sifat kekentalan dan jumlah kadar padatan lebih tinggi dibanding lateks yang sudah diproses. Hal ini disebabkan sudah terjadi penambahan monomer berupa emulsi yang menyebabkan sifat kekentalan menurun. Semakin banyak emulsi monomer yang ditambahkan ke dalam lateks karet alam, maka sifat kekentalan semakin rendah dan kadar jumlah padatan juga semakin turun. Hal ini sangat berpengaruh untuk membuat barang jadi celup, apalagi untuk mendapatkan barang jadi celup yang cukup tebal seperti sarung tangan listrik. Dengan naiknya kekentalan, tebal sarung tangan baik ujung jari, telapak tangan, maupun pergelangan akan naik, karena lebih banyak lateks yang menempel pada cetakan. Tebal film karet pada bagian ujung jari lebih tebal dari telapak, dan bagian telapak lebih tebal dari pergelangan. Hal ini disebabkan adanya gaya grafitasi ketika cetakan sarung tangan ditarik dari dalam lateks, bagian pergelangan akan mengalir ke arah ujung jari.

Tabel 2. Pengaruh kekentalan dan kadar jumlah padatan lateks terhadap lateks karet alam iradiasi, kopolimer lateks karet alam stiren serta campuran LAI dan K-50

Sampel	Kekentalan lateks (cp)	Kadar Jumlah Padatan (%)
Lateks karet alam	77,386	60,61
LAI	55,69	54,97
KS-50	35,26	35,16
LAI + KS- 50	38,57	45,69

Pengaruh perbandingan waktu pencelupan sarung tangan dari kopolimer lateks karet alam-stiren iradiasi terhadap hambatan jenis film karet disajikan pada Tabel 3. Waktu pencelupan sangat berpengaruh terhadap ketebalan sarung tangan, makin lama waktu pencelupan maka film karet yang dihasilkan semakin tebal. Secara teori hambatan jenis listrik tidak dipengaruhi oleh tebal film karet, namun karena kadar air di dalam film karet biasanya dipengaruhi oleh tebal film, sehingga mempengaruhi hambatan jenisnya. Pada Tabel ini disajikan ada kecenderungan kadar air meningkat, hambatan jenis menurun. Diduga penurunan karena kadar cairan dalam film yang terdiri dari bahan bukan karet seperti karbohidrat, protein, dan lemak yang merupakan konduktor, sehingga dapat menurunkan nilai hambatan jenis.

Tabel 3. Pengaruh perbandingan waktu pencelupan sarung tangan dari kopolimer lateks karet alam-stiren iradiasi terhadap hambatan jenis film karet.

Waktu pencelupan, menit	Tebal, mm	Hambatan Jenis, Ω cm ($\times 10^{13}$)	Konstanta Dielektrikum
10	0,71	10,50	1,88
15	0,79	5,23	2,08
20	0,87	4,84	2,30
30	0,81	5,94	2,14
60	0,92	1,46	2,43

Sifat fisik dan mekanik film karet dari lateks alam iradiasi, kopolimer lateks karet alam-stiren serta campurannya disajikan pada Tabel 4. Tabel ini menunjukkan bahwa LAI modulusnya 2,03 MPa, tegangan putus 18,4 MPa serta perpanjangan putus 958 %, dan menghasilkan sarung tangan yang bersifat elastis. Pada K-50 modulusnya 5,98 Mpa, tegangan putus 22,2 MPa, perpanjangan putus 774 %, sarung tangan yang dihasilkan bersifat regas dan kaku [8]. Untuk mendapatkan sarung tangan listrik yang enak dipakai, maka LAI dicampur dengan K-50 sehingga mendapatkan sarung tangan yang lebih elastis dengan perpanjangan putus mencapai 898 %. Nilai tersebut sudah sesuai dengan tegangan putus dan perpanjangan putus yang dipersyaratkan menurut BS 697-1977 untuk sarung tangan listrik.

Tabel 4. Pengaruh sifat fisik dan mekanik film karet terhadap lateks karet alam iradiasi, kopolimer lateks karet alam-stiren serta campuran LAI dan K-50.

Pengujian	LAI	K - 50	LAI + K- 50
Modulus 300 %, MPa	0,84	1,26	0,88
Modulus 600 %, MPa	2,03	5,98	2,63
Tegangan Putus, MPa	18,40	22,2	20,51
Perpanjangan Putus, %	958	774	898

Tabel 5. Pengaruh hambatan jenis dan konstanta dielektrikum terhadap film karet dari beberapa jenis jenis lateks alam iradiasi.

Sampel	Hambatan Jenis, Ω cm($\times 10^{11}$)	Konstanta dielektrikum
Lateks karet alam	TT	TT
Lateks alam iradiasi (LAI)	1,07	2,73
Kopolimer lateks alam-stiren (KS-50)	9000	3,36
Kopolimer lateks karet alam stiren iradiasi (LAI + KS-50)	673	2,14
Victor Low Voltage Glove (pasar)	630	3,12

*TT = tidak terukur

Pengaruh hambatan jenis dan konstanta dielektrikum terhadap beberapa jenis lateks alam iradiasi disajikan pada Tabel 5. Lateks karet alam yang belum diiradiasi hambatan jenisnya sangat rendah hingga tidak terukur oleh alat, lateks alam merupakan hasil alam yang tumbuh dari tanah dan banyak mengandung unsur logam, maka lateks karet alam akan mengandung logam juga. Seperti telah diketahui logam adalah konduktor yang baik, sehingga jumlah kandungan logam di dalam lateks alam sebelum diproses akan mempengaruhi hambatan jenis film karet yang dihasilkan. Setelah proses diiradiasi (LAI) hambatan jenis naik menjadi $1,07 \times 10^{11} \Omega\text{cm}$. Menurut JOHANNES [6], bahwa arus listrik akan terjadi karena adanya lintasan elektron, dengan meningkatnya hambatan jenis menandakan bahwa poliisopren film karet yang sudah berikatan silang satu sama lain akan menghambat jalannya elektron. Pada film karet dari kopolimer lateks karet alam-stiren (KS-50) hambatan listriknya tinggi hingga mencapai $9,0 \times 10^{14} \Omega\text{cm}$, dan setelah dicampur dengan LAI menjadi LAI + KS-50 hambatan listriknya menurun menjadi $6,73 \times 10^{13} \Omega\text{cm}$. Hal ini diduga bahwa sifat isolator dari polistiren yang berada di dalam kopolimer lateks karet alam-stiren iradiasi tersebut dapat meningkatkan hambatan jenis. Dibandingkan dengan sarung tangan listrik yang dijual dipasaran dengan nama dagang Victor Gloves mempunyai hambatan listrik $6,30 \times 10^{13} \Omega\text{cm}$, sarung tangan listrik dari kopolimer lateks karet alam-stiren iradiasi mempunyai hambatan listrik sedikit lebih tinggi.

Tabel 6. Sifat fisik dan mekanik, serta sifat kelistrikan film karet dari LAI + KS-50 dan persyaratan sifat sarung tangan listrik menurut BS 697-1977 [11]

Sifat	Kopolimer karet alam-stiren iradiasi (LAI + KS-50)	BS 697 – 1977
Tebal, mm	0,80 – 1,00	0,65 – 1,25
Perpanjangan putus, %	898	600
Tegangan putus, MPa	20,51	14
Hambatan jenis, Ωcm	$6,73 \times 10^{13}$	-
Konstanta dielektrikum pada 500 Volt	2,14	-
Kebocoran arus pada 1100 Volt, mA	0,3	8

Sifat fisik dan mekanik, serta sifat kelistrikan sarung tangan listrik menurut standar BS 697-1977 disajikan pada Tabel 6. Tabel tersebut menunjukkan bahwa nilai tebal sebesar 0,8 – 1,0 mm, nilai perpanjangan putus sebesar 898 % dan tegangan putus mencapai 20,51 MPa, lebih tinggi dari standar sebesar 600 % dan 14 MPa. Hambatan jenis sebesar $6,73 \times 10^{13} \Omega\text{cm}$ dan konstanta dielektrikum pada 500 volt mencapai 2,14, nilai kebocoran arus pada 1100 volt 0,3 mA lebih kecil dari standar BS 697-1977.

KESIMPULAN

Didapatkan tehnik pembuatan sarung tangan listrik skala laboratorium dari kopolimer lateks karet alam-stiren iradiasi, dengan pencelupan menggunakan penggumpal campuran etanol dan asam cuka.

Hasil pengujian sarung tangan listrik dengan ketebalan sekitar 0,8 – 1,0 mm yaitu tegangan putus mencapai 20,51 MPa, perpanjangan putus sebesar 898 %, nilai hambatan jenis mencapai $6,73 \times 10^{13} \Omega\text{cm}$, dan nilai konstanta dielektrikum pada 500 volt mencapai 2,14 serta nilai kebocoran arus pada 1100 volt mencapai 0,3 mA. Kopolimer tersebut memenuhi persyaratan BS 697-1977 *British Standards Institution*.

Sarung tangan listrik dari kopolimer lateks karet alam-stiren iradiasi mempunyai nilai hambatan jenis sedikit lebih tinggi daripada sarung tangan listrik dipasaran dengan nama dagang Victor Gloves yaitu dari $6,73 \times 10^{13} \Omega\text{cm}$ menjadi $6,30 \times 10^{13} \Omega\text{cm}$ sekitar 6,38%.

Secara visual sarung tangan listrik dari lateks karet alam-stiren iradiasi lebih elastis dan lebih tipis daripada sarung tangan listrik dengan nama dagang Victvor Gloves.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Prof. Marga Utama yang telah banyak memberikan masukan pada penulisan ini. Kepada Bapak Mamat Yasin yang banyak membantu dilaboratorium untuk pembuatan sarung tangan listrik, sehingga penelitian ini terlaksana dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Direktorat Jenderal Perkebunan ; 2012
- [2] Gapkindo, Ekspor karet : Gapkindo proyeksikan ekspor karet ahun ini naik 5,3%, <https://www.bumn.go.id>, 2013
- [3] D.R.LideEd.,m CRC Handbook of Chemistry and Physics, 85th Ed.CRC Press., Boca Raton, 2004 p.8-141
- [4] K. Makuuchi, An introduction to radiation vulcanization of natural rubber latex, T.R.I. Global Co., Ltd, Bangkok,2003
- [5] S. James, M.D.Tailor, and Y.H.Leong, Cutaneous reaction to rubber, Rubber chemistry and technology, Vol. 73 No. 3, 2000 p. 428-479
- [6] H. Johannes, Listrik dan Magnet, PN Balai Pustaka,1978
- [7] M. Utama, Herwinarni, M. Sumarti, Siswanto, Suharyanto S., Yoharmus, B. Handoko, H. Sundaru. T. Haryono, dan H.M. Muklis, Uji produksi karet tensimeter bebas nitrosamin dan protein allergen dalam skala pabrik, Jurnal Sain Materi Indonesia, ISSN: 1411-1098, Vol.6 No.1, Oktober 2004, 45-52.
- [8] Made Sumarti Kardha, Pembuatan kopolimer lateks karet alam-stiren iradiasi untuk sarung tangan listrik, Jurnal Sains Materi Indonesia, ISSN: 1411-1098 168-171, Vol.11, No. 3, Juni 2010, 168-171

- [9] M. Utama, Herwinarni, M.Sumarti, Fx. Marsongko, W.Herawan, S. Mudyib, Kaji ulang produksi lateks pekat pra-vulkanisasi radiasi dalam skala pabrik, Prosiding Seminar Nasional Teknologi Proses Kimia Vi, FT-UI, Jakarta, 1 Maret 2004.
- [10] Made Sumarti K. dan Darsono, Pembuatan tensimeter (*sphygmomanometer*) dari lateks pekat pra-vulkanisasi radiasi dan pra-vulkanisasi belerang, Prosiding Seminar Nasional ke 52, Jaringan Kerjasama Kimia Indonesia, ISSN: 0854-4778, Agustus 2014 159-166.
- [11] British Standards Instituti on (BSI), Specification for Rubber Gloves for Electrical Purposes, BS 697, 1977