

34 - PENGUJIAN DAYA TAHAN KOPOLIMER KARET ALAM GRAFTING POLISTIRENA DENGAN LARUTAN N- PENTANA, BIODIESEL DAN KEROSIN

by Tuti Indah Sari

Submission date: 21-May-2023 10:29PM (UTC+0700)

Submission ID: 2098373585

File name: 34-385-Article_Text-1257-1-10-20200127.pdf (698.8K)

Word count: 5678

Character count: 33920

PENGUJIAN DAYA TAHAN KOPOLIMER KARET ALAM GRAFTING POLISTIRENA DENGAN LARUTAN N-PENTANA, BIODIESEL DAN KEROSIN

A. Prisilia¹, B.P. Nugraha¹, F. Ali, A. Citradi, W.D.P. Rengga, T.I. Sari*

¹Teknik Kimia, Universitas Sriwijaya, Palembang

Jl. Raya Palembang-Prabumulih KM 32 Inderalaya Ogan Ilir (OI) 30662

Corresponding author: tutiindahsari@ft.unsri.ac.id

ABSTRAK: Salah satu inovasi yang dapat meningkatkan sifat Karet Alam (KA) sebagai bahan baku industri hilir adalah memodifikasi karet dengan cara *grafting* atau pencangkokan. Proses *grafting* dilakukan dengan monomer stirena. Stirena adalah salah satu monomer yang baik untuk meningkatkan sifat mekanik dan *thermal* dari KA karena struktur aromatik di dalam molekul monomer. Pengujian sifat mekanis yang dilakukan adalah pengujian kekuatan tarik, tegangan putus, kekerasan, *swelling* dan *shrinkage*. Uji *swelling* dan *shrinkage* dilakukan dengan larutan n-pentana, biodiesel dan kerosin. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui daya tahan DPKA-g-PS terhadap perendaman dengan pelarut n-pentana, kerosin dan biodiesel dan perbandingan dengan KA dan SBR. Pengujian terhadap sifat fisik seperti kekuatan tarik, tegangan putus, kekerasan juga dilakukan. Persen *swelling* terendah selama 24 jam pada pelarut n-pentana, kerosin, dan biodiesel yaitu SBR 0,83, SBR 2,16, SBR 1,04. Persen *shrinkage* terendah selama 7 hari pada pelarut n-pentana yaitu KA 3,02%. Hasil pengujian mekanis menunjukkan bahwa kekerasan DPKA-g-PS yaitu 60 Shore-A lebih tinggi dari KA dan SBR, kekuatan tarik KA yaitu 8,4 MPa lebih tinggi dari DPKA-g-PS dan SBR dan perpanjangan putus KA 820% lebih tinggi dari DPKA-g-PS dan SBR.

Kata Kunci: DPKA-g-PS, *shrinkage*, stirena, *swelling*

ABSTRACT: The innovation that can improve natural rubber properties is to modify rubber by grafting with a monomer. Styrene has become a good monomer to improve the mechanical and thermal properties of NR due to the aromatic structure in the monomer molecule. The test of mechanical properties is tensile strength, breaking stress, hardness, swelling and shrinkage. Swelling and shrinkage tests were carried out with n-pentane, biodiesel and kerosene solutions. The purpose of this study was to determine the resistance of DPNR-g-PS to immersion with n-pentane, kerosene and biodiesel solvents and comparison with NR and SBR. Testing of physical properties such as tensile strength, breaking stress, hardness is also carried out. The lowest percentage swelling for 24 hours in n-pentane, kerosene, and biodiesel solvents was SBR 0.83, SBR 2.16, SBR 1.04. The lowest shrinkage percentage for 7 days in n-pentane solvent is NR 3.02%. Mechanical test results show that the hardness of DPNR-g-PS is 60 Shore-A is higher than NR and SBR, the tensile strength of NR is 8.4 MPa higher than DPNR-g-PS and SBR and the breakout extension of NR is 820% higher than DPNR-g-PS and SBR.

Keywords: DPNR-g-PS, *shrinkage*, styrene, *swelling*

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara produsen karet alam kedua terbesar di dunia. Tahun 2016 total produksi karet alam di Indonesia mencapai 3,1 juta ton (DITJENBUN, 2016). *Hevea Brasiliensis* merupakan salah satu jenis pohon karet alam yang menghasilkan getah karet alam (*natural rubber latex*). Getah karet alam merupakan suatu

cairan seperti susu yang memiliki kandungan 30-40% total *solid* (Button, 1957). Namun hanya 16% dari total produksi yang diserap industri dalam negeri dan sisanya diekspor ke berbagai negara dalam bentuk karet mentah (Ekanantari, 2015). Kurangnya diversifikasi produk karet alam mendorong pemerintah Indonesia menggalakkan penggunaan karet alam sebagai bahan baku berbagai industri hilir karet lokal. Salah satu inovasi yang dapat

dilakukan adalah memodifikasi karet agar memiliki sifat yang lebih baik, salah satu cara untuk memodifikasi karet adalah dengan cara *grafting* atau pencangkakan.

Grafting merupakan jenis teknik modifikasi kimia yang paling baik daripada jenis lainnya (Dung dkk., 2017). *Grafting* ini adalah suatu metode pengikatan monomer secara kovalen (dimodifikasi) ke dalam rantai polimer, dengan tahapan polimerisasi dari suatu campuran oligomer yang akan membentuk lapisan yang melekat ke dalam *substrate* oleh *physical forces* (Bhattacharya dan misra, 2004). Proses *grafting* dapat dilakukan dengan berbagai monomer, seperti *acrylonitrile*, *methyl methacrylate*, dan stirena. Stirena telah menjadi monomer yang baik untuk meningkatkan sifat mekanik dan *thermal* dari karet alam karena struktur aromatik di dalam molekul monomer (Dung dkk., 2017). Modifikasi struktur karet alam secara kopollimerisasi cangkok dilakukan untuk mengubah sifat alami lateks sehingga lebih kuat saat diaplikasikan.

Karet sintetis merupakan jenis karet buatan dari reaksi polimerisasi monomer yang memiliki sifat seperti karet. Salah satu jenis karet sintetis yang sering digunakan adalah SBR (*Styrene Butadiene Rubber*). Penggunaan karet ini didalam pembuatan barang jadi karet adalah mempunyai kekuatan tarik yang baik pada keadaan basah/kering dan daya lenting rendah. Sifat SBR yang lain adalah tahan kikis, tahan terhadap pengusangan, tahan panas, sangat dinamis, kaku dan mempunyai gas *permeability* yang baik, sedangkan kelemahan dari karet SBR adalah menimbulkan panas yang rendah, dan penyusutannya tinggi (Nuyah, 2011).

Karet yang telah dimodifikasi dilakukan pengujian terlebih dahulu sebelum diaplikasikan menjadi suatu barang. Pengujian mekanis terhadap karet biasanya terdiri dari pengujian kekuatan tarik, tegangan putus, dan kekerasan. Pengujian mekanis pada karet dilakukan untuk memastikan karet yang digunakan nantinya dapat berfungsi dengan baik. Selain itu pengujian mekanis pada karet dapat dilakukan dengan merendam karet dengan pelarut atau disebut uji *swelling*.

Swelling merupakan peningkatan dimensi elastomer karena penyerapan cairan organik setelah bahan bersentuhan atau direndam, sedangkan *shrinkage* adalah pengurangan berat dari berat setelah direndam akibat ada bagian bahan yang terlarut. Pada uji *swelling* karet akan mengembang dan mengalami peningkatan volume setelah mengalami absorpsi dengan pelarut, sedangkan berkurangnya berat karet akibat ada bagian karet yang terlarut pada larutan disebut dengan *shrinkage*. Penelitian sebelumnya uji *swelling* pada karet alam dan NBR menggunakan n-pentana sebagai standar pengujianya (Kinasih, dkk., 2016). Pada pengujian menggunakan n-heksana, karet alam (SIR 20 dan EPDM) terlarut pada n-

heksana (Yuniari, 2016). Pada penelitian sebelumnya uji *swelling* menggunakan dimetil eter pada karet alam vulkanisat sebagai standar pengujian (Sari dkk., 2016).

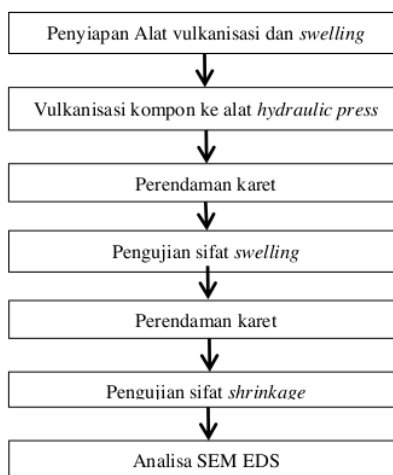
Berdasarkan sifat fisik dari karet yang berbeda-beda antara karet alam, karet kopolimer, dan karet sintesis (*Styrene Butadiene Rubber*) penulis ingin melakukan penelitian tentang pengujian mekanis terhadap ketiga jenis karet tersebut. Terutama pengujian *swelling* dan *shrinkage* yang sangat berguna untuk melihat ketahanan karet terhadap berbagai macam pelarut yang digunakan pada industri-industri kimia, karena nantinya karet dapat digunakan sebagai produk penunjang industri seperti *seal* atau selang.

METODOLOGI PENELITIAN

Bahan

Karet alam lateks *high ammonia* yang didapatkan dari PT. Bumi Rambang, Sumatera Selatan, Indonesia. Monomer stirena dari PT. Stirena Monomer Indonesia, Cilegon, Banten. Kalium persulfat ($K_2S_2O_8$) dan *sodium dodesil sulfonat* (SDS) yang dibeli dari Merck (Germany). Aseton dan *aquadest* serta gas nitrogen. Proses di proteinasi dilakukan selama 1 jam untuk membuat Deproteinasi Karet Alam (DPKA) dengan mencampurkan lateks KA *high ammonia* dengan sebanyak 0,1% dari berat Kadar Karet Kering (KKK) dan 1% SDS dari berat KKK. Karet sintetis SBR Buna SE 1502 ex Arlanxco, KA lateks yang telah divulkanisasi, kerosin, biodiesel dan n-pentana.

Prosedur Penelitian



Gambar 1 Diagram penelitian proses vulkanisasi, *swelling* dan *shrinkage*

1

Pengujian Daya Tahan Kopolimer Karet Alam Grafting Polistirena dengan Larutan n-pentana, biodiesel dan kerosin.

Diagram penelitian proses vulkanisasi, *swelling* dan *shrinkage* dapat dilihat pada Gambar 1.

Swelling

Karet vulkanisat dipotong dengan ukuran standar *swelling*, kemudian ditimbang massa sebelum perendaman. Kemudian sampel direndam dengan pelarut n-heksana, biodiesel atau kerosin.

Karet yang mengalami *swelling* dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut: (Yakuub dkk., 2014)

$$\text{Persentase swelling (\%)} = \frac{W_1 - W_0}{W_0} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan:

W_1 : Massa sampel setelah mengalami pembengkakan

W_0 : Massa awal sampel sebelum perendaman dalam pelarut (Kerosin, npentana, dan biodiesel)

Shrinkage

Setelah waktu 1 hari perendaman pada *swelling* masing-masing kompon diangkat dan letakan pada kertas saring dan keringkan (untuk kompon dengan pelarut biodiesel dan kerosin gunakan *oven* dengan temperatur 50-100°C selama 1-2 jam). Untuk kompon yang telah di rendam n-pentana dikeringkan pada temperatur ruangan. Lakukan tahapan untuk waktu perendaman 2 hari, 3 hari, 7 hari. Kompon karet yang di rendam saat dilakukan uji *shrinkage* dipastikan benar-benar kering, kemudian dicatat massa masing-masing.

Karakterisasi Sifat Karet Alam, Kopolimer dan SBR

Analisa Kopolimer Grafting

Struktur C≡N dianalisa dengan *Fourier transform infrared* (FTIR). Temperatur transisi gelas (T_g) dianalisa dengan *Differential Scanning Calorimetry* (DSC).

Analisa Sifat Mekanis

Analisa sifat mekanis dilakukan dengan pengujian terhadap *tensile strength*, *elongation at break* dan *hardness*.

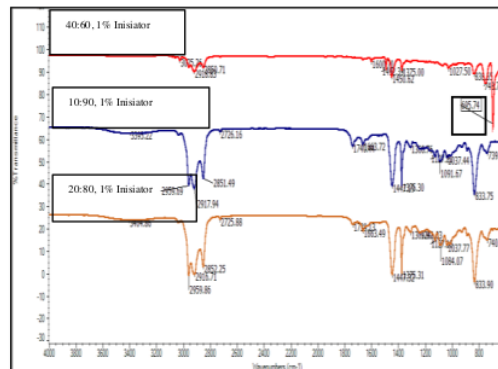
Analisa Swelling

Kopolimer *grafting* yang telah melalui pengujian *swelling* dianalisa dengan *Scanning Electron Microscopy* (SAM).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa *Fourier Transform-Infra Red* (FTIR)

Teknik pengujian dengan menggunakan FTIR (*Fourier Transform-Infra Red*) didasarkan pada vibrasi atom sebuah molekul. Spektrum infra merah suatu molekul adalah hasil transisi antara tingkat energi vibrasi yang berlainan seperti yang terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Spektrum FTIR sample karet dengan komposisi ST:KA (40:60 ; 10:90 ; 20:80) dengan inisiator 1% berat/berat (Sumber: Syafiq dan ihsan, 2019)

Dari Gambar 2 hasil FTIR dari sample dengan rasio ST:KA yaitu 40:60 dengan berat inisiator 1% menunjukkan bahwa terdapat gugus benzena, kelompok fungsional cincin benzena pada *wave number* ~700 cm^{-1} dan ~760 cm^{-1} (Luo, dkk, 2012), hasil FTIR bilangan gelombang 696 cm^{-1} untuk vibrasi ikatan CH rantai cincin benzena (Puspitasari dkk., 2016), gugus aromatik ring (stirena) pada 690 cm^{-1} – 740 cm^{-1} (Stuart, 2000). Keberadaan polistirena pada karet alam diketahui dengan adanya gugus benzena yang ditunjukkan pada panjang gelombang sekitar 748,71 cm^{-1} dan 695,74 cm^{-1} . Hal ini berkaitan dengan visualisasi struktur permukaan lateks *crepe* yang keras pada rasio tersebut yang mengindikasikan stirena yang tergrafting ke dalam karet alam.

Pengaruh Kopolimerisasi Terhadap Sifat Fisik Pengujian Kekuatan Tarik, Perpanjangan Putus dan Kekerasan.

Pengujian mekanis terhadap karet kopolimer, karet alam, dan karet SBR dilakukan dengan standar pengujian ASTM (*American Standard Testing and Material*). Hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 1:

Tabel 1 Hasil pengujian mekanis karet Kopolimer, Karet Alam dan, Karet SBR

Pengujian	Standar Pengujian (ASTM)	Hasil		
		Karet Alam	Karet Kopolimer	Karet SBR
Kekerasan (Shore-A)	D.2240-15	27	60	45
Kekuatan Tarik (Mpa)	D.412-16	8.4	4.7	2.9
Perpanjangan Putus (%)	D.412-16	820	300	420

Dari Tabel 1 dapat dilihat pada pengujian kekerasan, yang menggunakan skala Shore-A untuk nilainya. Nilai karet alam yang di *grafting* dengan monomer stirena mendapat nilai paling besar yaitu sebesar 60 sedangkan karet SBR hanya 45 dan karet alam sebesar 27, menandakan bahwa karet yang dikopolimerisasi merupakan karet yang paling keras dibandingkan dengan karet alam dan karet SBR, kekerasan menunjukkan keelastisitas dari suatu material. Semakin rendah kekerasannya maka semakin elastis material tersebut, yang berarti karet kopolimer merupakan yang paling tidak elastis dibanding dengan ketiga karet lain. Nilai kekerasan suatu barang jadi karet dapat menjadi petunjuk tingkat vulkanisasi atau degradasi yang dialami oleh karet.

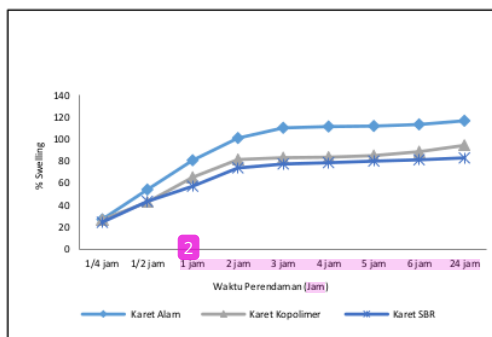
Untuk nilai kekuatan tarik pada Tabel 1 karet alam yang di *grafting* menunjukkan nilai kekuatan tarik yang lebih baik dibandingkan dengan karet SBR tetapi tidak lebih baik dibandingkan dengan karet alam. Untuk perpanjangan putus yang didapatkan karet kopolimer sebesar 300% dimana panjang maksimum karet 3 kali lipat dari panjang awal sebelum putus dan merupakan yang paling kecil dari ketiga jenis karet, hal ini menandakan kalau karet kopolimer tidak baik untuk aplikasi yang kurang memerlukan sifat elastisitas dari karet. Untuk nilai perpanjangan putus paling tinggi didapat karet alam sebesar 820%, berarti karet alam baru putus setelah memanjang 8 kali lipat dari berat awal.

Presentase *Swelling* pada DPKA-g-PS, Karet Alam, dan SBR terhadap Uji Rendam dengan n-pentana

Perendaman dilakukan pada kondisi di bawah temperatur ruangan untuk mencegah n-pentana menguap karena titik didihnya yang rendah dan pada tekanan atmosfer. Perendaman juga harus kedap udara agar tidak ada terkontaminasi. Setelah dilakukan pengujian *swelling* pada karet alam, karet kopolimerisasi dan karet SBR yang direndam dengan n-pentana didapatkanlah nilai

presentase *swelling* dari beberapa waktu yang ditunjukkan Gambar 3.

Dari Gambar 3 dapat dilihat bahwa nilai presentase *swelling* untuk waktu 14 hari pada pelarut n-pentana merupakan yang paling kecil diantara pelarut kerosin dan biodiesel. Pada 15 menit pertama nilai presentase *swelling* yang didapatkan pada karet SBR paling rendah yaitu sebesar 24,45% dimana karet kopolimer berada pada urutan kedua dengan nilai 26,87% dan karet alam dengan presentase *swelling* terbesar yaitu 27,07%. Hal ini dikarenakan derajat keterikatan silang pada SBR lebih besar dari yang lainnya, dimana apabila nilai rasio *swelling* kecil maka derajat keterikatan silang menjadi besar (Ahmed, 2012).



Gambar 3 Presentase *Swelling* karet dengan variasi Waktu pada perendaman dengan n-pentana

Dari Gambar 3 juga menunjukkan bahwa persen *swelling* yang paling tinggi selama 1 hari didapatkan pada karet alam kedua pada karet kopolimer dan terakhir pada karet SBR. Karet alam konstan sejak 15 menit pertama mengalami presentase *swelling* paling besar diantara ketiga karet, sedangkan karet kopolimer dan karet SBR mempunyai presentase *swelling* yang hampir sama selama 1 hari.

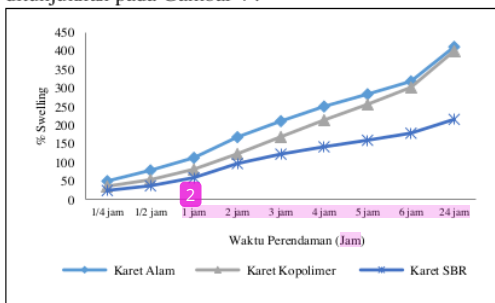
Sampai pada 6 jam pertama nilai presentase *swelling* pada karet kopolimer yang direndam n-pentana sudah sebesar 88,76%, dimana nilainya lebih besar dibandingkan dengan nilai presentase *swelling* pada pelarut biodiesel yang hanya sebesar 69,118%, ini dikarenakan n-pentana tidak memiliki gugus polar seperti pada biodiesel sehingga proses difusi menjadi lebih baik dan membuat banyak molekul dari n-pentana terserap kedalam karet kemudian berakibat pada penambahan berat dari karet yang begitu cepat (Arisanti, 2016). Perbandingan pada waktu 6 jam dengan pelarut kerosin memiliki nilai yang sangat jauh, dimana karet kopolimer pada pelarut kerosin sudah mengembang 3 kali lipat dari berat awalnya, ini dikarenakan pada kerosin memiliki

rantai penyusun yang lebih panjang dari pada rantai penyusun n-pentana sehingga pada jumlah molekul yang sama kerosin memiliki berat yang jauh dibandingkan dengan n-pentana.

Mulai dari hari kedua presentase *swelling* pada karet kopolimer sudah mengalami kejenuhan, dimana dapat dilihat penambahan yang terjadi sampai hari keempat belas hanya bertambah 8% menjadi 109,65%, ini menandakan bahwa daya serap karet terhadap larutan semakin kecil. Hal ini hampir sama pada pelarut kerosin dimana setelah hari pertama sudah mengalami kejenuhan pada proses difusi oleh karet. Nilai *swelling* pada karet alam mengalami penurunan berat pada hari ketujuh dari 121,82% pada hari ketiga menjadi 117,88% pada hari ketujuh, ini diakibatkan karena ada sebagian dari karet yang terlarut pada n-pentana, sehingga pada pengukuran kembali beratnya menjadi berkurang. Setelah ada bagain karet yang terlarut dalam n-pentana peristiwa difusi masih berjalan walaupun hanya sedikit ditandai dengan bertambahnya berat dari karet pada hari keempat belas yang menjasi 119,48%. Hal ini juga terjadi pada karet SBR, karet SBR mengalami penurunan berat pada hari kedua dimana presentase *swelling* turun dari 83,08% menjadi 79,39% tetapi kembali naik pada hari ke 3 menjadi 80,10% dan turun kembali pada hari keempat belas menjadi 77,75%. Hal ini dapat terjadi karena bagian penyusun karet telah terdegradasi akibat dari pelarut n-pentana, sehingga bagian yang telah terdegradasi tersebut luruh dan terlarut didalam pelarut dan kenaikan menunjukkan bahwa belum jenuh terhadap pelarut.

Presentase *Swelling* pada DPKA-g-PS, KA dan SBR terhadap Uji Rendam dengan Kerosin

Perendaman dilakukan dengan kondisi temperatur ruangan, tekanan atmosfer dan kedap udara. Setelah dilakukan pengujian *swelling* pada karet alam, karet kopolimerisasi dan karet SBR yang direndam dengan kerosin didapatkanlah nilai presentase *swelling* yang ditunjukkan pada Gambar 4 :



Gambar 4 Presentase *Swelling* karet dengan variasi Waktu pada perendaman dengan Kerosin

Dari Gambar 4 dapat dilihat bahwa pengembangan karet kopolimer mempunyai nilai yang hampir sama dengan karet kopolimer dari 15 menit pertama sampai 1 hari perendaman. Nilai kenaikan presentase *swelling* dari karet SBR mulai dari 4 jam pertama sampai 1 hari cenderung tidak begitu signifikan hanya bertambah 50% dari 150%, berbeda dengan karet alam dan karet kopolimer yang sudah mengembang sebesar 4 kali lipat dari berat awal mereka.

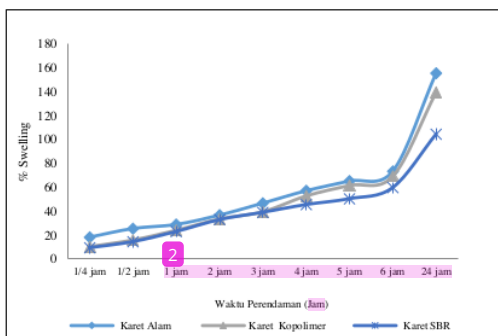
Gambar 4 menunjukkan bahwa karet kopolimer memiliki presentase *swelling* yang lebih baik dibandingkan karet alam tetapi tidak lebih baik dari karet SBR. Pada 15 menit pertama karet kopolimer bertambah berat sebesar 36,38%, karet alam bertambah 50,28%, dan karet SBR hanya 25,05%. Dari 15 menit pertama menandakan bahwa kerosin lebih mudah terdifusi pada karet alam dibandingkan dengan karet kopolimer dan karet SBR. Struktur dari karet alam membuat kerosin lebih mudah terdifusi. Sedangkan pada karet kopolimer kerosin yang terdifusi lebih sedikit karena gugus yang dimiliki oleh karet kopolimer lebih kompleks dibandingkan dengan karet alam. Untuk karet SBR memiliki gugus yang paling kompleks dari ketiga karet lain sehingga kerosin yang terdifusi paling sedikit.

Pada 1 hari perendaman karet kopolimer sudah mengembang 4 kali lipat dari berat awalnya sekitar 400,26% begitu juga dengan karet alam sudah mengembang sebesar 411,34%, sedangkan karet SBR hanya mengembang 2 kali lipat dari berat awalnya sebesar 216,37%. Setelah hari pertama ketiga karet sudah mulai jenuh, ini dapat dilihat dari presentase *swelling* yang hanya bertambah sedikit sampai hari ke 14, dimana karet kopolimer hanya bertambah menjadi 442,37%, karet alam bertambah menjadi 446,58% dan karet SBR hanya bertambah menjadi 226,08%. Kerosin memiliki sifat non-polar dan ketiga karet yang digunakan juga mempunyai sifat non-polar, karena memiliki sifat kepolaran yang sama maka kerosin dapat melarutkan ketiga jenis karet. Adanya *crosslink* yang terbentuk karena vulkanisasi mencegah karet untuk terlarut pada kerosin, namun adanya jaringan dari *crosslink* akan memperluas ruang yang tersedia untuk terjadinya *swelling*. Ruang yang tersedia pada karet alam lebih besar dari karet kopolimer dan karet SBR yang menyebabkan karet alam mengalami penambahan berat yang paling tinggi diantara karet kopolimer dan karet SBR.

Dari pengujian *swelling* pada sampel karet alam, karet kopolimer dan, karet SBR yang direndam dengan kerosin didapatkan kesimpulan bahwa ketiga karet tersebut tidak bisa diaplikasikan sebagai bahan pada alat penyimpanan kerosin karena dapat merusak karet dan tidak sesuai standar.

Presentase *Swelling* pada DPKA-g-PS, KA dan SBR terhadap Uji Rendam dengan Biodiesel

Perendaman dilakukan dengan kondisi temperatur ruangan, tekanan atmosfer dan kedap udara agar karet dalam botol tidak terkontaminasi. Setelah dilakukan pengujian *swelling* pada karet alam, karet kopolimerisasi dan karet SBR yang direndam dengan biodiesel didapatkanlah nilai presentase *swelling* dari beberapa waktu yang ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5 Presentase *Swelling* karet dengan variasi waktu pada perendaman dengan Biodiesel

Gambar 5 menunjukkan bahwa pembesaran dari ketiga jenis karet selama 1 hari perendaman memiliki nilai yang cukup berbeda. Nilai tertinggi pada hari pertama didapat oleh karet alam sekitar 160% dan terendah didapat oleh karet SBR sekitar 100%. Sampai 1 hari pertama nilai *swelling* dari ketiga jenis karet ini belum mengalami tanda-tanda bahwa karet telah mengalami kejenuhan.

Dari Gambar 5 dapat dilihat bahwa presentase *swelling* yang terjadi pada ketiga karet yang direndam dengan biodiesel lebih kecil dibandingkan presentase *swelling* yang direndam dengan kerosin. Pada 15 menit pertama presentase *swelling* pada karet kopolimer sebesar 10,422% lebih kecil dibandingkan dengan presentase *swelling* dari karet alam yang sebesar 18,31% dan hanya berbeda sedikit dengan karet SBR yang sebesar 9,52%. Sama dengan pelarut kerosin, biodiesel lebih mudah terdifusi pada karet yang mempunyai struktur yang paling sederhana yaitu struktur yang terdapat pada karet alam. Sampai pada perendaman 1 hari presentase *swelling* dari karet kopolimer sudah menjadi 139,386%, berbeda jauh dengan pelarut kerosin yang pada perendaman hari pertama karet kopolimer sudah mengembang menjadi 4 kali lipat dari berat awal.

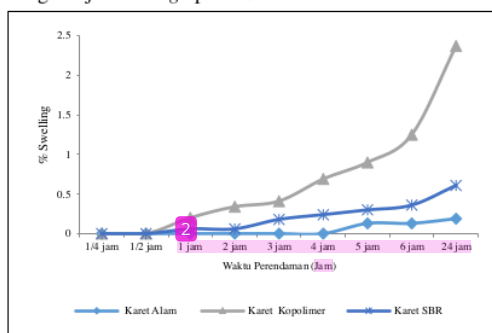
Sampai hari keempat belas karet masih mengalami penambahan presentase *swelling* yang signifikan dan belum menunjukkan tanda jika karet sudah mengalami

kejenuhan. Nilai dari presentase *swelling* karet pada hari keempat belas di pelarut biodiesel sama dengan nilai presentase *swelling* pada hari pertama di pelarut kerosin, dimana presentase *swelling* karet kopolimer sebesar 395,88%, karet alam sebesar 389,51%, dan karet SBR sebesar 217,77%. Presentase *swelling* yang lebih kecil pada pelarut biodiesel disebabkan karena biodiesel memiliki molekul yang lebih besar dibandingkan dengan kerosin. Meskipun merupakan pelarut non-polar, gugus alkil ester yang bersifat polar pada biodiesel sulit untuk terlarut kedalam karet yang memiliki sifat non-polar sehingga pengembangan menjadi lebih lama dibandingkan dengan pelarut kerosin.

Dari pengujian *swelling* pada sampel karet alam, karet kopolimer dan, karet SBR yang direndam dengan biodiesel didapatkan kesimpulan bahwa ketiga karet tersebut tidak bisa diaplikasikan sebagai bahan pada alat penyimpanan biodiesel karena dapat merusak karet dan tidak sesuai standar.

Presentase *Swelling* dan *Shrinkage* pada DPKA-g-PS, KA dan SBR terhadap pelarut air

Perendaman dilakukan dengan kondisi temperatur ruangan, tekanan atmosfer dan kedap udara agar karet dalam botol tidak terkontaminasi. Setelah dilakukan pengujian *swelling* pada karet alam, karet kopolimerisasi dan karet SBR yang direndam dengan air didapatkanlah nilai presentase *swelling* dari beberapa waktu yang ditunjukkan pada Gambar 6 dan perubahan berat karet dengan uji *shrinkage* pada Gambar 7:



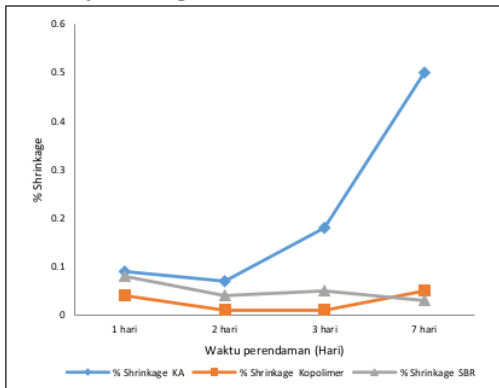
Gambar 6 Presentase *Swelling* karet dengan variasi waktu pada perendaman dengan air

Dapat dilihat dari Gambar 6 kenaikan nilai *swelling* tertinggi selama perendaman 1 hari didapat oleh karet kopolimer yang hampir memiliki nilai 2,5%, sedangkan karet alam dan karet SBR selama perendaman 1 hari mendapat nilai presentase *swelling* tidak mencapai 1%. Peningkatan nilai dari ketiga jenis karet sangat kecil

dikarenakan antara air dan karet memiliki polaritas yang berbeda.

Gambar 6 memperlihatkan nilai presentase *swelling* dalam air sangat kecil, bahkan sampai 14 hari perendaman. Hal ini dikarenakan air merupakan senyawa yang polar sedangkan karet adalah senyawa yang non-polar, perbedaan kepolaran dari kedua senyawa ini mengakibatkan mereka sulit untuk terlarut. Pada karet kopolimerisasi selama 30 menit pertama belum mengalami perkembangan sama sekali, berbeda dengan karet alam yang baru mengalami pengembangan setelah 5 jam perendaman, sedangkan pada karet SBR mengembang pada 1 jam pertama. Pada hari keempat belas karet kopolimer mengalami pengembangan yang paling besar yaitu sebesar 4,74%, sedangkan karet SBR cenderung konstan sampai hari keempat belas dan hanya bertambah sekitar 1,16%. Untuk pengurangan massa jenis karet terhadap air dapat dilihat pada Gambar 7.

Dari Gambar 7 dapat dilihat perubahan berat karet pada uji *shrinkage* tidak konstan dan terjadi pada ketiga jenis karet. Perubahan berat karet yang paling tidak stabil didapat oleh karet alam. Selama perendaman 7 hari ketiga karet hanya kehilangan tidak lebih dari 0,6%.



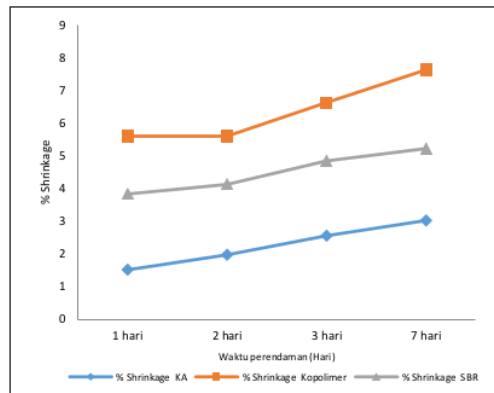
Gambar 7 Presentase *Shrinkage* karet dengan variasi waktu pada perendaman dengan air

Pada uji *shrinkage* karet kopolimer hanya kehilangan berat sekitar 0,05% pada perendaman 7 hari dan merupakan nilai yang hampir sama dengan SBR yang bernilai 0,03% dan karet alam sebesar 0,50%. Ini menandakan air merupakan senyawa yang tidak bahaya terhadap karet karena hanya melarutkan bagian dari karet kurang dari 1% walaupun pada perendaman 7 hari.

Presentase *Shrinkage* pada DPDPKA-g-PS, KA, SBR terhadap Uji Rendam dengan n-pentana

Pengujian *shrinkage* pada karet alam, karet kopolimerisasi dan karet SBR yang direndam dengan n-

pentana, didapatkan nilai presentase *shrinkage* dari beberapa waktu yang ditunjukkan pada Gambar 8:



Gambar 8 Presentase *Shrinkage* karet dengan variasi waktu pada perendaman dengan N-pentana

Gambar 8 menunjukkan nilai *shrinkage* karet alam terus naik sampai hari ke 7 yang menandakan bahwa semakin lama waktu perendaman maka semakin banyak berat karet yang hilang. Penurunan nilai pada hari ke 7 pada karet alam dan karet SBR bisa diakibatkan masih ada pelarut n-pentana yang terkandung di dalam karet pada saat penimbangan.

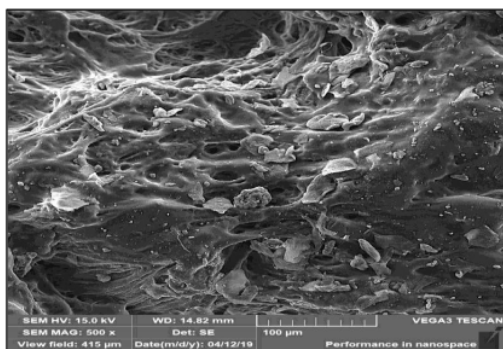
Gambar 8 menunjukkan bahwa karet kopolimer mengalami pengurangan berat terbesar setelah direndam selama 7 hari dengan nilai presentase *shrinkage* yaitu 7,63%. Karet alam mengalami penurunan berat yang konstan bersama dengan lamanya perendaman karet dan mendapat pengurangan berat terbesar sebesar 3,02%. Karet SBR hampir mengalami pengurangan yang konstan dari hari pertama sampai hari terakhir yaitu berkisar antara 3% sampai dengan 5% saja.

Pengurangan berat terjadi karena ada bagian karet yang terlarut pada pelarut yang digunakan. Pelarut menyerang beberapa gugus yang terdapat pada karet sehingga gugus tersebut putus dari rantai penyusun karet dan terikat dengan pelarut pada saat dikeringkan. Untuk karet kopolimer pengurangan berat bisa saja terjadi karena ada kehilangan stirena yang hanya menempel pada karet bukan karet yang benar-benar tercampok pada gugus stirena. Pada pelarut air kehilangan berat yang terjadi karena karet tidak terlarut pada air.

Karakteristik dengan Analisa SEM

Penelitian ini menggunakan analisa SEM yang bertujuan untuk mengetahui struktur dari karet alam non vulkanisasi, karet alam modifikasi yang merupakan

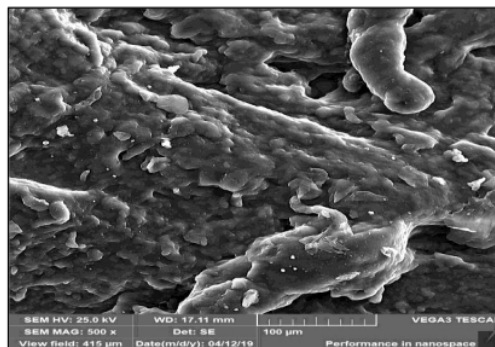
kopolimer *grafting styrene* non vulkanisasi dan kopolimer *grafting styrene* yang telah divulkanisasi serta kopolimer *grafting styrene* yang telah di vulkanisasi dan direndam dengan pelarut n-pentana. Analisa dengan menggunakan 4 jenis karet tersebut dikarenakan untuk melihat perbedaan struktur antara karet alam non vulkanisasi dengan karet kopolimer *grafting styrene* non vulkanisasi dan untuk melihat perbedaan antara struktur karet kopolimer *grafting styrene* yang telah divulkanisasi dengan kopolimer *grafting styrene* yang telah di vulkanisasi dan direndam dengan pelarut n-pentana. Penggunaan karet yang telah direndam dengan pelarut n-pentana dikarenakan oleh keberhasilan uji *shrinkage* yang terdapat pada pelarut n-pentana. EDS dilakukan untuk melihat unsur yang ada di 4 jenis karet tersebut. Analisa SEM-EDS pada penelitian ini dilakukan di Laboratorium Forensik Cabang Palembang yang terdapat di Polda Palembang. Hasil analisa SEM pada KA non Vulkanisasi dapat ditunjukkan pada Gambar 9:



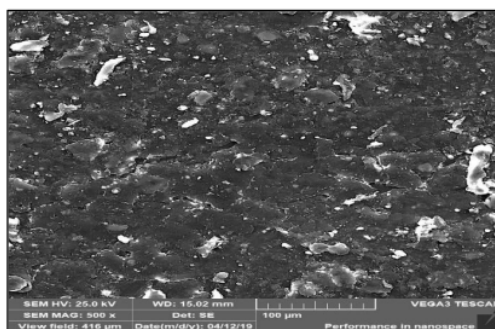
Gambar 9 Analisa SEM pada karet alam non vulkanisasi
Berdasarkan Gambar 9 maka dapat dilihat bahwa dengan perbesaran 500x pada struktur karet alam non vulkanisasi yaitu bergelombang, terlihat seperti berserat, terdapat pori-pori, antara struktur satu dengan yang lain tidak menyatu, dan strukturnya tidak halus. Untuk melihat karet alam yang telah dimodifikasi yaitu karet kopolimer *grafting styrene* non vulkanisasi, maka dibawah ini merupakan hasil analisa yang telah dilakukan pada Gambar 8 yang dapat ditunjukkan pada Gambar 10:

Berdasarkan Gambar 10 dapat dilihat bahwa dengan perbesaran 500x, yang terjadi pada struktur karet kopolimer *grafting styrene* non vulkanisasi yaitu bergelombang, strukturnya tidak halus, terdapat bentuk gumpalan yang seperti benjolan dan terdapat warna putih yang merupakan adanya stiren. Ini menandakan bahwa karet alam yang dimodifikasi telah berhasil dikarenakan adanya stiren yang menempel pada struktur karet tersebut. Analisa SEM pada karet kopolimer *grafting styrene*

vulkanisasi sebelum dilakukan perendaman dengan n-pentana dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 10 Analisa SEM pada karet Kopolimer *Grafting Styrene* non vulkanisasi

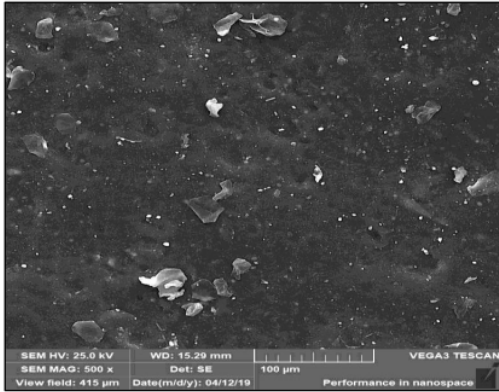


Gambar 11 Analisa SEM pada Karet Kopolimer *Grafting Styrene* vulkanisasi sebelum dilakukan perendaman dengan n-pentana

Berdasarkan Gambar 11 dapat dilihat bahwa dengan perbesaran 500x, struktur yang terlihat pada karet kopolimer *grafting styrene* vulkanisasi (sebelum direndam) yaitu sedikit halus dan tidak bergelombang seperti yang terdapat pada karet yang belum divulkanisasi, tidak terdapat pori-pori pada permukaan, dan antara struktur satu dengan yang lainnya menyatu, serta terdapat banyak warna putih yang merupakan bahwa adanya stiren yang menempel pada karet tersebut. Untuk melihat perbandingan karet modifikasi yang telah divulkanisasi (sebelum direndam) dengan yang sesudah direndam, maka dapat dilihat pada Gambar 12.

Berdasarkan pada Gambar 12 dapat dilihat bahwa dengan perbesaran 500x, struktur yang terlihat pada karet hasil modifikasi yang merupakan kopolimer *grafting styrene* yang telah divulkanisasi dan telah direndam dengan pelarut n-pentana yaitu struktur yang mulus, permukaan yang rata, tidak bergelombang, tidak terdapat

pori-pori, dan tidak terdapat retakan. Hal ini dikarenakan permukaan tersebut terkikis atau hilang terlarut dengan n-pentana.



Gambar 12 Analisa SEM pada Karet Kopolimer *Grafting Styrene* vulkanisasi setelah dilakukan perendaman dengan n-pentana

KESIMPULAN

- 1) DPKA-g-PS memiliki kekerasan 60 (skala shore-A) yang merupakan karet paling keras diantara karet alam dan karet SBR. DPKA-g-PS memiliki kekuatan tarik sebesar 4,7 Mpa, lebih baik dari karet SBR tetapi lebih buruk dari karet alam. DPKA-g-PS putus setelah 300% perpanjangan dimana merupakan yang paling rendah diantara karet alam dan karet SBR.
- 2) Polaritas dan struktur dari larutan akan menentukan presentasi *swelling* dan *shrinkage* kopolimer DPKA-g-PS, karet alam, dan SBR. Pelarut n-pentana mendapat presentase *swelling* yang paling kecil karena memiliki struktur penyusun yang paling sederhana diantara biodiesel dan kerosin. Pelarut kerosin mendapat presentasi *swelling* terbesar karena struktur penyusun yang paling besar.
- 3) Semakin lama waktu perendaman maka karet akan semakin jenuh, untuk pelarut n-pentana dan pelarut kerosin karet sudah jenuh setelah hari pertama perendaman, sedangkan pada pelarut biodiesel karet belum jenuh setelah hari keempat belas perendaman.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak terkait penelitian ini terutama analis dan teknisi di Laboratorium Rekayasa Proses Produk Industri Kimia FT

Unsri dan Laboratorium Kimia dan Fisika, Puslit Karet, Bogor. Ucapan terima kasih juga disampaikan ke Lembaga Penelitian Unsri atas Hibah Penelitian Unggulan dana PNPB.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, K., Misra, B.N. (2012). Mechanical, Swelling, and Thermal Aging Properties of Marble Sludge-Natural Rubber Composites. *Journal of Industrial Chemistry*. 21(3): 1-12.
- Andriyanti., Fathurrohman, M. I. (2010). Kajian Metode Vulkanisasi Lateks Karet Alam Bebas Nitrosamin dan Protein Alergen. *Batan:Yogyakarta*
- Arayapraneer W., Prasassarakich P., dan Rempel, G.L. (2001). Sythesis of Graft Copolimers from Natural Rubber Using Cumene Hydroperoxide Redox Initiator. *Journal of Applied Polymer Science*. 83: 2993-3001.
- Arisanti N., Fathurrohman M Irfan. (2016). Pengaruh Kondisi Reaksi terhadap Karakteristik Ketahanan Karet Alam Epoksi dalam N-pentana. *Jurnal Sains Materi Indonesia*. 17 (3): 102-109.
- Badan Standardisasi Nasional. (2010). Karet Perapat (rubber seal) pada Katup Tabung LPG. (Vol. SNI 7655:2010, pp. 16). Indonesia: Badan Standarisasi Nasional.
- Bhattacharya, A., Misra, B.N. (2004). Grafting: A Versatile Means to Modify Polymers: Techniques, Factors and Applications. *Progress in Polymer Science*. 29 (8): 767–814.
- Choi, S. S., Park, B. H., dan Song, H. (2004). Influence of Filler Type and Content on Properties of Styrene Butadiene Rubber (SBR) Compound Reinforced with Carbon Black or Silica. *Polymers for Advanced Technologies*. 15(3): 122-127.
- Direktorat Jendral Perkebunan. (2016). Statistik Perkebunan Indonesia Komoditas Karet (Rubber) 2014-2016. Jakarta: DIrektorat Jendral Perkebunan.
- Dung, T.A., Nhan, N.T., Thuong, N.T., Nghia, P.T., Yamamoto, Y., Kosugi, K., Kawahara, S., dan Thuy, T.T., 2017. Modification of Vietnam Natural Rubber via Graft Copolymerization with Styrene. *Journal of the Brazilian Chemical Society*. 28(4): 669–675.
- Ekanatari. (2015). Outlook Karet. Jakarta: Pusat Data dan Informasi Pertanian Kementerian Pertanian.
- Fathurrohman, M. I. (2013). Sifat Dinamik Mekanikal Vulkanisat Karet Alma-Organoclay. *Jurnal Penelitian Karet*. 31(1): 45-53.
- Handayani, H., Faturrahman Irfan Muhammad, dan Kuncoro I. (2011). Karakteristik Sifat Fisik dan

- Ketahanan terhadap Minyak dari Karet Alam Epoksi. *Jurnal Penelitian Karet*. 29(1): 49-62.
- Handayani, H., Faturrahman Irfan Muhammad. (2018). Karet Alam Epoksi sebagai Bahan Baku Pembuatan Komponen Karet pada Katup Tabung dan Regulator LPG. *Jurnal Penelitian Karet*. 35(2): 199-210.
- Hitachi Breaks SEM Resolution Barrier. (2005). *Scanning Electron Microscopy (SEM)* <https://www.inpharmatechnologist.com/Article/2005/03/10/Hitachi-breaks-SEM-resolution-barrier>. Diunduh pada tanggal 20 April 2019.
- Kinasih, N. A., dkk. (2016). Pengaruh Kondisi Reaksi Terhadap Karakteristik Ketahanan Karet Alam Epoksi dalam n- Pentana. *Jurnal Sains Materi Indonesia*. 17(3): 102-109.
- Lake, G. J. and Lindley, P. B. (1996). in *Use of Rubber in Engineering*. MacLaren and Sons Ltd: London. p. 67
- Liu, C., Shao, Y. and Jia D. (2008). Chemical modified starch reinforced natural rubber composites., 49(8): 2176-2181.
- Nicholas, P. (1962). *Plastics Technology Handbook Volume 2*. Plastics Departement Head: London.
- Nuyah., Yulita. (2012). Pengaruh Penggunaan Natural Rubber dan EDPM terhadap Karakteristik Kompon Karet Peredam Benturan pada Pintu Kendaraan Roda Empat. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*. 23(2): 85-90.
- Puspitasari, S., dkk. (2015). Kajian Modifikasi Kimia secara Kopolimerisasi Cangkok pada Pembuatan Karet Alam Termoplastik. *Warta Perkaretan*. 34(1): 65-76.
- Ramadhan, A., dkk. (2012). Pengaruh Asam Stearat Terhadap Karakteristik Pematangan, Sifat Mekanik dan Swelling Vulkanisat Karet Alam dengan Bahan Pengisi Organoclay. *Jurnal Sains Materi Indonesia*. 14(2): 108-113.
- Sari, T. I., dkk. (2016). Pengujian Awal Ketahanan Karet Alam Vulkanisat terhadap Dimetil Eter. Seminar Nasional Sains dan Teknologi Fakultas Teknik Universitas Muhamadiyah Jakarta.
- Simpson, R.B. (2002). *Rubber Basic*, 2nd Edition. Rapra Technology Ltd: London.
- Sommer, J. G. (2009). *Engineered Rubber Products. Engineered Rubber Products: Introduction to Design, Manufacture and Testing*. Munich:Hanser.<http://doi.org/10.3139/9783446433441.fm>. diunduh pada tanggal 5 April 2019.
- Songsing, K., Vatanatham, T., & Hansupalak, N. (2013). Kinetics and Mechanism of Grafting Styrene onto Natural Rubber in Emulsion Polymerization Using Cumene Hydroperoxide-tetraethylenepentamine as Redox Initiator. *European Polymer Journal*. 49(5) : 1007-1016.
- Sridharan, K., dkk. (2016). Investigation on The Swelling Characteristics of NR/BR Rubber Blends. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*. 8(1): 553-557.
- Stuart, Barbara. (2000). *Infrared Spectroscopy Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology*. John Wiley & Sons, Inc.
- Susanto, T. (2016). Perbandingan Sifat Mekanik Fisik Vulkanisat SBR dan SBR/NR Menggunakan Bahan Pengisi Pati Termodifikasi Resorcinol Formaldehyde. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*. 27(1): 09-18.
- Syafiq, M.A., Ihsan, M. (2019). Modifikasi Karet Alam dengan Monomer Stirena sebagai Bahan Intermediet pada Aplikasi Produk Karet. Laporan Penelitian.
- Takeshita, E.V., dkk. (2012). Quantification of Styrene Butadiene Rubber Swelling as A Function of The Toluene Content in Gasoline: A New Method to Detect Adulterstions of Fuels. *Journal of Applied Polymer Science*. 36(5) : 1002-1007
- Thermo Fisher Scientific. (2015). *An FTIR Basic Organic Functional Group Reference Chart*. <https://www.thermofisher.com/blog/materials-a-gift-for-you-an-ftir-basic-organicfunctional-group-reference-chart/> , diunduh pada tanggal 14 Maret 2019.
- Thermo Nicolet. (2001). *Introduction to Fourier Transform Infrared Spectrometry*. Thermo Nicolet Corporation: USA.
- Tim Penulis PS. (2008). *Panduan Lengkap Karet*. Penebar Swadaya Anggota IKAPI: Jakarta.
- Yuliarita, E. (2015). Uji Perendaman Komponen Non Logam Sistem Saluran Bahan Bakar Kendaraan Bermotor dengan Biosolar (B5). *Widyariset*. 1(1): 51-60.
- Yuniari, A. (2014). Sifat Termal, Swelling dan Morfologi Vulkanisat Campuran Pale Crepe/SBR. Prosiding Seminar Nasional Kulit, Karet dan Plastik, Badan Pengkajian Kebijakan, Iklim dan Mutu Industri Kementerian Perindustrian RI.
- Yuniari., dkk. (2016). Reologi, Sifat Aging, Termal, dan Swelling dari Campuran EDPM/NR dengan Bahan Pengisi Carbon Black N220. *Jurnal Kulit, Karet dan Plastik*. 32(1): 13-20.

34 - PENGUJIAN DAYA TAHAN KOPOLIMER KARET ALAM GRAFTING POLISTIRENA DENGAN LARUTAN N-PENTANA, BIODIESEL DAN KEROSIN

ORIGINALITY REPORT

4%

SIMILARITY INDEX

%

INTERNET SOURCES

%

PUBLICATIONS

4%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

Submitted to Sriwijaya University

Student Paper

3%

2

Submitted to Unika Soegijapranata

Student Paper

1%

Exclude quotes On

Exclude bibliography On

Exclude matches < 1%