

**PENGARUH TEPUNG SINGKONG TERHADAP  
SIFAT FISIK DAN PENGUSANGAN FILM LATEKS  
KARET ALAM IRADIASI**

**Sudradjat Iskandar, Made Sumarti, dan Isni  
Marliyanti.**

# **PENGARUH TEPUNG SINGKONG TERHADAP SIFAT FISIK DAN PENGUSANGAN FILM LATEKS KARET ALAM IRADIASI**

Sudradjat Iskandar, Made Sumarti Karda, dan Isni Marliyanti

Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi , BATAN

## **ABSTRAK**

**PENGARUH TEPUNG SINGKONG TERHADAP SIFAT FISIK DAN PENGUSANGAN FILM LATEKS KARET ALAM IRADIASI.** Untuk memodifikasi sifat film lateks karet alam iradiasi, telah dilakukan percobaan pengaruh penambahan bahan pengisi berupa tepung singkong pada lateks karet alam iradiasi terhadap sifat fisika dan pengusangan film karet keringnya. Untuk itu telah dibuat dengan pencampur magnet satu seri campuran lateks alam iradiasi (LKAI)- tepung singkong (S) dengan berbagai kadar S. Cuplikan berupa film diperoleh dengan metoda penuangan LKAI-S di atas kaca. Analisa pengaruh komposisi dan pengusangan dilakukan dengan alat uji fisik stereograph dan SEM. Pengusangan film dilakukan di dalam ruangan, di dalam tanah, dan di atas tanah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sifat LKAI dapat dimodifikasi dengan penambahan tepung singkong, dan film campuran LKAI-S relatif stabil bila disimpan di dalam ruangan, dan mudah terdegradasi bila disimpan diatas tanah atau di dalam tanah.

## **ABSTRACT**

**EFFECT OF CASSAVE STARCH ON PHYSICAL PROPERTIES AND DEGRADATION OF IRRADIATED NATURAL RUBBER LATEX FILM.** To modify the properties of irradiated natural rubber latex (INRL), characterization of the effect of cassava starch (S) on physical properties and natural ageing of INRL film have been done. A series of INRL-S mixture with various S concentration have been prepared by using a magnetic stirrer. Film sample was made by casting the latex on a glass plate. Characterization were done by using stereograph tensile tester and SEM. Ageing of samples were carried out in the room, on the ground, and under ground. The experimental results showed that the properties of INRL could be modified by adding cassava starch, and the film of INRL-S is relatively stable when it was stored in room condition while it was easily degraded when stored in or on the ground.

## **PENDAHULUAN**

Penelitian vulkanisasi lateks karet alam dengan radiasi sinar gamma telah lama dilakukan oleh beberapa peneliti. Beberapa kemajuan telah dicapai diantaranya telah diperolehnya dosis iradiasi optimum [1], diperolehnya beberapa bahan pemeka yang dapat menurunkan dosis iradiasi vulkanisasi [2-4] dan yang terakhir telah ditemukannya metoda pengurangan kadar protein yang dapat mengganggu kulit pemakai produk barang jadi karet dari lateks karet alam iradiasi (LKAI) [5]. LKAI menghasilkan produk-produk barang jadi karet yang tidak bersifat toksik [6] sehingga aplikasinya bisa dipakai untuk pembuatan balon, dot bayi, kateter, sarung tangan bedah, kondom dan sebagainya. Pada penelitian ini dipelajari pengaruh penambahan bahan pengisi pada LKAI yang kompatibel dengan tubuh manusia dan mudah terdegradasi secara biologi yaitu berupa tepung singkong. Tepung singkong yang berasal dari singkong merupakan

polimer alam berharga murah sehingga pemakaiannya tidak hanya dapat memodifikasi sifat fisik/mekanik film LKAI, tetapi juga dapat menurunkan ongkos produksi barang jadi karet.

Tepung singkong juga biasa dipakai sebagai bahan pengisi pada pembuatan karet busa dengan menggunakan bahan dasar lateks vulkanisat konvensional. Disamping itu juga dipakai sebagai bahan pengisi untuk pembuatan balon, sarung tangan untuk rumah tangga atau untuk industri (7). Dengan penambahan tepung singkong, diharapkan sifat fisika film LKAI yang dapat termodifikasi dan stabil bila di simpan di ruangan, mudah terdegradasi di lingkungan seperti sifat karet alamnya, dapat menurunkan ongkos produksi, tidak bersifat toksik, dan dapat dipakai untuk membuat barang jadi karet seperti balon, sarung tangan untuk rumah tangga atau industri, propipet, kateter, dot bayi, sarung jari, kulit tiruan, topeng, dan sebagainya. Makalah ini melaporkan pengaruh komposisi dan pengusangan terhadap sifat fisika LKAI yang diberi pengisi tepung singkong, analisis mikroskopik dan fraksi gel.

#### **TATA KERJA DAN METODE**

*Bahan.* Lateks karet alam diperoleh dari PTP XI Pasir Waringin, Jawa- Barat. Tepung singkong dengan nama dagang tepung sagu diperoleh dari super market HERO. Benzen p.a. dipakai sebagai pelarut.

*Penyiapan sampel.* Lateks karet alam dengan bahan pemeka normal-butyl acrilat sebanyak 2 psk (bagian per seratus bagian karet) diiradiasi dengan dosis 35 kGy. Lateks karet alam iradiasi (LKAI) selanjutnya di campur dengan tepung singkong pada suhu kamar dengan menggunakan pengaduk magnet selama 30 menit. Kadar tepung singkong yang di tambahkan bervariasi dari 0, 5, 10, sampai dengan 20 % kemudian dibuat film dengan menuangkan LKAI ke atas pelat kaca dengan ukuran 10x 15 cm



pada suhu kamar. Film LKAI yang terbentuk selanjutnya di rendam dalam air dingin selama 24 jam untuk menghilangkan bahan-bahan yang mudah larut dalam air, dikeringkan pada suhu kamar selama 48 jam dan kemudian pengeringan dilanjutkan dengan dipanaskan di dalam oven pada suhu 70°C selama 1 jam.

*Pengujian pengusangan film LKAI-S.* Pengujian pengusangan dilakukan pada film LKAI-S yang diperoleh setelah melalui proses pengeringan dan disimpan di ruangan pada suhu 27-32°C dan kelembaban 53-77%, didalam tanah dengan kedalaman 10 cm dari permukaan yang pH (H<sub>2</sub>O)nya 7,1 dan pH (KCL)nya 6,38, dan di atas tanah dengan suhu antara 25-32°C.

*Pengujian tegangan putus, modulus-600, dan perpanjangan putus film LKAI.* Pengujian tegangan putus, modulus-600, dan perpanjangan putus dilakukan berdasarkan pada ASTM D 412 .

*Pengujian kekerasan film LKAI.* Kekerasan sampel di uji dengan menggunakan alat tekan shore A dengan merk Zwick berdasarkan pada ISO/R868.

*Pengujian perpanjangan tetap film LKAI.* Sifat perpanjangan tetap sampel diuji dengan mengukur perbandingan selisih ukuran panjang setelah dan sebelum sampel diregangkan 100% selama 24 jam.

*Pengujian fraksi gel film LKAI.* Fraksi gel sampel ditentukan dengan metode gravimetri setelah sampel di rendam dalam benzen selama 1 minggu pada suhu kamar.

*Analisis morfologi film LKAI.* Analisis morfologi sampel secara melintang dilakukan dengan menggunakan alat SEM tipe JSM T-300, buatan JEOL. Patahan sampel di peroleh dengan metode perendaman dalam nitrogen cair.

### *Pengaruh kadar tepung singkong*

Tepung singkong dicampur dengan lateks karet alam iradiasi (LKAI) dengan kadar padatan 50% dan telah disimpan selama 6 bulan, sedangkan tepung singkong yang ditambahkan sampai 20%. Dari hasil percobaan pendahuluan, kadar tepung singkong maksimal yang dapat ditambahkan ke dalam LKAI adalah 20%, lebih dari 20 % lateksnya menggumpal dan tidak dapat di buat film.

Pada Gambar 1 terlihat bahwa perpanjangan putus dan tegangan putus film LKAI berkurang sedangkan modulus  $\sim 600$  bertambah dengan bertambahnya kadar singkong. Pada Gambar 2 terlihat bahwa kekerasan film LKAI bertambah sedangkan fraksi gel dan perpanjangan tetapnya cenderung tidak terlihat nyata perubahannya dengan bertambahnya kadar singkong. Perubahan-perubahan sifat fisika/mekanik film LKAI berhubungan erat dengan ikatan antara sesama molekul karet dan ikatan molekul karet dengan molekul tepung singkong. Ikatan antara sesama molekul karet alam terlihat pada fraksi gel film LKAI, sedangkan ikatan antara molekul karet alam dengan molekul tepung singkong terlihat secara visual pada morfologinya (Gambar 2a). Kurva fraksi gel pada Gambar 2. relatif tidak berubah dengan penambahan tepung singkong. Hal ini menunjukkan bahwa ikatan antara sesama molekul karet alam tidak terpengaruhi oleh keberadaan molekul tepung singkong, berarti ikatan antara molekul tepung singkong dengan molekul LKAI merupakan ikatan adhesi.

Gambar 2a. adalah mikrograp SEM patahan melintang dari film LKAI-S dengan kadar singkong 0, 5, 10, dan 20 % dengan perbesaran 2000 x. Pada gambar tersebut terlihat bahwa karet alam iradiasi (Gambar 2a 1) merupakan satu fasa kontinyu tunggal sehingga memiliki tegangan putus dan perpanjangan putus yang tinggi, sedangkan pada Gambar 2a (2-3-4) terlihat tepung singkong dengan diameter yang



bervariasi terdistribusi pada matrik karet alam iradiasi. Dengan bertambahnya kadar tepung singkong, ikatan antara molekul karet alam dengan molekul tepung singkong berkurang. Hal ini terlihat pada permukaan patahan melintang film LKAI-S dengan kadar tepung singkong 10 dan 20 % dimana tampak beberapa granulat tepung singkong pada matrik karet alam yang tidak terikat secara sempurna dan adanya rongga diantara granulat-granulat tepung sagu pada matrik karet alam iradiasi. Hal ini menunjukkan bahwa tepung singkong dengan karet alam iradiasi tidak kompatibel. Dengan bertambahnya kadar tepung singkong menyebabkan ikatan-ikatan yang tidak sempurna antara molekul tepung singkong dan karet alam iradiasi dan rongga-rongga yang terbentuk semakin banyak, sehingga tegangan putus maupun perpanjangan putus film LKAI menjadi berkurang. Naiknya kekerasan dengan bertambahnya tepung singkong disebabkan tepung singkong berfungsi sebagai bahan pengisi pada matrik film LKAI, dengan demikian bertambahnya kadar tepung singkong kekerasan film LKAI juga meningkat. Dengan adanya granulat tepung sagu pada matrik karet alam iradiasi mengakibatkan karet alam iradiasi menjadi sulit untuk diregangkan, sehingga diperlukan gaya peregangan yang lebih besar untuk meregangkan film LKAI berarti modulusnya meningkat dengan bertambahnya kadar tepung singkong.

#### *Pengaruh pengusangan.*

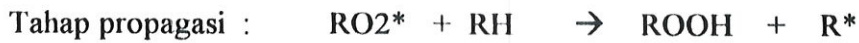
Pengaruh pengusangan terhadap sifat fisik/mekanik film LKAI-S sangat menentukan penggunaan LKAI-S sebagai bahan dasar barang jadi karet. Apabila film LKAI-S mudah terdegradasi saat penyimpanan di ruangan, maka LKAI-S tidak dapat di pakai sebagai bahan dasar barang jadi karet karena barang jadi karetnya mudah rusak. Kerusakan film LKAI-S ini tidak hanya dapat terlihat pada tegangan putusnya tetapi juga bisa terlihat dari jumlah fraksi karet yang terlarut dalam pelarutnya atau yang disebut fraksi gel. Semakin banyaknya molekul karet alam yang terurai atau

rusak, maka fraksi karet alam yang terlarut akan semakin banyak. Dengan demikian dengan semakin banyaknya karet yang terlarut maka fraksi gel film LKAI-S menjadi berkurang.

Hubungan pengaruh penyimpanan di dalam ruangan selama 16 minggu terhadap tegangan putus dan fraksi gel film LKAI-S hasil percobaan ditunjukkan pada Gambar 3 dan 3a. Pada kedua gambar tersebut terlihat bahwa tegangan putus dan fraksi gel film LKAI-S dengan kadar singkong 0, 5, 10 sampai dengan 20 % relatif stabil selama penyimpanan 16 minggu. Dengan demikian LKAI-S cenderung dapat dipakai untuk menjadi barang jadi karet yang sesuai dengan sifat fisik yang dimilikinya. Untuk menentukan sifat ramah lingkungan dari produk barang jadi karet yang berasal dari LKAI-S dapat dilihat dari penyimpanan film LKAI-S di atas tanah dan di dalam tanah. Hubungan pengaruh penyimpanan di dalam tanah selama 16 minggu terhadap tegangan putus dan fraksi gel film LKAI-S hasil pengamatan terlihat pada Gambar 4 dan 4a, sedangkan pengaruh penyimpanan di atas tanahnya terlihat pada Gambar 5 dan 5a. Pada gambar-gambar tersebut terlihat bahwa tegangan putus maupun fraksi gelnya berkurang dengan bertambahnya lama waktu penyimpanan baik yang disimpan di dalam tanah maupun yang disimpan di atas tanah. Penyimpanan film LKAI-S di atas tanah jauh lebih mudah terdegradasi dibandingkan dengan penyimpanan di dalam tanah. Hal ini terlihat pada pengukuran tegangan putus film LKAI-S yang disimpan di atas tanah hanya bisa dilakukan sampai penyimpanan 2 minggu, lebih dari 2 minggu di atas tanah sifat fisik/mekaniknya tidak dapat diukur lagi karena sudah rusak. Kerusakan film LKAI-S yang disimpan di atas tanah jauh lebih mudah dibandingkan dengan penyimpanan di dalam tanah, karena interaksi film LKAI dengan sinar matahari dan udara disekitarnya terjadi secara langsung.



Mekanisme kerusakan film LKAI-S dapat di gambarkan secara skematik sebagai berikut :



Pada tahap inisiasi film LKAI-S pertama berinteraksi secara langsung atau tidak langsung dengan sinar matahari yang menghasilkan radikal bebas pada molekul karet ( $\text{R}^*$ ) dan gugus hidrogen ( $\text{H}^*$ ), dan diikuti dengan reaksi oksidasi dengan oksigen dari udara sekitarnya sehingga membentuk gugus peroksida ( $\text{RO}_2^*$ ). Tahap berikutnya merupakan tahap propagasi yaitu gugus peroksida berinteraksi dengan molekul karet alam lain sehingga menghasilkan gugus hidroperoksida ( $\text{ROOH}$ ) dan radikal baru dari molekul karet alam iradiasi ( $\text{R}^*$ ), sedangkan pada tahap berikutnya merupakan tahap terminasi yaitu bereaksinya sesama radikal bebas karet alam ( $\text{R}^*$ ) dan terurainya gugus hidroperoksida ( $\text{ROOH}$ ) menjadi gugus karbonil ( $\text{RO}^*$ ) dan hidroksil ( $\text{OH}^*$ ). Reaksi-reaksi propagasi yang menghasilkan gugus-gugus hidroksil dan karbonil tersebut terus bertambah sehingga kerusakan pada film LKAI bertambah dengan bertambahnya waktu penyimpanan.

Sebagai data pendukung pada percobaan ini hasil analisis gugus fungsi dari film LKAI dengan menggunakan LKA yang diiradiasi sampai 25 kGy, telah diteliti pada

penelitian terdahulu [8] sebelum dan setelah penyimpanan 1 minggu diatas tanah dan di dalam tanah dengan menggunakan FTIR yang ditunjukkan pada Gambar 6., Gambar 6a. adalah spektrum FTIR untuk film LKAI sebelum penyimpanan , Gambar 6b. spektrum FTIR setelah penyimpanan 1 minggu diatas tanah dan Gambar 6c. spektrum FTIR setelah penyimpanan 1 minggu di dalam tanah. Pada gambar-gambar tersebut terlihat bahwa setelah penyimpanan 1 minggu film LKAI mengalami perubahan-perubahan gugus-gugus fungsi. Hal ini terlihat dengan terbentuknya ikatan rangkap, hidroksil dan karbonil pada daerah-daerah bilangan gelombang  $4300\text{ cm}^{-1}$ ,  $1732\text{ cm}^{-1}$ ,  $1660\text{ cm}^{-1}$ , dan diantara  $1500\text{-}400\text{ cm}^{-1}$  seperti yang terlihat pada spektrum-spektrum FTIR. Jumlah gugus ikatan rangkap, hidroksil dan karbonil yang terbentuk selama penyimpanan pada film LKAI yang disimpan di atas tanah lebih banyak dibandingkan dengan yang disimpan di dalam tanah. Perubahan gugus fungsi ini erat hubungannya dengan perubahan sifat mekanik film LKAI.

## **KESIMPULAN**

Dari data hasil percobaan dapat disimpulkan bahwa penambahan tepung singkong dapat memodifikasi sifat fisik/mekanik lateks karet alam iradiasi (LKAI). Sifat tegangan putus dan perpanjangan putus film LKAI berkurang , sedangkan modulus-600 dan kekerasannya bertambah, dan perpanjangan tetapnya tidak begitu terpengaruh dengan bertambahnya tepung singkong. Film LKAI-S stabil bila disimpan di ruangan dan mudah terdegradasi bila di simpan di atas atau di dalam tanah.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- [1]. MINOURA, Y., and ASAO M., "Studies on Gamma Rays Irradiation of Natural Rubber Latex. The Effect of Organic Halogen Compound on

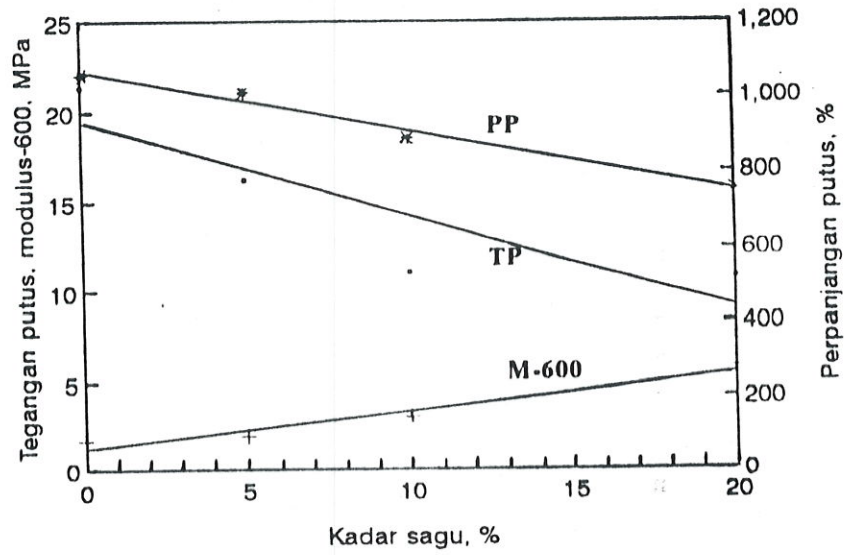
- Crosslinking by Gamma Irradiation”, Journal of Applied Polymer Science, (1961) 401.
- [2]. CHEN, and MAKUUCHI K., “n - Butyl Acrylate as a Sensitizer for Radiation vulcanization of Natural Rubber Latex”, Proceeding of the International Symposium on Radiation Vulcanization of Natural Rubber Latex, JAERI M 89-228 (1990) 326.
- [3]. DAVENDRA R., and MAKUUCHI K., “Combination Effect of Carbon Tetrachloride with 2 - Ethylhexyl Acrylate as a Sensitizer for Radiation Vulcanization of Natural Rubber Latex”, Proceeding of the International Symposium on Radiation Vulcanization of Natural Rubber Latex, JAERI M 89-228 (1990) 290.
- [4]. ISKANDAR S., MAKUUCHI K., YOSHII F., and ISHIGAKI I., “Combination of n - Butyl Acrylate and Neopentylglycol Diacrylate as Sensitizer for Radiation Vulcanization of Natural Rubber Latex”, Risalah Pertemuan Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi dalam Bidang Industri dan Hidrologi, Jakarta , 3-4 Desember (1992) 423-436.
- [5]. ANONIM, Minutes the 14th Steering Committee Meeting Bilateral research Co - operation in the Field of Radiation Processing between National Atomic Energy Agency , Indonesia and Japan Atomic Energy Research Institute, Japan, Jakarta 30 June-2 July 1997.
- [6]. NAKAMURA A., IKARASHI Y., TSUCHIYA T., and KANIWA M., “Radiation Vulcanized Rubber Latex is Not Cytotoxic”, Proceeding of



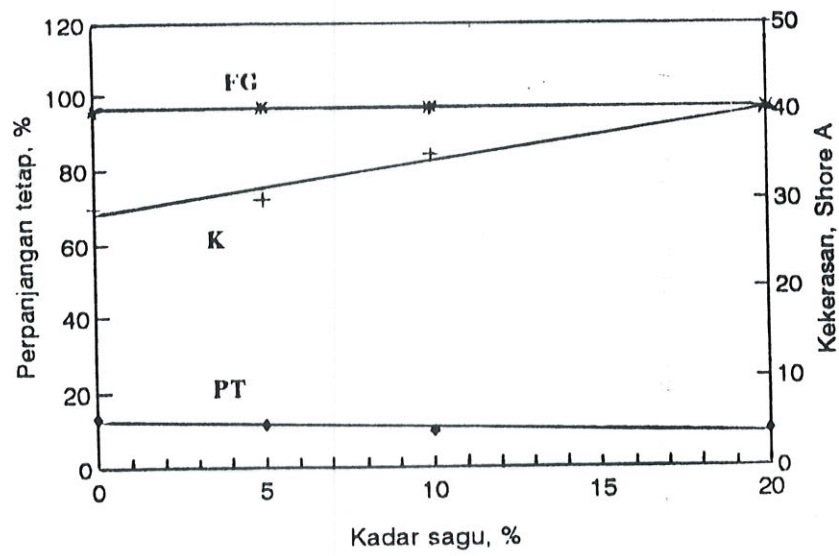
the International Symposium on Radiation Vulcanization of Natural Rubber Latex, JAERI M 89- 228 (1990) 79.

[7]. BLACKLEY D. C., High Polymer Latices, their Science and Technology, Testing and Application, Maclaren & Sons LTD., London, 2 (1966) 613-615, 555.

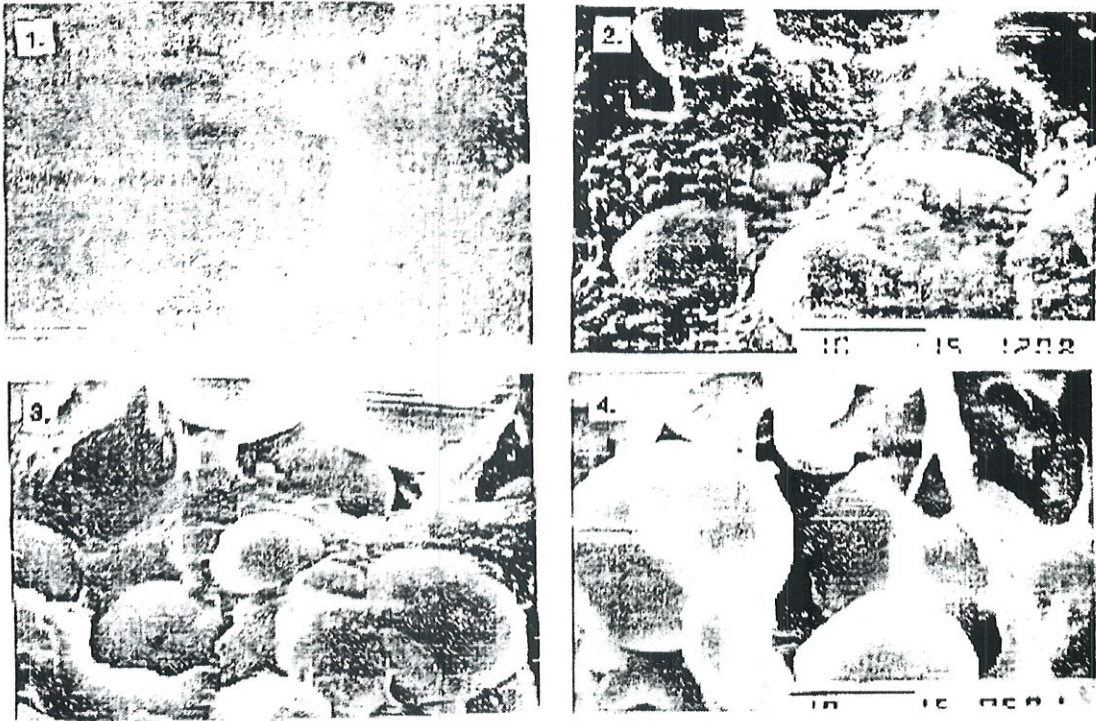
[8]. SUDRADJAT I., ISNI M., MADE S. K., ANIK., dan KADARIJAH, "Studi Degradasi Film Karet Alam Iradiasi di Lingkungan", Proceedings Seminar Sains dan Teknologi Nuklir, PPTN-BATAN, Bandung (1997) 263



Gambar 1. Pengaruh sagu terhadap tegangan putus, perpanjangan putus, dan modulus-600 film LKAI.

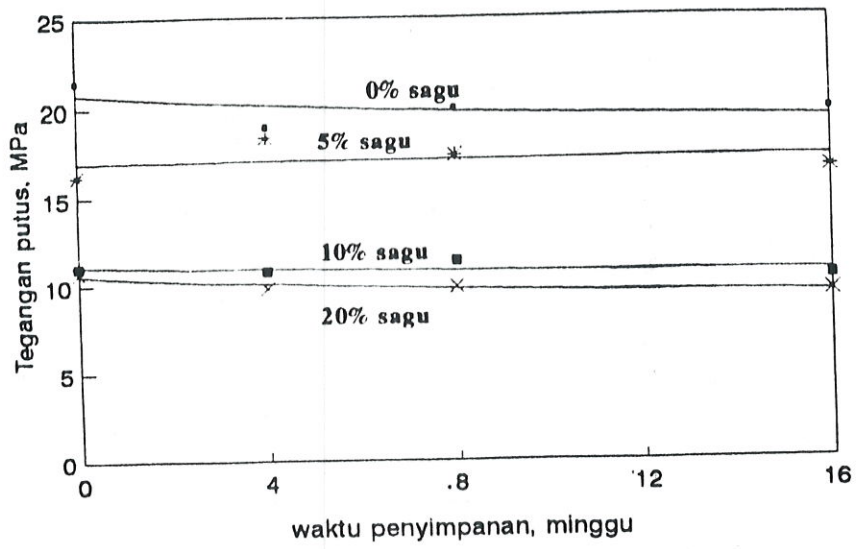


Gambar 2. Pengaruh sagu terhadap perpanjangan tetap (PT) dan kekerasan (K) film lateks alam iradiasi.

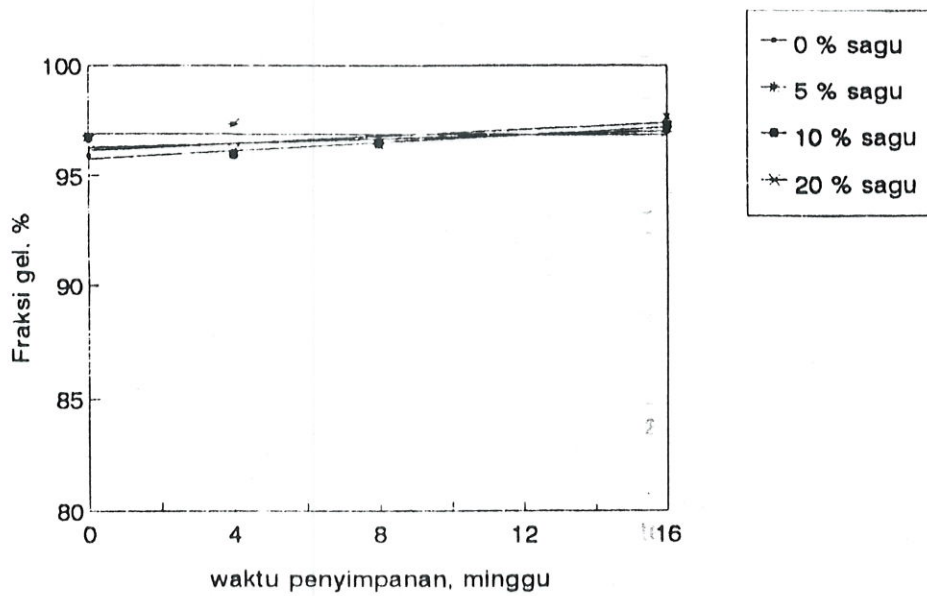


Gambar 2a. SEM mikrograph permukaan patahan film LKAI-S dengan kadar sagu 0 % (1), 5 % (2), 10 % (3), dan 20 % (4).

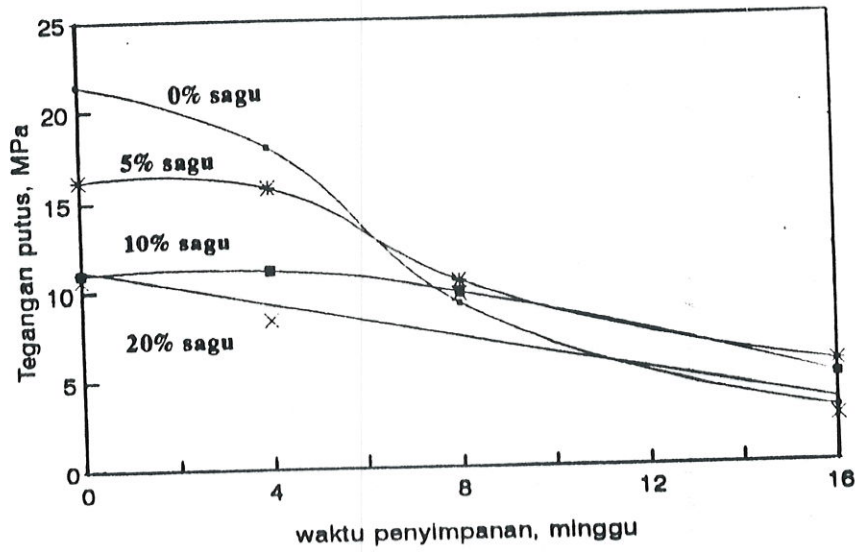




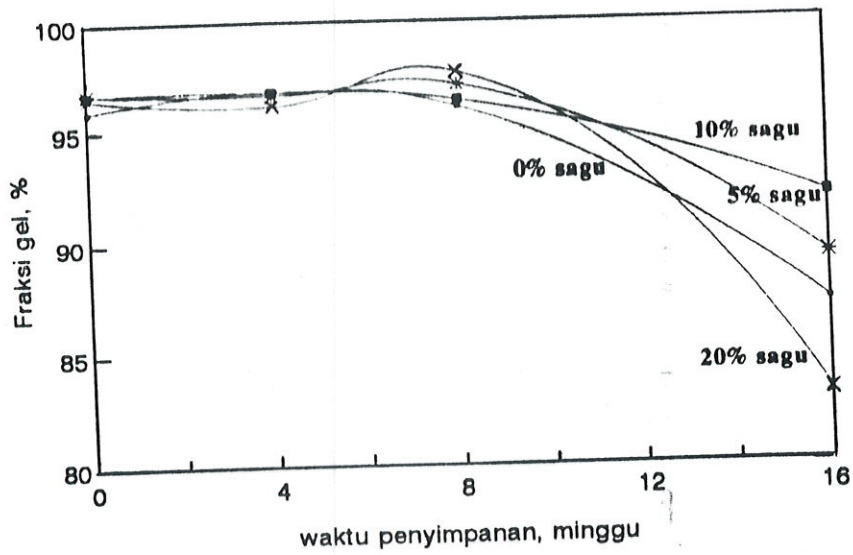
Gambar 3. Pengaruh penyimpanan di dalam ruangan terhadap tegangan putus film LKAI-S.



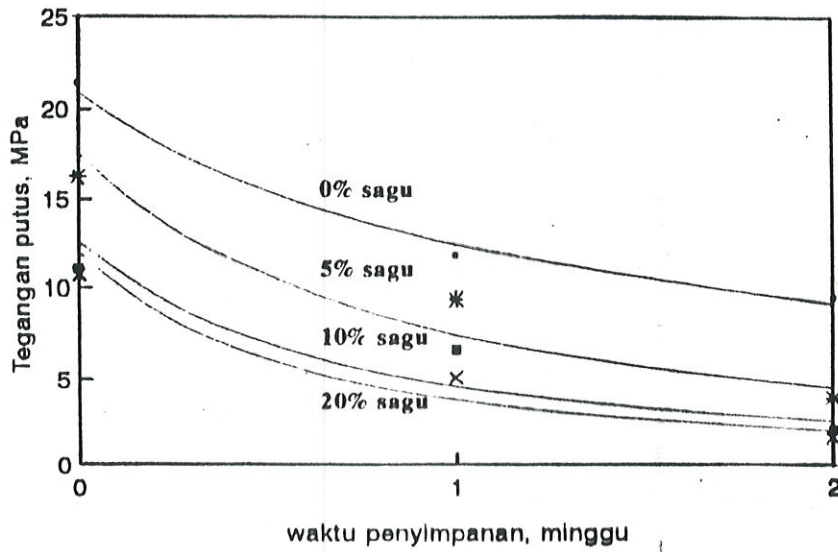
Gambar 3a. Pengaruh penyimpanan di dalam ruangan terhadap fraksi gel film LKAI-S.



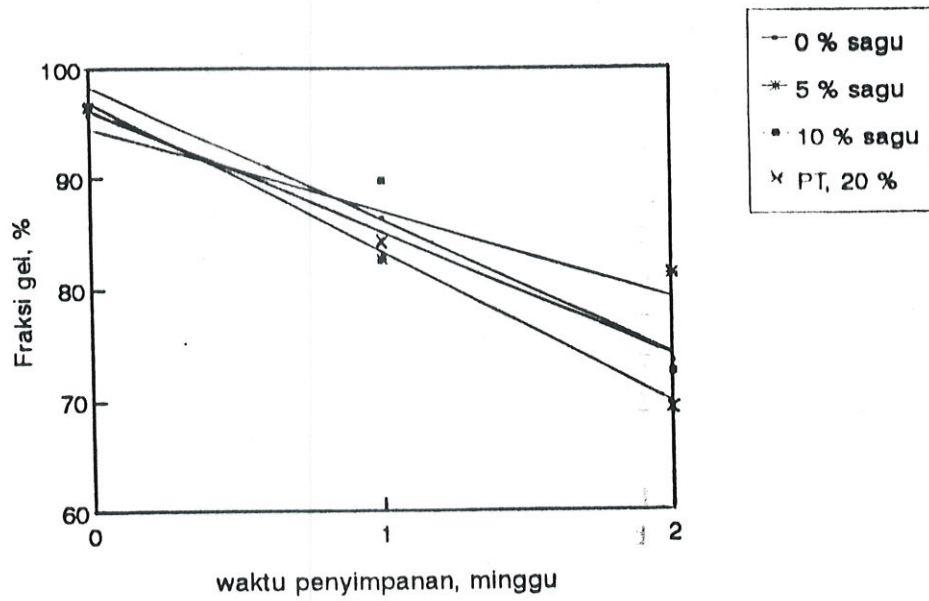
Gambar 4. Pengaruh penyimpanan di dalam tanah terhadap tegangan putus film LKAI-S.



Gambar 4a. Pengaruh penyimpanan di dalam tanah terhadap fraksi gel film LKAI-S.

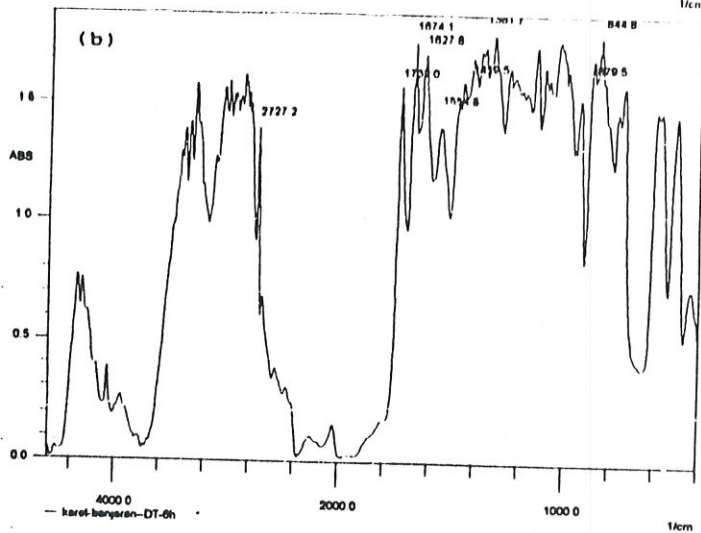
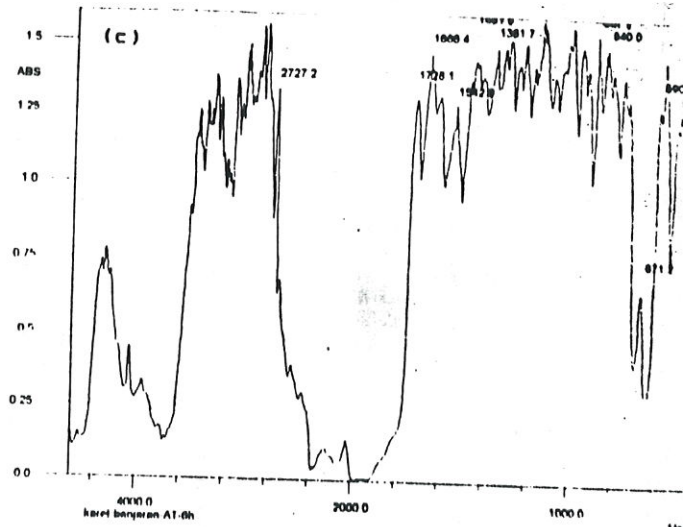
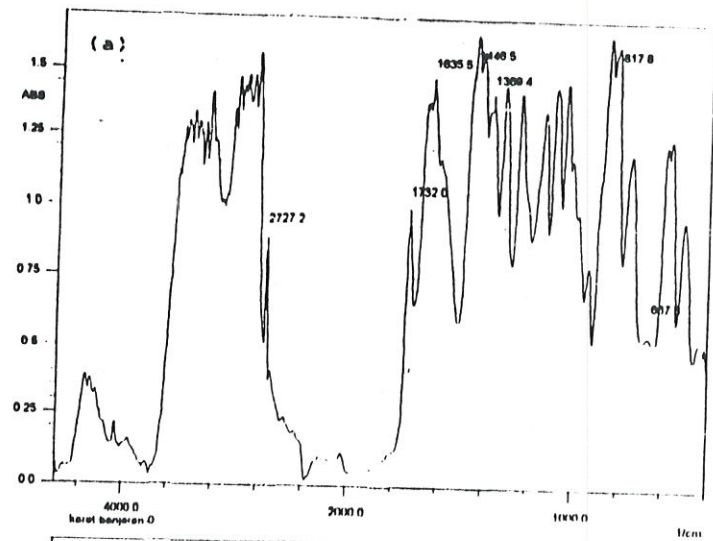


Gambar 5. Pengaruh penyimpanan di atas tanah terhadap tegangan putus film LKAI-S.



Gambar 5a. Pengaruh penyimpanan di atas tanah terhadap fraksi gel film LKAI-S.





Gambar 6. Spektrum FTIR dari film lateks karet alam iradiasi sebelum penyimpanan (a), setelah penyimpanan di atas tanah selama 6 hari (b) dan setelah penyimpanan di dalam tanah selama 6 hari (c).