

Palembang, 14 Oktober 2022

Perihal : Naskah untuk publikasi
di Jurnal Penelitian Karet

Kepada Yth.
Ketua Dewan Redaksi
Jurnal Penelitian Karet
d/a. Pusat Penelitian Karet
Jalan Raya Palembang – P. Balai KM 29
Sembawa Banyuasin 30953
Sumatera Selatan
Email: jurnal.karet@puslitkaret.co.id

Dengan hormat,

Bersama ini terlampir kami kirimkan naskah asli hasil penelitian berjudul “Karakteristik Natural Rubber *Grafting* Pati (*Starch*) Dimodifikasi Dengan Asam Akrilat” yang ditulis oleh Tuti Indah Sari, Selpiana, Prahady Susmanto, Nadira Ken Khalisa, Reza Rezita Maisyaroh

Nama Penulis 1 yaitu Tuti Indah Sari, sekaligus sebagai Penulis Korespondensi/Kontributor Utama. Besar harapan kami bahwa naskah tersebut dapat diterima dan dipublikasikan dalam Jurnal Penelitian Karet yang diterbitkan oleh Pusat Penelitian Karet, PT. Riset Perkebunan Nusantara.

Seluruh penulis menjamin bahwa naskah tersebut belum pernah dipublikasikan dan tidak sedang dalam proses pengajuan pada jurnal ilmiah lain manapun.

Dalam naskah ini, kami hendak menyampaikan bahwa Natural Rubber *Grafting* Pati (*Starch*) yang Dimodifikasi Dengan Asam Akrilat ini adalah temuan hasil penelitian yang dituangkan dalam naskah memiliki nilai cukup penting karena merupakan **keterbaruan dari karet alam.**

Kami meyakini bahwa naskah ini layak untuk dipublikasikan dalam Jurnal Penelitian Karet karena bidang yang dikaji dalam naskah sesuai dengan ruang lingkup Jurnal Penelitian Karet yaitu Post Harvest Technology.

Demikian dapat kami sampaikan, atas perhatian dan kerjasama yang baik diucapkan terima kasih.

Hormat kami,
Penulis Korespondensi/Kontributor Utama



(Dr. Tuti Indah Sari, ST. MT.)

KARAKTERISTIK NATURAL RUBBER GRAFTING PATI (STARCH) DIMODIFIKASI DENGAN ASAM AKRILAT

*Characteristic of Natural Rubber Grafting Starch
Modified by Acrylic Acid*

Abstract

The modification of natural rubber was carried out by grafting banana peel starch modified with acrylic acid into the main chain of natural rubber. The use of acrylic acid modified banana peel starch aims to improve the natural properties of natural rubber and make it biodegradable. Process optimization is carried out by varying the ratio of starch: latex (1:1; 1:1.5; 1:2; 1:2.5; 1:3), type of initiator (Potassium Persulfate (KPS) and Ammonium Peroxydisulfate (APS)), and reaction temperature (60°C, 70°C, 80°C). Sample characterization was carried out by analysis of FTIR, SEM, and percent grafting. The FTIR results showed the presence of a functional group of starch (C-O-C), and functional group of acrylic acid (C=O), which indicated the grafting process was successful. The FTIR results showed the best raw material ratio is 1:1 (KPS initiator) and 1:2 (APS initiator). It also showed that APS works better, and the optimum reaction temperature is at 80 °C. The SEM results showed samples with APS initiator produce better morphology with no gaps and cracks on their surface. The calculation of grafting percentage shows that samples with a 1:1 ratio of raw materials have the highest grafting percentage.

Keywords: Natural Rubber, Grafting, Banana Peel Starch, Acrylic Acid

Abstrak

Modifikasi karet alam pada penelitian ini dilakukan dengan pencangkakan pati kulit pisang termodifikasi asam akrilat pada rantai utama karet alam. Penggunaan pati kulit pisang termodifikasi asam akrilat bertujuan untuk meningkatkan sifat alamiah karet alam dan menjadikan karet alam mudah untuk terurai secara hayati. Optimalisasi proses dilakukan dengan memvariasikan rasio bahan baku pati: lateks dengan variasi rasio 1:1; 1:1,5; 1:2; 1:2,5; 1:3, jenis inisiator (*Potasium Persulfate* (KPS) dan *Ammonium Peroxydisulfate* (APS)), dan temperatur reaksi (60°C, 70°C, 80°C). Karakterisasi sampel dilakukan dengan analisa FTIR, SEM, dan persen *grafting*. Hasil FTIR menunjukkan adanya gugus C-O-C yang mengidentifikasi adanya gugus fungsi milik pati dan gugus C=O yang merupakan gugus fungsi khas yang dimiliki asam akrilat pada semua sampel yang menandakan bahwa proses *grafting* berhasil dilakukan. Berdasarkan hasil FTIR rasio bahan baku terbaik yaitu 1:1 pada penggunaan inisiator KPS dan 1:2 pada penggunaan inisiator APS. Hasil FTIR juga menunjukkan inisiator yang bekerja lebih baik yaitu APS dan temperatur reaksi optimum berada pada temperatur 80°C, hal ini ditunjukkan dengan intensitas penyerapan gelombang yang besar pada spektrum FTIR. Hasil SEM menunjukkan sampel dengan inisiator APS menghasilkan morfologi lebih baik karena tidak memiliki gap dan retakan pada permukaannya. Gap dan retakan pada permukaan sampel menandakan proses *grafting* tidak terjadi dengan baik karena adanya interaksi interface yang buruk antara natural rubber dengan pati termodifikasi. Perhitungan persen *grafting* menunjukkan sampel dengan variasi rasio bahan baku 1:1 memiliki persen *grafting* yang paling besar. Berdasarkan persen *grafting* yang didapat diketahui bahwa semakin besar jumlah lateks maka semakin sedikit pati termodifikasi yang ter*grafting*.

Kata kunci: Karet Alam, *Grafting*, Pati Kulit Pisang, Asam Akrilat

Commented [WU1]:

Konsistenkan kata "grafting" menjadi "pencangkakan" pada abstrak bahasa Indonesia

Formatted: Highlight

PENDAHULUAN

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan mutu karet alam yaitu dengan dilakukannya modifikasi terhadap karet alam. Modifikasi karet alam dapat dilakukan dengan modifikasi secara fisik dan kimia. Salah satu metode yang digunakan untuk memodifikasi karet alam adalah metode pencangkokan (*grafting*). Metode *grafting* merupakan teknik modifikasi polimer yang dilakukan dengan cara pencangkokan suatu polimer yang terdiri dari satu atau lebih jenis molekul dari monomer yang terhubung pada sisi rantai utama sebuah polimer.

Modifikasi karet alam dengan metode *grafting* telah banyak dilakukan. Sari, dkk (2015) telah melakukan modifikasi karet alam menggunakan monomer akrilonitril dan stirena yang dicangkokkan pada karet alam yang menunjukkan adanya perubahan sifat mekanis dan kimia yang terjadi pada karet alam. Namun monomer vinil yang digunakan pada penelitian ini merupakan turunan minyak bumi yang tidak bersifat *renewable* sehingga perlu dilakukannya penelitian senyawa monomer atau polimer alam yang dapat digraftingkan pada karet alam untuk mereduksi kelemahan karet alam tersebut.

Pati (*starch*) merupakan polimer alami yang termasuk pada jenis polisakarida. Pati menjadi salah satu polimer alami utama yang dipelajari untuk memproduksi material yang memiliki sifat *biodegradable*. Pati dalam beberapa penelitian banyak digunakan sebagai bahan tambahan yang dicampurkan dengan polimer lainnya untuk meningkatkan kualitas dari produk yang dihasilkan, seperti pada penelitian pembuatan *thermoplastic* (Bergel dkk, 2020) dan bioplastik (Meite dkk, 2021).

Pati dapat diperoleh dari berbagai sumber seperti sel-sel tanaman, biji-bijian, dan umbi-umbian seperti singkong, beras, jagung, pisang. Salah satu sumber pati dapat menggunakan pemanfaatan dari kulit pisang. Penelitian yang juga memanfaatkan kulit pisang sebagai sumber pati dilakukan oleh Melani dkk. (2019). Pada penelitian tersebut pati kulit pisang digunakan sebagai bahan pembuatan bioplastik. Hasil penelitian tersebut menunjukkan produk bioplastik dari pati kulit pisang dengan berbagai bahan perekat telah memenuhi nilai SNI Biodegradasi Bioplastik.

Modifikasi karet alam menggunakan *starch* telah diteliti sebelumnya, seperti yang dilakukan oleh Liu dkk (2008) menunjukkan bahwa modifikasi karet alam menggunakan pati dapat meningkatkan sifat-sifat mekanik dengan jumlah optimum pati. Sifat-sifat mekanik tersebut seperti *tensile strength*, *elongation at break*, dan *tear strength*. Riyajan (2016) dan Chalid (2020) juga menunjukkan bahwa hasil dari modifikasi karet alam memiliki peningkatan pada sifat fisik dan mekaniknya. Menurut Chalid (2020) karet alam termodifikasi pati memiliki kekuatan (*strengthness*) yang lebih baik dibandingkan karet alam biasa.

Penelitian yang akan dilakukan adalah modifikasi karet alam dengan pati (*starch*) dari kulit pisang termodifikasi asam akrilat menggunakan metode *grafting*, sehingga dihasilkan karet alam tergrafting pati termodifikasi asam akrilat atau dapat disingkat dengan NR-g-St/AA. Limbah kulit pisang termasuk limbah padat yang cukup banyak, kulit pisang mengandung 18,5% pati (Setiawati dkk, 2013). Sifat karet alam yang nonpolar dan hidrofobik dengan pati yang bersifat polar dan hidrofilik, diharapkan produk yang dihasilkan mengarah pada sifat lebih ke polar dan hidrofilik. Pati yang akan digunakan pada penelitian ini terlebih dahulu akan dimodifikasi dengan asam akrilat. Dalam penelitiannya Lele dan Niju (2021) telah melakukan modifikasi pati dengan pencangkokan monomer asam akrilat. Hasil penelitiannya mendapatkan perbedaan yang cukup besar dalam bobot pati yang dicangkokkan dan pati murni dimana bobot pati tercangkok mengalami kenaikan. Menurut Witono, dkk (2012) kenaikan pada bobot pati dikarenakan adanya asam akrilat yang tercangkok pada pati.

Commented [WU2]:

Disebutkan sumber referensinya

Commented [WU3]:

Kalimat terlalu panjang sehingga sulit dipahami

Commented [WU4]:

Jelaskan lebih detail kelemahan karet alam yang seperti apa

Commented [WU5]:

Kekuatan yang seperti apa? apakah dari segi elastisitas atau kekerasan atau sifat yang lainnya?

Pada penelitian ini menggunakan 2 jenis inisiator, yaitu *Pottasium Persulfate* (KPS) dan *Ammonium Peroxydisulfate* (APS). Penggunaan inisiator berupa KPS dan APS terhadap modifikasi karet alam telah dilakukan sebelumnya pada penelitian Sondari dkk. (2010). Penelitian tersebut melakukan modifikasi karet alam terhadap campuran monomer stiren/metil metakrilat dengan inisiator KPS dan APS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan inisiator dapat mempengaruhi efisiensi *grafting* karet alam.

Penelitian yang akan dilakukan adalah modifikasi karet alam dengan pati (*starch*) dari kulit pisang termodifikasi asam akrilat menggunakan metode *grafting*, sehingga dihasilkannya karet alam *tergrafting* pati termodifikasi asam akrilat atau dapat disingkat dengan NR-g-St/AA.

~~Analisa kualitatif dilakukan dengan *Fourier Transform Infrared* (FTIR) untuk mengamati gugus fungsi yang terdapat pada produk, *Scanning Electron Microscope* (SEM) untuk mengamati morfologi produk. Penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan data dan *prototype* produk yang berguna bagi industri produk karet alam di masa mendatang.~~

BAHAN DAN METODE

Bahan yang digunakan yaitu lateks karet alam, pati kulit pisang, *Potassium Peroxodisulfate* (KPS), *Ammonium peroxodisulfate* (APS), *Triton X-100 pure analysis*, *Sulfur*, *Zinc Stearic*, *Stearic Acid*, *Zinc Oxide (ZnO)*, *Gas N₂*, *distilled water*, *acrylate acid pure analysis*, dan *N-Pentane pure analysis*. Alat yang digunakan yaitu reaktor gelas ukuran 1,3 L, pentiter asam akrilat dan Inisiator, *glass plate*, *hot plate*, dan tabung *N₂* serta peralatan pendukung aliran gas.

Proses penelitian diawali dengan memodifikasi pati sesuai dengan prosedur yang telah dilakukan oleh (Liu, (2008) sebagai berikut:- sSebanyak 20 gram pati kulit pisang basis kering dibentuk suspensi 6% (b/v) dengan menggunakan *aquadest* dan memanaskan pati tersuspensi tersebut pada suhu 80°C selama 30 menit di bawah atmosfer nitrogen. Selanjutnya, sebanyak 6 ml asam akrilat dicampurkan ke dalam pati tergelatinasi kemudian dengan menggunakan pentiter sebanyak 0,2 gram variasi inisiator (KPS dan APS) yang dilarutkan dengan 4 mL air yang diteteskan sedikit demi sedikit. Lalu, campuran tersebut ~~kemudian~~ dipanaskan pada suhu 80°C sambil terus diaduk selama 2 jam sehingga menghasilkan pati termodifikasi. Hasil pati termodifikasi digunakan dilanjutkan ke-pada tahap *grafting* karet alam.

Proses penelitian dilanjutkan dengan proses *grafting* dengan mengacu pada prosedur grafting yang dikembangkan oleh (Riyajan, (2016). Sebanyak 20 gram lateks dicampurkan dengan 2,8 mL *Triton X-100*, air, dan pati termodifikasi dengan rasio perbandingan lateks dan pati yaitu 1:1; 1:2; 1:3; 3:1; 2:1. Lalu, campuran tersebut diaduk pada suhu (60°C, 70°C, 90°C) selama masing-masing 3 jam di bawah atmosfer nitrogen. Selama proses *grafting*, variasi inisiator (KPS dan APS) diteteskan menggunakan pentiter sebanyak 1% berat lateks yang dilarutkan dengan 2% air terhadap berat inisiator. Selanjutnya, campuran dituangkan ke dalam *glass plate* dan didiamkan pada suhu ruang selama 3-4 hari. Sampel kemudian dicuci dengan air panas pada suhu 100°C, pencucian dilakukan secara berulang dan dikeringkan dalam oven pada suhu 70°C selama 24 jam. Selanjutnya, sampel akan diuji karakteristiknya dengan analisa FTIR, SEM, dan persen *grafting*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar 1, 2, 3, 4, dan 5 menunjukkan hasil Uji FTIR pada lateks karet alam (NR) dan NR-g-St/AA. Spektrum FTIR NR mengidentifikasi adanya puncak yang muncul dengan bilangan gelombang yang dimiliki gugus C-H, C=C, *CH₃ bend*, *CH₂ bend*, dan C-CH. Spektrum FTIR NR-g-St/AA menunjukkan adanya gugus lain yang muncul yaitu gugus fungsi eter dari pati (*starch*) yang digambarkan oleh puncak pada

Commented [WU7]:

Penulisan nama bahan tidak konsisten dengan di bagian Pendahuluan

Commented [WU8]:

Hindari penyebutan merek. Sebutkan saja bahan/senyawa aktif yang dikandung dalam bahan tersebut

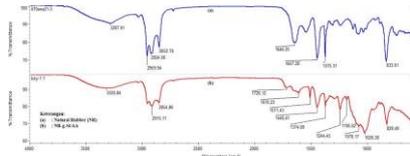
Commented [WU9]:

Apakah fungsi dari bahan-bahan ini?
Apakah digunakan dalam penelitian ini?
Tidak disebutkan dalam uraian prosedur/metode

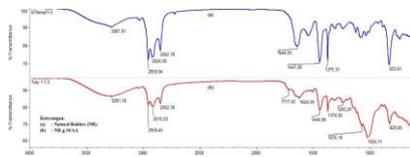
Commented [WU10]:

Apakah setelah didiamkan, lateks menjadi kering, padat. Sebaiknya dijelaskan

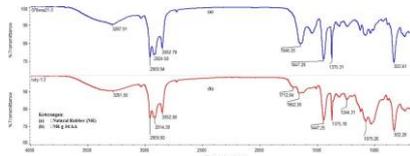
bilangan gelombang $1244,45\text{ cm}^{-1}$; $1242,24\text{ cm}^{-1}$; $1244,31\text{ cm}^{-1}$; $1244,98\text{ cm}^{-1}$; dan $1244,95\text{ cm}^{-1}$ yang merupakan bilangan gelombang untuk gugus C-O-C. Puncak pada bilangan gelombang $1726,12\text{ cm}^{-1}$; $1717,45\text{ cm}^{-1}$; $1712,84\text{ cm}^{-1}$; $1731,68\text{ cm}^{-1}$; dan $1728,90\text{ cm}^{-1}$ teridentifikasi pada hasil spektrum di mana gelombang ini dimiliki oleh gugus C=O dari asam akrilat. Keberhasilan proses *grafting starch* ke dalam karet alam diidentifikasi dengan adanya bilangan gelombang dari ikatan yang menghubungkan karet alam dengan *starch* termodifikasi, ikatan ini merupakan ikatan eter yang terbentuk jika proses *grafting* berhasil (Chalid dkk, 2018). Munculnya puncak gelombang ini menunjukkan bahwa terbentuknya ikatan eter pada NR-g-St/AA merupakan bukti keberhasilan proses *grafting*. Riyajan dan Keawittarit (2016) dalam penelitiannya membuktikan bahwa munculnya bilangan gelombang yang mengidentifikasi gugus fungsi dari *starch* termodifikasi juga menunjukkan keberhasilan proses *grafting starch* pada karet alam.



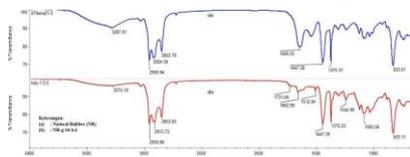
Gambar 1. a.-Spektrum FTIR Natural rubber-a (NR) b. NR-g-St/AA 1:1
 Figure 1. a.-FTIR Spectrum of Natural rubber-a (NR) b. FTIR Spectrum of NR-g-St/AA 1:1



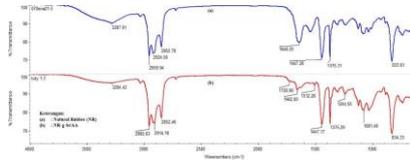
Gambar 2. a.-Spektrum FTIR Natural rubber-a (NR) b. NR-g-St/AA 1:1,5
 Figure 2. a.-FTIR Spectrum of Natural rubber-a (NR) b. FTIR Spectrum of NR-g-St/AA 1:1,5



Gambar 3. a.-Spektrum FTIR Natural rubber-a (NR) b. NR-g-St/AA 1:2
 Figure 3. a.-FTIR Spectrum of Natural rubber-a (NR) b. FTIR Spectrum of NR-g-St/AA 1:2



Gambar 4. a.-Spektrum FTIR Natural rubber-a (NR) b. NR-g-St/AA 1:2,5
 Figure 4. a.-FTIR Spectrum of Natural rubber-a (NR) b. FTIR Spectrum of NR-g-St/AA 1:2,5



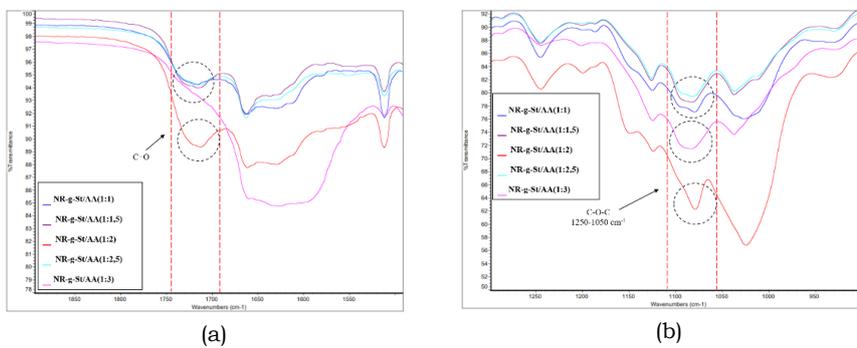
Gambar 5. a.-Spektrum FTIR Natural rubber a. (NR) b. NR-g-St/AA 1:3
 Figure 5. a.-FTIR Spectrum of Natural rubber (a. NR) b. FTIR Spectrum of NR-g-St/AA 1:3

Spektrum FTIR dari ke-5 sampel ditunjukkan pada Gambar 6. Perbedaan yang mencolok terlihat pada puncak gelombang yang mengidentifikasi C=O dimana semakin besar jumlah lateks yang digunakan maka puncak gugus C=O akan terlihat lebih tajam hingga mencapai titik optimumnya untuk kemudian puncak tersebut akan kembali melebar atau memiliki intensitas penyerapan yang menurun ketika rasio perbandingan yang digunakan telah melebihi titik optimum tersebut. Dari spektrum FTIR tersebut dapat dilihat bahwa puncak C=O tertajam dimiliki oleh spektrum FTIR NR-g-St/AA dengan rasio bahan baku 1:2. Intensitas penyerapan FTIR menggambarkan seberapa cocok vibrasi yang diberikan sampel dengan vibrasi natural dari gugus tertentu. Intensitas penyerapan yang tinggi menggambarkan banyaknya populasi ikatan suatu gugus tertentu. Gugus C=O merupakan gugus yang mengidentifikasi bahwa adanya asam akrilat yang tercangkok pada rantai utama karet.

Commented [WU11]:
 Jelaskan cara menentukan titik optimumnya

Commented [WU12]:
 Jelaskan penyebabnya

Commented [WU13]:
 Referensi ?



Gambar 6. Spektrum FTIR pada wavenumber terpisah sampel NR-g-St/AA dengan variasi rasio bahan baku
 Figure 6. FTIR spectrum on separate wavenumber of NR-g-St/AA samples with variation of raw material ratio

Asam akrilat digunakan sebagai monomer untuk starch termodifikasi, jumlah asam akrilat yang digunakan setiap variasi rasio bahan baku starch:lateks adalah sama. Sehingga pada sampel 1:1 puncak gugus C=O tidak begitu tampak karena pada kondisi ini asam akrilat yang ditambahkan tergolong berlebih untuk 20 gram KKK, penambahan monomer asam akrilat yang berlebihan memungkinkan untuk terjadinya homopolimerisasi monomer dimana asam akrilat akan membentuk poliasam akrilat dan menurunkan persen graftingnya pada rantai utama karet (Puspitasari dkk, 2016).

Formatted: Font: Italic

Commented [WU14]: Jelaskan seberapa besar

Formatted: Font: Italic

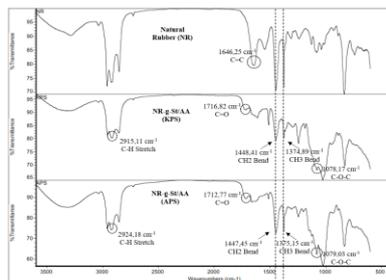
Commented [WU15]:
 Singkatan dari apa?

Pada variasi 1:2,5 jumlah lateks yang digunakan berlebih sehingga konsentrasi asam akrilat yang terukur juga ikut menurun karena jumlah asam akrilat yang digunakan pada setiap sampel adalah sama. Pada variasi sampel 1:3 puncak C=O tidak muncul karena jumlah gugus C=O pada sampel sangat sedikit dibandingkan dengan keberadaan gugus

lain yang dimiliki *starch* dan karet sehingga vibrasi gugus C=O tidak terbaca oleh alat FTIR. Hal yang sama terjadi pada puncak bilangan yang menggambarkan gugus C-O-C milik *starch*. Semua spektrum FTIR menampilkan adanya puncak C-O-C yang teridentifikasi yang menandakan bahwa proses *grafting* berhasil dilakukan.

Perbedaan terletak pada intensitas masing-masing puncak yang dihasilkan. Intensitas penyerapan tertinggi berada pada spektrum FTIR NR-g-St/AA (1:2). Puncak yang dihasilkan pada spektrum FTIR ini jauh lebih tajam dibandingkan yang lain. Dari hal tersebut dapat disimpulkan, variasi rasio bahan baku akan mempengaruhi jumlah ikatan yang dimiliki suatu gugus pada bilangan gelombang tertentu. Jumlah ikatan suatu gugus ditandai dengan besar atau kecilnya intensitas penyerapan. Semakin besar rasio yang digunakan maka intensitas penyerapan yang dihasilkan akan semakin besar hingga mencapai titik optimum rasio bahan baku, selanjutnya akan mengalami pelebaran dan penurunan intensitas penyerapan ketika rasio bahan baku yang digunakan melebihi titik optimum tersebut. Rasio bahan baku yang optimum berdasarkan hasil spektrum FTIR yaitu pada sampel dengan rasio bahan baku 1:2.

Grafting *starch* ke karet alam telah dilakukan dengan variasi inisiator. Spektrum FTIR gugus fungsi dari Natural Rubber (NR), NR-g-St/AA (KPS), dan NR-g-St/AA (APS) ditampilkan pada Gambar 7 di bawah ini. Spektrum FTIR menunjukkan adanya perubahan puncak pada bilangan gelombang yang mengidentifikasi keberadaan gugus fungsi C=C yang merupakan puncak khusus yang dimiliki ~~karet alam natural rubber~~, dimana pada karet alam yang telah termodifikasi gugus tidak ada lagi gugus C=C karena telah terputus dan terikat dengan rantai monomer dan polimer lainnya. Rantai polimer NR akan menjadi rantai utama atau *backbone* tempat dimana gugus-gugus dari *starch* dan asam akrilat tercangkok. Gugus fungsi C=C ditunjukkan pada bilangan gelombang 1646,25 cm⁻¹ pada spektrum FTIR NR. Untuk spektrum FTIR NR-g-St/AA (KPS) menunjukkan adanya puncak gelombang baru yang muncul pada bilangan gelombang 1716,82 cm⁻¹ dan 1078,17 cm⁻¹ yang masing-masing mengidentifikasi adanya C=O dan C-O-C.



Gambar 7. Spektrum FTIR ~~Natural Rubber (NR); NR-g-St/AA (KPS); NR-g-St/AA (APS)~~
 Figure 7. FTIR Spectrum of ~~Natural Rubber (NR); NR-g-St/AA (KPS); NR-g-St/AA (APS)~~

Spektrum FTIR NR-g-St/AA (APS) juga menunjukkan hasil yang sama. Puncak yang mengidentifikasi keberadaan gugus fungsi asam akrilat dan *starch* juga ditemukan pada spektrum FTIR-nya. Gugus fungsi C=O ditemukan pada gelombang 1712,77 cm⁻¹ dan gugus fungsi C-O-C ditemukan pada gelombang 1079,03 cm⁻¹. Hal ini menandakan bahwa proses grafting menggunakan inisiator APS juga berhasil dilakukan. Meskipun spektrum FTIR NR-g-St/AA (KPS) dengan NR-g-St/AA (APS) menunjukkan adanya gugus fungsi yang sama, namun terdapat sedikit perbedaan pada bilangan gelombang dan intensitasnya. Adanya perubahan pada intensitas dan posisi puncak mengindikasikan adanya interaksi molekular antara gugus fungsi NR dan St/AA yang muncul selama reaksi berlangsung yang disebabkan adanya inisiator (Chalid 2020). Perubahan intensitas terhadap puncak

Commented [WU16]:
 Sebutkan referensi yang menjadi acuannya

Commented [WU17]:
 Perbandingan apa terhadap apa

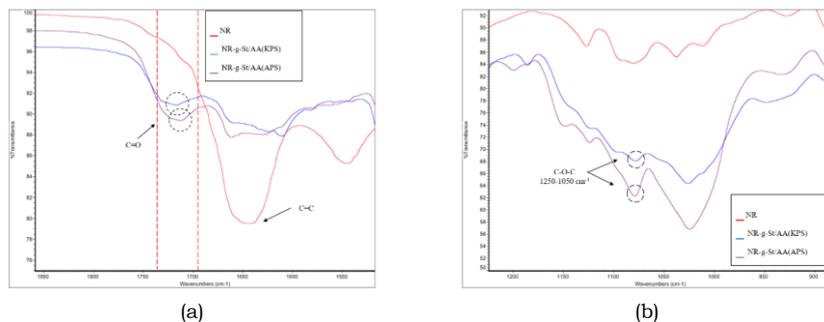
Commented [WU18]:
 Sebutkan referensi yang menjadi acuannya

Commented [WU19]:
 Konsistenkan penggunaan kata "starch" atau "pati"

gugus CH₂ dan CH₃ juga terjadi, dimana puncak yang dihasilkan pada NR-g-St/AA (KPS/APS) menunjukkan persen transmisi lebih tinggi dibandingkan NR. Persen transmisi yang rendah pada puncak gelombang tertentu menggambarkan bahwa dalam sampel yang diuji terdapat populasi ikatan yang tinggi dari suatu gugus pada bilangan gelombang tersebut, yang memiliki energi vibrasi yang sesuai dengan cahaya yang datang (Bhuyar dkk, 2019).

Gambar 8(a) menunjukkan puncak pada 1716,82 cm⁻¹, 1712,77 cm⁻¹, dan 1646,25 cm⁻¹, yang masing-masing mengindikasikan adanya gugus C=O pada sampel NR-g-St/AA (KPS/APS) dan gugus C=C milik NR. Perubahan yang sangat jelas terlihat antara spektrum NR dan NR-g-St/AA adalah hilangnya puncak gugus C=C dan munculnya puncak gugus C=O pada spektrum FTIR NR-g-St/AA. Hal ini terjadi karena adanya gugus lain yang terikat pada rantai utama karet setelah melewati proses grafting. Gugus ini didapatkan dari monomer asam akrilat yang digunakan. Hilangnya puncak yang mengidentifikasi adanya C=C pada spektrum FTIR NR-g-St/AA disebabkan karena pada saat reaksi grafting berlangsung, ikatan C=C pada rantai utama karet akan terlepas dan membentuk ikatan silang dengan rantai-rantai monomer lainnya, sehingga terjadi pergantian ikatan dari C=C menjadi C-C.

Pergantian ikatan ini melibatkan transfer proton yang mengubah ikatan C-H menjadi ikatan -CH₂. Puncak gugus C=O pada spektrum FTIR NR-g-St/AA juga menunjukkan perbedaan pada posisi bilangan gelombang dan intensitasnya. Hal ini disebabkan oleh interaksi molekular yang terjadi akibat pengaruh dari perbedaan inisiator. Gambar 8(b) menunjukkan adanya gugus C-O-C yang muncul pada bilangan gelombang 1078,17 cm⁻¹ dan 1079,03 cm⁻¹ pada spektrum FTIR NR-g-St/AA. Terdapat perbedaan intensitas yang jelas antara puncak C-O-C pada spektrum FTIR NR-g-St/AA (KPS) dan FTIR NR-g-St/AA (APS), dimana puncak yang dihasilkan oleh NR-g-St/AA (APS) lebih tajam.



Gambar 8. Spektrum FTIR pada wavenumber terpisah untuk sampel NR-g-St/AA (KPS) dan NR-g-St/AA (APS)

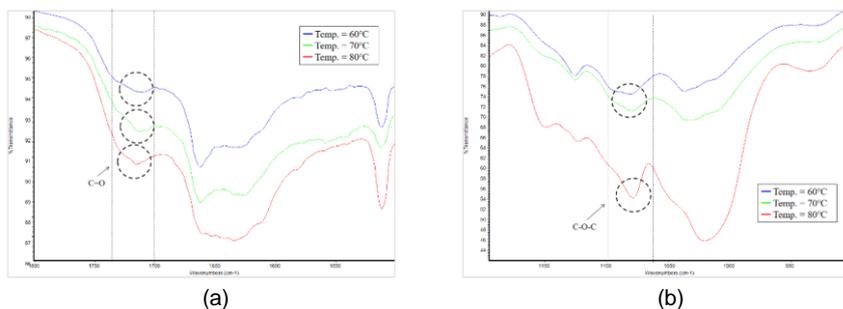
Figure 8. FTIR spectra on separate wavenumbers for NR-g-St/AA (KPS) and NR-g-St/AA (APS) samples

Puncak C=O yang dihasilkan pada percobaan menggunakan inisiator APS juga terlihat lebih tajam dibandingkan menggunakan inisiator KPS. Puncak yang tajam atau persen transmisi yang rendah menggambarkan intensitas penyerapan yang tinggi, artinya semakin besar intensitas penyerapan pada suatu bilangan gelombang maka semakin banyak atau besar populasi ikatan gugus tertentu pada bilangan gelombang tersebut. Menurut Rudin dkk (2013) pemilihan inisiator dalam polimerisasi bergantung pada dua faktor, yaitu kelarutan inisiator tersebut didalam pelarut dan temperatur dekomposisinya. Inisiator diharapkan memiliki kelarutan yang besar terhadap solven dan memiliki temperatur dekomposisi yang sama atau lebih rendah dengan titik didih solven. Semakin

Commented [WU20]:
Ikatan silang atau ikatan cabang ?

Commented [WU21]:
Jelaskan bagaimana terjadinya pemutusan ikatan rangkap C=C pada rantai NR dan kemudian membentuk ikatan cabang dengan monomer

semakin tinggi temperatur, maka jumlah starch yang digrafting akan semakin banyak. Penurunan nilai transmitansi disebabkan karena kenaikan temperatur akan mempengaruhi dekomposisi inisiator sehingga menghasilkan peningkatan jumlah radikal bebas, laju polimerisasi, dan grafting.

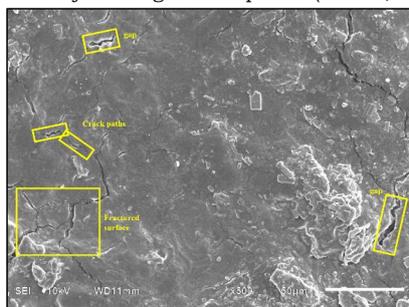


Gambar 10. Spektrum FTIR dengan wavenumber terpisah untuk sampel NR-g-St/AA dengan variasi temperatur reaksi

Figure 10. FTIR spectrum with separate wavenumber for NR-g-St/AA samples with reaction temperature variation

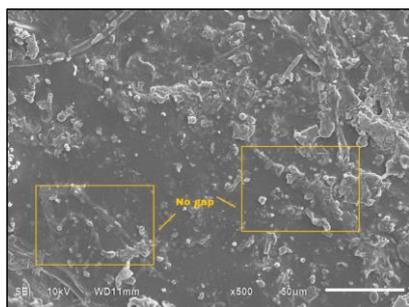
Studi kompatibilitas antara starch dan NR dilakukan dengan menggunakan analisa SEM untuk mengamati perilaku morfologi pada permukaan NR-g-St/AA. Dari Gambar 11 dapat dilihat bahwa partikel dari starch telah terdispersi secara baik ke dalam matriks NR. Hal ini dibuktikan dengan ukuran partikel-partikel starch yang sangat kecil dan hanya sedikit partikel-partikel starch yang tampak pada permukaan sampel. Ukuran granula partikel starch yang muncul di permukaan yaitu 4,419 nm dan 2,542 nm, ukuran ini jauh lebih kecil dibandingkan ukuran granula bubuk starch yaitu berkisar antara 5-20 nm (Liu dkk, 2008). Ukuran granula starch yang kecil ini membuktikan bahwa kondisi operasi ($T=80^{\circ}\text{C}$) pada proses preparasi starch termodifikasi merupakan kondisi operasi yang baik.

Semakin kecil ukuran granula starch, semakin mudah untuk starch tergrafting pada rantai utama karet. Hasil SEM menunjukkan terdapat beberapa gap dan retakan pada permukaan sampel. Gap dan retakan terjadi karena lemahnya interaksi interfacial antara starch dan NR (Chalid, 2020). Interaksi interfacial dari dua material ini dapat mempengaruhi mechanical properties dari komposit NR-g-St/AA (Liu dkk, 2008). Meskipun masih terdapat gap dan retakan pada permukaan sampel, namun permukaan yang lain yang dihasilkan cukup rata dan membuktikan bahwa proses grafting dan interaksi interfacial dua material telah terjadi dengan cukup baik (Chalid, 2020).



Gambar 11. Hasil analisa SEM NR-g-St/AA (KPS, 60°C , 1:1) perbesaran x500
Figure 11. SEM analysis results NR-g-St/AA (KPS, 60°C , 1:1) with x500 magnification

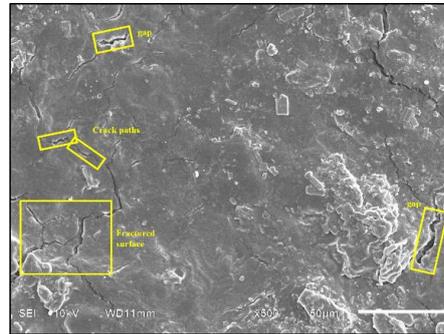
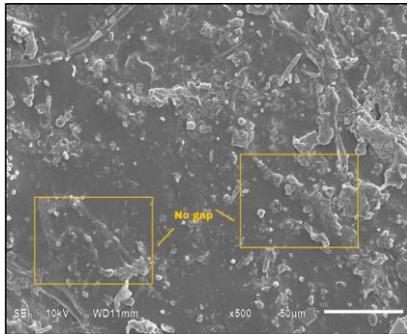
Gambar 11 menunjukkan bahwa pada variasi APS 1:2 memiliki distribusi starch yang merata namun morfologi permukaan cukup bergelombang. Salah satunya bentuk morfologi yang terlihat adalah bentuk granular yang merupakan bentuk dari partikel starch powder. Granular yang terbentuk berukuran 2-3 nm, berdasarkan Liu (2008) ukuran tersebut lebih kecil dibandingkan dengan ukuran asli starch powder sebelum dicampur maupun diberi perlakuan yaitu sebesar 5-20 nm. Hal ini disebabkan karena adanya proses gelatinasi starch yang baik sehingga terjadi pelunakan dan difusi pada starch tergelatinasi yang memudahkan starch untuk tergrafting pada karet (Liu, 2008). Pada sampel tersebut tidak terlihat bentuk retakan pada permukaan. Hal ini menandakan bahwa unsur-unsur pada sampel telah menghasilkan interaksi interfacial yang cukup baik sehingga selanjutnya dapat menghasilkan mechanical properties yang lebih baik (Chalid, 2020).



Gambar 12. Hasil analisa SEM NR-g-St/AA (APS, 60°C, 1:2) perbesaran x500
 Figure 12. SEM analysis results NR-g-St/AA (APS, 60°C, 1:2) with x500 magnification

Penggunaan jenis inisiator yang berbeda menghasilkan morfologi yang berbeda pula. Gambar 12 menunjukkan pada sampel dengan menggunakan inisiator APS, permukaan yang dihasilkan tidak memiliki permukaan yang retak dan gap. Hal ini menandakan bahwa proses grafting yang terjadi pada sampel dengan inisiator APS lebih baik dibandingkan menggunakan KPS. Modifikasi karet alam dilakukan dengan proses grafting menggunakan inisiator kalium persulfat sebanyak 1% dari berat lateks pada suhu 60oC. Variasi terhadap rasio bahan baku starch:lateks dilakukan untuk melihat pengaruhnya terhadap NR-g-St/AA hasil grafting. Setelah proses grafting dilakukan, karet hasil grafting yang telah kering dicuci menggunakan aquadest panas untuk menghilangkan sisa starch dan asam akrilat yang tidak tergrafting, kemudian dikeringkan lebih lanjut dengan oven untuk mengurangi kadar moisture dalam sampel hingga <10%. Karet kemudian di karakterisasi untuk melihat perbedaan tiap variasinya dengan menghitung persen grafting dari tiap sampel dengan variasi rasio bahan baku pati: lateks (1:1; 1:1,5; 1:2; 1:2,5; 1:3).

Commented [WU24]:
 Sebaiknya dimasukkan dalam bahan dan metode, dan diberi rumus atau persamaan perhitungan persen grafting



(a) Gambar 13. a. Hasil analisa SEM NR-g-St/AA (APS)
 (b) b. Hasil analisa SEM NR-g-St/AA (KPS)
 Figure 13. a. SEM result of NR-g-St/AA (APS)
 b. SEM result of NR-g-St/AA (KPS)

Berdasarkan persen grafting yang didapat diketahui bahwa semakin besar jumlah lateks maka semakin sedikit St/AA yang tergrafting. Hal ini terjadi karena pada konsentrasi NR yang relatif tinggi memungkinkan terjadinya kompetisi reaksi antara rekombinasi sesama radikal polimer karet dan reaksi radikal St/AA dengan radikal polimer karet yang cukup besar. Dalam kasus ini, ketika konsentrasi radikal polimer karet jauh lebih banyak dibandingkan radikal St/AA, maka rekombinasi sesama radikal polimer akan lebih dominan, sehingga rantai polimer kembali menjadi stabil dan susah untuk di grafting. Akibatnya lebih banyak terbentuk homopolimer (poliisoprena) dari pada grafting (Zainuddin, 2001).

Tabel 1. Hasil persen grafting variasi rasio starch:lateks
 Table 1. Grafting percent yield of starch:latex ratio variation

No.	Rasio (Starch: Lateks)	%Grafting
1	1:1	130,27%
2	1:1,5	86,47%
3	1:2	76,8%
4	1:2,5	49,61%
5	1:3	36,55%

Commented [WU25]:
 Perhitungan %grafting dilakukan pada sampel NR-St/AA yang direaksikan menggunakan inisator apa? Suhu berapa?
 Bagaimana membandingkan % grafting terhadap jenis inisiator dan temperature

Commented [WU26]:
 Bagaimana cara perhitungannya sehingga diperoleh % grafting >> 100%

KESIMPULAN

Semakin besar rasio yang digunakan maka intensitas penyerapan pada hasil FTIR yang dihasilkan akan semakin besar hingga mencapai titik optimum rasio bahan baku, selanjutnya akan mengalami pelebaran dan penurunan intensitas penyerapan ketika rasio bahan baku yang digunakan melebihi titik optimumnya. Rasio bahan baku terbaik yaitu 1:1 pada penggunaan inisiator KPS, dan 1:2 pada penggunaan inisiator APS. Inisiator APS bekerja lebih baik pada kondisi operasi yang telah ditetapkan karena memberikan hasil FTIR dengan intensitas penyerapan yang lebih tinggi dibandingkan inisator KPS dan inisiator APS juga menghasilkan sampel dengan permukaan tanpa retakan dan gap. Semakin tinggi temperatur grafting maka intensitas penyerapan pada hasil FTIR yang dihasilkan akan semakin besar hingga mencapai titik optimumnya, temperatur yang terlalu tinggi akan menyebabkan kopolimerisasi akan terdekomposisi sehingga dapat berpengaruh untuk menurunkan persen grafting. Temperatur optimum pada penelitian ini adalah 80°C.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami ucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu terutama kepada Universitas Sriwijaya yang telah membiayai penelitian ini melalui Anggaran DIPA Badan Layanan Umum Universitas Sriwijaya No. SP DIPA-023.17.2.677515/2021.

DAFTAR PUSTAKA

- Alwan, I.M, 2017. Rheological Characterization and Modelling of Vulcanization Kinetics of Natural Rubber/Starch Blends. *Journal of Applied Polymer Science*. Vol.1(1):1-8.
- Bergel, et al. 2020. Effects of silylated starch structure on hydrophobization and mechanical properties of thermoplastic starch foams made from potato starch. *Carbohydrate polymers*. Vol.1(1): 1-9.
- Chalid, et al. 2020. Experimental and Modelling Study of the Effect of Adding Starch-Modified Natural Rubber Hybrid to the Vulcanization of Sorghum Fibers-Filled Natural Rubber. *polymers*. Vol.1(12): 1-19.
- Chalid, Mochamad et al. 2018. Study on Grafting of Starch on Natural Rubber Latex via GDEP Method. *AIP Conference Proceedings* 2018 November.
- Chalid, et al. 2014. "Functionalization of Starch for Macro-Initiator of Atomic Transfer Radical Polymerization (ATRP)." *Advanced Materials Research* 1051(October): 90–94.
- Chanda, et al. 2005. "Acrylic Acid." In *Encyclopedia of Toxicology*, Elsevier, 45–46
- Chiang, C.K. 2014. Natural Rubber Biosynthesis: Perspectives from polymer chemistry. *Material Science*. Vol.1(1): 30-67.
- Cipriadi, A. 2016. Pengetahuan Bahan untuk Pembuatan Produk Karet. Makalah Pelatihan Pembuatan Barang Jadi Karet. Balai Riset dan Standadisasi Industri Palembang.
- Cowd, M.A. 1991. *Kimia Polimer*. Penerbit ITB, Bandung.
- Delvitasari, dkk. 2020. Pengaruh Suhu dan Waktu Vulkanisasi Terhadap Sifat Kekerasan dan Visual Produk Footstep Sepeda Motor. *Jurnal Teknologi Agro-Industri*. Vol.7(2):81-90.
- Djordjevic, et al. 2013. Graft Copolymerization of acrylic acid onto hydrolyzed potato starch using various initiators. *Periodica Polytechnica Chemical Engineering*. Vol.57(2):55-61.
- Dung, T., Nhan, N., Thuong, N., Nghia, P., Yamamoto, Y., Kosugi, K., Kawahara, S., dan Thuy, T. 2017. Modification of Vietnam Natural Rubber via Graft Copolymerization with Styrene. *Journal of Brazilian Chemical Society*. Vol. 28(4): 669-657.
- Goutara, B. Djatmiko, dan W. Tjiptadi. 1985. *Dasar Pengolahan Karet*. Agroindustri Press, Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Fang, J. M., P. A. Fowler, J. Tomkinson, and C. A.S. Hill. 2002. "An Investigation of the Use of Recovered Vegetable Oil for the Preparation of Starch Thermoplastics." *Carbohydrate Polymers* 50(4): 429–34.
- Geresh, Shimona et al. 2004. "Bioadhesive Grafted Starch Copolymers as Platforms for Peroral Drug Delivery: A Study of Theophylline Release." *Journal of Controlled Release* 94(2–3): 391–99.
- Handayani, H., Cifriadi, A, Handayani A.S, Chalid, M, Herlina, R, dan Savetlana, S. 2018. Sintesis dan Karakterisasi Komposit Karet Alam dengan Variasi Jenis Selulosa. *Jurnal Penelitian Karet*. Vol.36(2): 173-182.
- Handayani, H., Faturrahman, M.I., dan Kuncoro, I. 2011. Karakteristik sifat fisik dan ketahanan terhadap minyak dari karet alam epoksi. *indonesian J. Nat. Rubb. Res*. 29(1):49-62.

Commented [WU27]:

Sesuaiakan penulisan daftar pustaka dengan format yang ditetapkan oleh Jurnal Penelitian Karet

- Hebeish, a. 1989. "Synthesis and Application of New Thickeners." *Current (December)*: 233–36.
- Herawati, H. 2011. Potensi Pengembangan Produk Starch Tahan Cerna sebagai Pangan Fungsional. *Jurnal Litbang Pertanian*. Vol. 30 (1): 31-39.
- Hidayani, T., Akli, K., dan Samah, S. 2018. Grafting Polipropilena dengan Maleat Anhidrida Sebagai Pengikat Silang dengan Inisiator Benzoil Peroksida. *Jurnal Eksakta*. Vol. 19(1): 1-7.
- Hikmatum, T. 2014. Eksperimen Penggunaan Filler Tepung Kulit Pisang dalam Pembuatan Nugget Tempe. *Food Science and Culinary Education Journal*. Vol. 3(1):1-6.
- Hustiany, R. 2006. Modifikasi Asilasi dan Suksinilasi Starch Tapioka sebagai Bahan Enkapsulasi Komponen Flavor. Disertasi, Institut Pertanian Bogor.
- Indah, Z., Khairat, dan Bahruddin. 2015. Pengaruh Waktu dan Suhu Pencampuran Terhadap Derajat Grafting Meleated Natural Rubber dengan Inisiator Benzoil Peroksida. *JOM FTEKNIK*. Vol.2(2):1-7.
- Lele, Vidyagauri, and Harshada Niju. 2021. "Graft Copolymerisation of Acrylic Acid onto Starch and A Study of Its Grafting Parameters." *Journal of Scientific Research* 65(02): 157–60.
- Liu, C., Shao, Y, Jia, D. 2008. Chemically modified starch reinforced natural rubber composites. *Polymer*. Vol.1(49):2176-2180.
- Meite, N, Konan,L.K, Tognonvi, M.T, Doubi, B.I.H.G, Gomina, M, Oyetola, S. 2021. Properties of hydric and biodegradability of cassava starch-based bioplastics reinforced with thermally modified kaolin. *Carbohydrate Polymers*. Vol.1(1): 1-8.
- Nasruddin dan Bahri, S. 2019. Studi Pengembangan Karet Alam Untuk Mangkok Penampungan Lateks Dari Pohon Karet. *Prosiding Seminar Nasional II Hasil Litbangyasa Industri*: Palembang, 26 Agustus 2019. ISSN 2654-8550.
- P.Bhuyar et al. 2019. "Effect of Ultraviolet Light on the Degradation of Low-Density and High-Density Polyethylene Characterized by the Weight Loss and FTIR." *Maejo International Journal of Energy and Environmental Communication* 1(2): 26–31.
- Riyajan, S.-A., and Keawittarit, P. (2016), A novel natural rubber-graft-cassava starch foam for oil/gasohol absorption. *Polym. Int.*, 65: 491-502.
- Sari, H. 2020. Pemanfaatan Starch Kulit Buah Pisang Nangka (*Musa Paradisiaca* l.) Sebagai Bahan Pengisi Tablet Parasetamol dengan Metode Granulasi Basah. Skripsi, Universitas Sumatera Utara.
- Sari, T.I., Saputra, A.H., Bismo, S., Maspanger, D.R., Cifriadi, A., (2015). The Effect of Styrene Monomer in the Graft Copolymerization of Acrylonitrile onto Deproteinized Natural Rubber. *International Journal of Technology*, Volume 6(7), pp. 1164–1173.
- Setiawati, D.R, Sinaga, A.R, Dewi, T.K, 2013, 'Proses Pembuatan Bioetanol dari Kulit Pisang Kepok', *Jurnal Teknik Kimia*.Vol.19(1):9-15.
- Simpson, dan Richard B. (2002). *Rubber Basics* (1st Ed ed.). United Kingdom: Rapra Technology Limited.
- Witono, et al. 2012. "Graft Copolymerization of Acrylic Acid to Cassava Starch - Evaluation of the Influences of Process Parameters by an Experimental Design Method." *Carbohydrate Polymers* 90(4): 1522–29.
- Zainuddin, dkk. 2001. "Modifikasi Karet Alam Vulkanisasi Radiasi Menjadi Polimer Hidrogel Dengan Teknik Radiasi." 2(2): 1–6.

HASIL PENYUNTINGAN & PENELAAHAN JURNAL PENELITIAN KARET

JUDUL MAKALAH : KARAKTERISTIK NATURAL RUBBER GRAFTING PATI (STARCH) DIMODIFIKASI DENGAN ASAM AKRILAT

Berikan tanda pada setiap pertanyaan berikut. Komentar dapat dibuat pada lembaran kedua dengan merujuk pada nomor halaman dan baris pada artikel. Untuk menjaga kerahasiaan proses penyuntingan, nama penyunting agar tidak dicantumkan dalam lembaran ini dan lembaran komentar.

PENDAPAT UMUM PENYUNTING

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> diterima | <input type="checkbox"/> diterima dengan sedikit perbaikan |
| <input checked="" type="checkbox"/> diterima dengan banyak perbaikan | <input type="checkbox"/> ditolak |

PENDAPAT DAN PENILAIAN TERHADAP :

- | | | |
|---------------------|--|--|
| JUDUL : | <input type="checkbox"/> cocok | <input checked="" type="checkbox"/> perlu diperbaiki |
| KATA KUNCI : | <input checked="" type="checkbox"/> sesuai | <input type="checkbox"/> perlu diperbaiki |

RINGKASAN menguraikan :

- | | | |
|--|--|--|
| a) Tujuan & cakupan penelitian | : <input type="checkbox"/> baik | <input checked="" type="checkbox"/> kurang tajam |
| b) Metodologi (bila penting) | : <input checked="" type="checkbox"/> baik | <input type="checkbox"/> kurang jelas |
| c) Hasil & kesimpulan utama | : <input type="checkbox"/> baik | <input checked="" type="checkbox"/> perlu diperbaiki |
| d) Signifikansi & implikasi penelitian | : <input type="checkbox"/> baik | <input checked="" type="checkbox"/> belum disebut |

PENDAHULUAN menguraikan :

- | | | |
|---|--|---|
| a) Sifat & ruang lingkup masalah | : <input type="checkbox"/> jelas | <input checked="" type="checkbox"/> belum ada |
| b) Hubungan masalah dengan hasil penelitian terdahulu | : <input checked="" type="checkbox"/> jelas | <input type="checkbox"/> belum ada |
| c) Alasan pentingnya penelitian | : <input type="checkbox"/> jelas | <input checked="" type="checkbox"/> belum ada |
| d) Hasil utama / tujuan | : <input checked="" type="checkbox"/> kurang jelas | <input type="checkbox"/> |

BAHAN DAN METODE menguraikan :

- | | | |
|--|-----------------------------------|--|
| a. Rancangan percobaan komentar | : <input type="checkbox"/> sesuai | <input checked="" type="checkbox"/> tidak sesuai, belum dijelaskan, lihat komentar |
| b. Bahan/alat yang digunakan | : <input type="checkbox"/> jelas | <input checked="" type="checkbox"/> kurang jelas |
| c. Sistematis pelaksanaan percobaan | : <input type="checkbox"/> jelas | <input checked="" type="checkbox"/> kurang jelas |
| d. Metode analisis & interpretasi teks | : <input type="checkbox"/> baik | <input checked="" type="checkbox"/> belum disebut, lihat komentar di teks |

e. Metode pengumpulan data : baik belum disebut

WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN : jelas belum disebut

HASIL DAN PEMBAHASAN

- a. Hasil yang dicapai : jelas belum sesuai
- b. Hubungan hasil yang dicapai dengan tujuan & cakupan penelitian : jelas belum sesuai, lihat komentar
- c. Hubungan hasil yang dicapai dengan penelitian terdahulu : jelas belum diuraikan
- d. Implikasi teoritis hasil penelitian : baik belum diuraikan
- e. Kesimpulan dan bukti-buktinya : baik belum diuraikan, lihat di teks

KESIMPULAN dikaitkan dengan tujuan : sesuai belum sesuai

PRESENTASI

- a) Grafik/Gambar bagian penyakit : jelas perlu diperbaiki, terutama untuk
- b) Tabel : jelas perlu diperbaiki

RUJUKAN dikaitkan dengan Daftar Pustaka : jelas belum sesuai

- KUALITAS ILMIAH** : tinggi sedang rendah
- ORIJINALITAS** : baik tidak baik lihat komentar
- KUALITAS PERCOBAAN** : baik belum lengkap lihat komentar
- ANALISIS STATISTIK/ PENGEMBANGAN MATEMATIS** : tepat salah lihat komentar
- KESIMPULAN** : baik meragukan lihat komentar, lihat diteks
- PRESENTASI MAKALAH** : mudah dicerna meragukan perlu diperbaiki

KOMENTAR

Secara umum, substansi naskah masih perlu diperbaiki untuk mempertajam kandungan ilmiahnya (scientific content). Pada bagian metode perlu diperjelas terutama pada cara atau prosedur karakterisasi seperti prosedur pengujian FTIR dan SEM serta perhitungan persen grafting. Pada bagian hasil dan pembahasan perlu diperbaiki sesuai dengan komentar yang dicantumkan dalam naskah. Pemilihan dan penulisan kosa kata perlu dikonsistenkan.

HASIL PENYUNTINGAN & PENELAAHAN JURNAL PENELITIAN KARET

JUDUL MAKALAH : **KARAKTERISTIK KARET ALAM TERGRAFTING PATI (STARCH)
YANG DIMODIFIKASI DENGAN ASAM AKRILAT (NR-g-St/AA)**

Berikan tanda /√ pada setiap pertanyaan berikut. Komentar dapat dibuat pada lembaran kedua dengan merujuk pada nomor halaman dan baris pada artikel. Untuk menjaga kerahasiaan proses penyuntingan, nama penyunting agar tidak dicantumkan dalam lembaran ini dan lembaran komentar.

PENDAPAT UMUM PENYUNTING

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> diterima | <input checked="" type="checkbox"/> diterima dengan sedikit perbaikan |
| <input type="checkbox"/> diterima dengan banyak perbaikan | <input type="checkbox"/> ditolak |

PENDAPAT DAN PENILAIAN TERHADAP :

- | | | |
|------------|-----------------------------------|--|
| JUDUL | : <input type="checkbox"/> cocok | <input checked="" type="checkbox"/> perlu diperbaiki |
| KATA KUNCI | : <input type="checkbox"/> sesuai | <input type="checkbox"/> perlu diperbaiki |

RINGKASAN menguraikan :

- | | | |
|--|--|--|
| a) Tujuan & cakupan penelitian | : <input checked="" type="checkbox"/> baik | <input type="checkbox"/> kurang tajam |
| b) Metodologi (bila penting) | : <input checked="" type="checkbox"/> baik | <input type="checkbox"/> kurang jelas |
| c) Hasil & kesimpulan utama | : <input type="checkbox"/> baik | <input checked="" type="checkbox"/> perlu diperbaiki |
| d) Signifikansi & implikasi penelitian | : <input checked="" type="checkbox"/> baik | <input type="checkbox"/> belum disebut |

PENDAHULUAN menguraikan :

- | | | |
|---|---|---|
| a) Sifat & ruang lingkup masalah | : <input checked="" type="checkbox"/> jelas | <input type="checkbox"/> belum ada |
| b) Hubungan masalah dengan hasil penelitian terdahulu | : <input type="checkbox"/> jelas | <input checked="" type="checkbox"/> belum ada (perlu ditambah) |
| c) Alasan pentingnya penelitian | : <input checked="" type="checkbox"/> jelas | <input type="checkbox"/> belum ada |
| d) Hasil utama / tujuan | : <input checked="" type="checkbox"/> jelas | <input type="checkbox"/> kurang jelas |

BAHAN DAN METODE menguraikan :

- | | | |
|---|--|--|
| a. Rancangan percobaan | : <input checked="" type="checkbox"/> sesuai | <input type="checkbox"/> tidak sesuai, belum dijelaskan, |
| b. Bahan/alat yang digunakan | : <input checked="" type="checkbox"/> jelas | <input type="checkbox"/> kurang jelas |
| c. Sistematis pelaksanaan percobaan | : <input checked="" type="checkbox"/> jelas | <input type="checkbox"/> kurang jelas |
| d. Metode analisis & interpretasi di teks | : <input checked="" type="checkbox"/> baik | <input type="checkbox"/> belum disebut, lihat komentar |
| e. Metode pengumpulan data | : <input type="checkbox"/> baik | <input checked="" type="checkbox"/> belum disebut |

- | | | |
|-----------------------------|---|--|
| WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN | : <input checked="" type="checkbox"/> jelas | <input type="checkbox"/> belum disebut |
|-----------------------------|---|--|

HASIL DAN PEMBAHASAN

- a. Hasil yang dicapai : jelas belum sesuai
- b. Hubungan hasil yang dicapai dengan tujuan & cakupan penelitian : jelas belum sesuai
- c. Hubungan hasil yang dicapai dengan penelitian terdahulu : jelas belum diuraikan
- d. Implikasi teoritis hasil penelitian : baik belum diuraikan
- e. Kesimpulan dan bukti-buktinya : baik belum diuraikan, *lihat di teks*
- KESIMPULAN dikaitkan dengan PRESENTASI** : sesuai belum sesuai, *lihat di teks*
- a) Grafik/Gambar : jelas perlu diperbaiki (diperjelas)
- b) Tabel : jelas perlu diperbaiki
- RUJUKAN dikaitkan dengan Daftar Pustaka** : jelas belum sesuai

- KUALITAS ILMIAH** : tinggi sedang rendah
- ORIJINALITAS** : baik tidak baik lihat komentar
- KUALITAS PERCOBAAN** : baik belum lengkap lihat komentar
- ANALISIS STATISTIK/ PENGEMBANGAN MATEMATIS** : tepat salah lihat komentar
- KESIMPULAN** : baik meragukan lihat komentar, lihat ditekst
- PRESENTASI MAKALAH** : mudah dicerna meragukan perlu diperbaiki

KOMENTAR

1. Gambar diperjelas agar lbh mudah dibaca
2. Catatan2 pd makalah harap diperhatikan
3. Untuk editor apakah paper ini sudah dicek dengan menggunakan aplikasi similiritas untuk mencek plagiarisme

Diperiksa Oleh



(Dr. Mahendra Anggaravidya, IPM.)



Dokumen ini ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat dari BSR E, silahkan lakukan verifikasi pada dokumen elektronik yang dapat diunduh dengan melakukan scan QR Code

KARAKTERISTIK KARET ALAM TERGRAFTING PATI (STARCH) DARI KULIT PISANG YANG DIMODIFIKASI DENGAN ASAM AKRILAT (NR-g-St/AA)

Characteristics of Acrylic Acid Modified Banana Peel Starch-grafted Natural Rubber (NR-g-St/AA)

Tuti Indah SARI*, SELPIANA, Prahady SUSMANTO, Nadira Ken KHALISA, dan Reza Rezita MAISYAROH

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya, Palembang-Indonesia
*Email: tutiindahsari@ft.unsri.ac.id

Diterima : / Disetujui :

Abstract

The modification of natural rubber was carried out by grafting banana peel starch modified with acrylic acid into the main chain of natural rubber. The use of acrylic acid modified banana peel starch aims to improve the natural properties of natural rubber such as tensile strength and make it biodegradable. Process optimization is carried out by varying the ratio of starch: latex (1:1; 1:1.5; 1:2; 1:2.5; 1:3), type of initiator Potassium Persulfate (PPS) and Ammonium Persulfate (APS), and reaction temperature (60°C, 70°C, 80°C). Sample characterization was carried out by analysis of FTIR, SEM, and percent grafting. The FTIR results showed the best raw material ratio is 1:1 (PPS initiator) and 1:2 (APS initiator). At the same ratio, it showed that APS works better, and the optimum reaction temperature is at 80°C. The SEM results showed samples with APS initiator produce better morphology with no gaps and cracks on their surface. The calculation of grafting percentage shows that samples with a 1:1 ratio of raw materials have the highest grafting percentage. The results of this study are expected to contribute to the development of rubber-based products.

Keywords: acrylic acid; banana peel starch; grafting; natural rubber

Abstrak

Modifikasi karet alam dilakukan dengan pencangkakan *starch* kulit pisang termodifikasi asam akrilat pada rantai utama karet alam. Penggunaan *starch* kulit pisang termodifikasi asam akrilat bertujuan untuk meningkatkan sifat alamiah karet alam seperti sifat daya tarik dan menjadikan karet alam mudah untuk terurai secara hayati. Optimalisasi proses dilakukan dengan memvariasikan rasio bahan baku *starch*:lateks dengan variasi rasio 1:1; 1:1,5; 1:2; 1:2,5; 1:3, jenis inisiator Kalium Persulfate (KPS) dan Ammonium Persulfate (APS), dan temperatur reaksi (60°C, 70°C, 80°C). Karakterisasi sampel dilakukan dengan analisa FTIR, SEM, dan persen pencangkakan. Hasil FTIR rasio bahan baku terbaik adalah rasio 1:1 pada penggunaan inisiator KPS dan 1:2 pada penggunaan inisiator APS. Pada rasio yang sama, inisiator yang bekerja lebih baik yaitu APS dan temperatur reaksi optimum berada pada temperatur 80°C. Hasil SEM menunjukkan sampel dengan inisiator APS menghasilkan morfologi lebih baik karena tidak memiliki gap dan retakan pada permukaannya. Perhitungan persen pencangkakan menunjukkan sampel dengan variasi rasio bahan baku 1:1 memiliki persen pencangkakan yang paling besar. Hasil penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi dalam pengembangan produk berbahan dasar karet.

Kata kunci: asam akrilat; karet alam; pati kulit pisang; pencangkakan

PENDAHULUAN

Karet alam memiliki sifat elastisitas, *tensile strength*, *tear strength*, dan daya rekat tinggi (Handayani et al., 2011) sebagai kelebihanannya, namun tidak tahan minyak dan cuaca sebagai kelemahannya (Simpson, 2002; Mark et al., 2013). Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan mutu karet alam yaitu dengan modifikasi karet alam secara fisik dan kimiawi. Salah satu metode yang digunakan untuk modifikasi karet alam adalah pencangkakan (*grafting*). Metode pencangkakan merupakan teknik modifikasi polimer yang dilakukan dengan cara pencangkakan suatu monomer yang terhubung sebagai cabang pada sisi rantai utama sebuah polimer (Koshy et al., 2016).

Modifikasi karet alam dengan metode pencangkakan telah banyak dilakukan. Sari et al. (2015) telah melakukan modifikasi karet alam menggunakan monomer akrilonitril dan stirena. Penelitian tersebut menunjukkan adanya perubahan sifat mekanis dan kimia pada karet alam. Namun monomer vinil yang digunakan pada penelitian ini merupakan turunan minyak bumi yang tidak bersifat *renewable* sehingga perlu dilakukan penelitian senyawa monomer atau polimer alam yang dapat dicangkakan pada karet alam untuk meningkatkan ketahanan terhadap minyak maupun pelarut organik lainnya. Penelitian lain dengan metode pencangkakan dilakukan oleh Syafiq et al. (2019) yang menghasilkan kesimpulan berupa peningkatan sifat mekanik dan termal dari karet alam yang dicangkakan.

Pati (*starch*) merupakan polimer alami yang termasuk pada jenis polisakarida. *Starch* menjadi salah satu polimer alami utama yang dipelajari untuk memproduksi material yang memiliki sifat *biodegradable*. *Starch* dalam beberapa penelitian banyak digunakan sebagai bahan tambahan yang dicampurkan dengan polimer lainnya untuk meningkatkan kualitas dari produk yang dihasilkan, seperti pada penelitian pembuatan *thermoplastic* (Bergel et al., 2020) dan bioplastik (Meite et al., 2021).

Starch dapat diperoleh dari berbagai sumber seperti sel-sel tanaman, biji-bijian, dan umbi-umbian seperti singkong, beras, jagung, pisang. Salah satu sumber *starch* dapat menggunakan pemanfaatan dari kulit pisang. Pisang merupakan salah satu tanaman yang banyak di produksi di Indonesia. Menurut Badan Pusat Statistika (2022), konsumsi pisang mencapai 2,39 juta ton pada tahun 2021. Pada pisang terdapat limbah berupa kulit pisang sebanyak 35% dari buahnya (Rebello, 2013). Kulit pisang mengandung 18,5% *starch* (Setiawati et al., 2013). Penelitian yang juga memanfaatkan kulit pisang sebagai sumber *starch* dilakukan oleh Melani et al. (2019). Pada penelitian tersebut *starch* kulit pisang digunakan sebagai bahan pembuatan bioplastik. Hasil penelitian tersebut menunjukkan produk bioplastik dari *starch* kulit pisang dengan berbagai bahan perekat telah memenuhi nilai SNI biodegradasi bioplastik.

Modifikasi karet alam menggunakan *starch* telah diteliti sebelumnya, seperti yang dilakukan oleh Liu et al. (2008) menunjukkan bahwa modifikasi karet alam menggunakan *starch* dapat meningkatkan sifat-sifat mekanik dengan jumlah optimum *starch*. Sifat-sifat mekanik tersebut seperti *tensile strength*, *elongation at break*, dan *tear strength*. Riyajan dan Keawittarit (2016) dan Chalid et al. (2020) juga menunjukkan bahwa hasil dari modifikasi karet alam memiliki peningkatan pada sifat fisik dan mekaniknya. Menurut Chalid et al. (2020) karet alam termodifikasi *starch* memiliki daya tarik (*tensile strength*) yang lebih baik dibandingkan karet alam biasa.

Sifat karet alam yang nonpolar dan hidrofobik dengan *starch* yang bersifat polar dan hidrofilik, diharapkan produk yang dihasilkan mengarah pada sifat lebih ke polar dan hidrofilik. *Starch* yang akan digunakan pada penelitian ini terlebih dahulu akan dimodifikasi dengan asam akrilat. Dalam penelitiannya Lele dan Niju (2021) telah melakukan modifikasi *starch* dengan pencangkakan monomer asam akrilat. Hasil penelitiannya mendapatkan perbedaan yang cukup besar dalam bobot *starch* yang dicangkakan dan *starch* murni dimana bobot *starch* tercangkakan mengalami

kenaikan. Menurut Witono et al. (2012) kenaikan pada bobot *starch* dikarenakan adanya asam akrilat yang tercangkok pada *starch*.

Inisiator yang digunakan pada penelitian ini terdiri atas dua jenis, yaitu *Kalium persulfat* (KPS) dan *Ammonium persulfat* (APS). Penggunaan inisiator berupa KPS dan APS terhadap modifikasi karet alam telah dilakukan sebelumnya pada penelitian Sondari et al. (2010). Penelitian tersebut melakukan modifikasi karet alam terhadap campuran monomer stiren/metil metakrilat dengan inisiator KPS dan APS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan inisiator dapat memengaruhi efisiensi pencangkokan karet alam.

Penelitian yang akan dilakukan adalah modifikasi karet alam dengan *starch* dari kulit pisang termodifikasi asam akrilat menggunakan metode pencangkokan, sehingga dihasilkan karet alam tercangkok *starch* termodifikasi asam akrilat atau dapat disingkat dengan NR-g-St/AA. Penelitian ini penting dilakukan mengingat pemanfaatan karet alam yang cukup besar seperti untuk bahan baku pembuatan selang, ban, karet *seal*, dan lain-lain. Seiring berjalannya waktu, penggunaan karet alam yang tidak dapat terurai secara hayati ini akan menjadi limbah yang merusak lingkungan. Penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan data dan *prototype* produk

karet yang memiliki sifat terbaik dan berkualitas tinggi yang berguna bagi industri produk karet alam di masa mendatang.

BAHAN DAN METODE

Bahan yang digunakan yaitu lateks karet alam yang diperoleh dari CV. Anugerah Bumi Sejahtera, *starch* kulit pisang dan aquadest dari *marketplace*, *Kalium persulfat* (KPS) dan *Ammonium persulfat* (APS) dari PT Dira Sonita, surfaktan non-ionik yaitu *hydrophilic polyethylene oxide* dari CV. Eka Berkah Pratama, dan *acrylate acid pure analysis* dari CV. Kimia ARD. Alat yang digunakan yaitu reaktor gelas ukuran 1,3 l, pentiter asam akrilat dan inisiator, *glass plate*, *hot plate*, tabung N₂ serta peralatan pendukung aliran gas, alat FTIR (*Fourier Transform Infrared spectroscopy* merek Nicolet iS5 *spectrometer* (Thermo Scientific) dengan panjang gelombang 500 and 4000 cm⁻¹, dan alat SEM (*Scanning Electron Microscope*) JEOL JSM 6510 LA.

Penelitian dilakukan dengan studi eksperimen di Laboratorium Jurusan Teknik Kimia Universitas Sriwijaya dan Laboratorium Pusat Penelitian Karet Bogor. Variabel bebas yang digunakan pada penelitian ini adalah rasio bahan baku (lateks), inisiator, dan temperatur reaksi. Matriks penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Matriks penelitian variasi rasio bahan baku (*starch*: lateks), jenis inisiator, dan temperatur reaksi

Table 1. Research matrix of raw material ratio variation (*starch*: latex), type of initiator, and reaction temperature

Komponen	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12
Starch (g)	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Lateks (g KKK)	20	30	40	50	60	20	30	40	50	60	20	20
Jenis inisiator	KPS	KPS	KPS	KPS	KPS	APS	APS	APS	APS	APS	KPS	KPS
Temperatur reaksi (°C)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	70	80

Proses penelitian diawali dengan memodifikasi *starch* (Liu et al., 2008) sebagai berikut: *starch* kulit pisang basis kering dibentuk suspensi 6% (b/v) dengan menggunakan *aquadest* dan memanaskan *starch* tersuspensi tersebut pada suhu 80°C selama 30 menit di bawah atmosfer nitrogen. Selanjutnya, sebanyak 6 ml asam akrilat

dicampurkan ke dalam *starch* tergelatinasi diikuti 0,2 gr inisiator yang dilarutkan dengan 4 ml air yang diteteskan sedikit demi sedikit dengan pentiter. Suhu tetap dijaga 80°C dan terus diaduk selama 2 jam sehingga menghasilkan *starch* termodifikasi. Hasil *starch* termodifikasi digunakan pada tahap pencangkokan karet alam.

Tahap pencangkakan karet alat (Riyajan dan Keawittarit, 2016) dilakukan dengan mencampurkan lateks dengan 2,8 ml surfaktan non-ionik, air, dan *starch* termodifikasi. Lalu, campuran tersebut dipanaskan pada temperatur reaksi selama 3 jam di bawah atmosfer nitrogen. Selama proses pencangkakan, inisiator diteteskan menggunakan pentiter sebanyak 1% berat lateks yang dilarutkan dengan 2% air terhadap berat inisiator. Selanjutnya, campuran dituangkan ke dalam *glass plate* dan didiamkan pada suhu ruang selama 3-4 hari atau hingga sampel kering dan padat. Sampel kemudian dicuci dengan air panas

pada suhu 100°C, pencucian dilakukan secara berulang dan dikeringkan dalam oven pada suhu 70°C selama 24 jam.

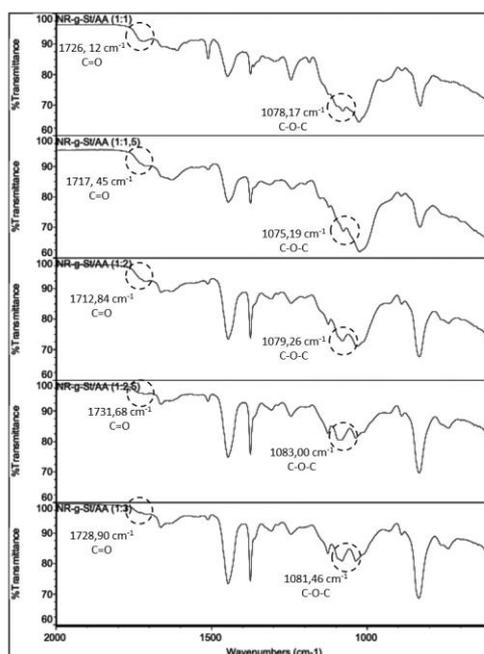
Pengujian karakteristik dilakukan dengan analisa *Fourier Transform Infrared (FTIR) spectroscopy* untuk mengamati gugus fungsi yang terdapat pada produk, *Scanning Electron Microscope (SEM)* untuk mengamati morfologi produk, dan persen pencangkakan untuk menyatakan seberapa besar St/AA yang tercangkok dalam rantai utama karet alam. Persen pencangkakan (*grafting*) dihitung menggunakan persamaan (Suhartini dan Nuryanthi, 2018):

$$\text{Grafting (\%)} = \frac{(w_g - w_0)}{w_0} \times 100\%$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar 1 menunjukkan hasil Uji FTIR pada lateks karet alam (NR) dan NR-g-St/AA. Spektrum FTIR NR mengidentifikasi adanya puncak yang muncul dengan bilangan gelombang yang dimiliki gugus C-H, C=C, CH₃ bend, CH₂ bend, dan C-CH. Spektrum FTIR NR-g-St/AA menunjukkan adanya gugus lain yang muncul yaitu gugus fungsi

eter dari *starch* yang digambarkan oleh puncak pada bilangan gelombang 1078,17 cm⁻¹; 1075,19 cm⁻¹; 1079,26 cm⁻¹; 1083,00 cm⁻¹; 1081,46 cm⁻¹ yang merupakan bilangan gelombang untuk gugus C-O-C. Puncak pada bilangan gelombang 1726,12 cm⁻¹; 1717,45 cm⁻¹; 1712,84 cm⁻¹; 1731,68 cm⁻¹; dan 1728,90 cm⁻¹ teridentifikasi pada hasil spektrum di mana gelombang ini dimiliki oleh gugus C=O dari asam akrilat.

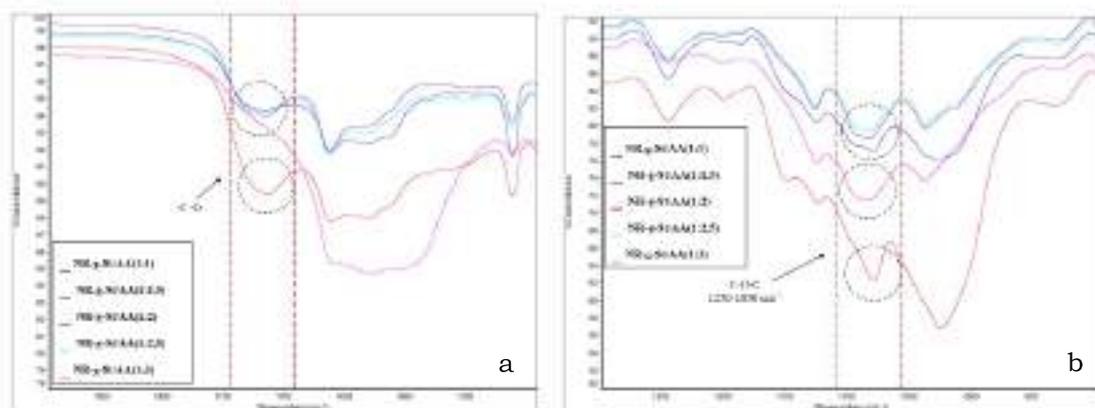


Gambar 1. Spektrum FTIR NR-g-St/AA (1:1; 1:1,5; 1:2; 1:2,5; 1:3)
 Figure 1. FTIR Spectrum of NR-g-St/AA (1:1; 1:1,5; 1:2; 1:2,5; 1:3)

Keberhasilan proses pencangkakan *starch* ke dalam karet alam diidentifikasi dengan adanya bilangan gelombang dari ikatan yang menghubungkan karet alam dengan *starch* termodifikasi, ikatan ini merupakan ikatan eter yang terbentuk jika proses pencangkakan berhasil (Chalid et al., 2018). Munculnya puncak gelombang ini menunjukkan bahwa terbentuknya ikatan eter pada NR-g-St/AA merupakan bukti keberhasilan proses pencangkakan. Riyajan dan Keawittarit (2016) dalam penelitiannya membuktikan bahwa munculnya bilangan gelombang yang mengidentifikasi gugus fungsi dari *starch* termodifikasi juga menunjukkan keberhasilan proses pencangkakan *starch* pada karet alam.

Spektrum FTIR dari ke-5 sampel ditunjukkan pada Gambar 2. Perbedaan yang mencolok terlihat pada puncak gelombang yang mengidentifikasi C=O dimana semakin besar jumlah lateks yang digunakan maka puncak gugus C=O akan terlihat lebih tajam hingga mencapai titik optimumnya. Titik optimum ditentukan dari

sampel yang memiliki puncak gugus C=O paling tajam dari ke lima sampel yang diuji. Puncak tersebut akan kembali melebar atau memiliki intensitas penyerapan yang menurun ketika rasio perbandingan yang digunakan telah melebihi titik optimum tersebut, hal ini terjadi kemungkinan karena asam akrilat yang digunakan pada setiap sampel memiliki jumlah yang sama sehingga pada rasio perbandingan bahan baku yang besar, jumlah gugus C=O pada sampel memiliki populasi yang sangat sedikit dibandingkan dengan gugus fungsi lainnya yang dimiliki *starch* dan karet alam, sehingga vibrasi gugus C=O yang terbaca oleh alat FTIR sangat lemah. Dari spektrum FTIR tersebut dapat dilihat bahwa puncak C=O tertajam dimiliki oleh spektrum FTIR NR-g-St/AA dengan rasio bahan baku 1:2. Intensitas penyerapan FTIR menggambarkan seberapa cocok vibrasi yang diberikan sampel dengan vibrasi natural dari gugus tertentu (Bhuyar et al., 2019). Gugus C=O merupakan gugus yang mengidentifikasi bahwa adanya asam akrilat yang tercangkok pada rantai utama karet.



Gambar 2. Spektrum FTIR NR-g-St/AA dengan variasi rasio bahan baku
Figure 2. FTIR spectrum of NR-g-St/AA samples with variation of raw material ratio

Asam akrilat digunakan sebagai monomer untuk *starch* termodifikasi, jumlah asam akrilat yang digunakan setiap variasi rasio bahan baku *starch*:lateks adalah sama yaitu sebanyak 24% dari berat pati. Sehingga pada sampel 1:1 puncak gugus C=O tidak begitu terlihat karena pada kondisi ini asam akrilat yang ditambahkan tergolong berlebih untuk 20 gr kadar karet kering (KKK), penambahan monomer asam akrilat yang berlebihan memungkinkan

untuk terjadinya homopolimerisasi monomer dimana asam akrilat akan membentuk poliasam akrilat dan menurunkan persen pencangkakan pada rantai utama karet (Puspitasari et al., 2016).

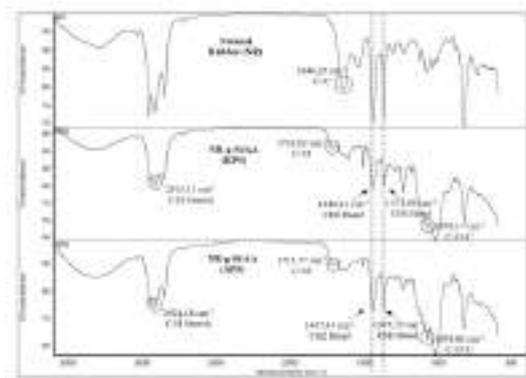
Pada variasi 1:2,5 jumlah lateks yang digunakan berlebih sehingga konsentrasi asam akrilat yang terukur juga ikut menurun karena jumlah asam akrilat yang digunakan pada setiap sampel adalah sama.

Pada variasi sampel 1:3 puncak C=O tidak muncul karena jumlah gugus C=O pada sampel sangat sedikit dibandingkan dengan keberadaan gugus lain yang dimiliki *starch* dan karet sehingga vibrasi gugus C=O tidak terbaca oleh alat FTIR. Hal yang sama terjadi pada puncak bilangan yang menggambarkan gugus C-O-C milik *starch*. Semua spektrum FTIR menampilkan adanya puncak C-O-C yang teridentifikasi yang menandakan bahwa proses pencangkokan berhasil dilakukan.

Perbedaan terletak pada intensitas masing-masing puncak yang dihasilkan. Intensitas penyerapan tertinggi berada pada spektrum FTIR NR-g-St/AA (1:2). Puncak yang dihasilkan pada spektrum FTIR ini jauh lebih tajam dibandingkan yang lain. Dari hal tersebut dapat disimpulkan, variasi rasio bahan baku akan memengaruhi jumlah ikatan yang dimiliki suatu gugus pada bilangan gelombang tertentu. Jumlah ikatan suatu gugus ditandai dengan besar atau kecilnya intensitas penyerapan. Semakin besar rasio yang digunakan maka intensitas penyerapan yang dihasilkan akan semakin besar hingga mencapai titik optimum rasio bahan baku, selanjutnya akan mengalami pelebaran dan penurunan intensitas penyerapan ketika rasio bahan baku yang digunakan melebihi titik

optimum tersebut (Susmanto et al., 2021). Rasio bahan baku terhadap lateks yang optimum berdasarkan hasil spektrum FTIR yaitu pada sampel 1:2.

Pencangkokan *starch* ke karet alam telah dilakukan dengan variasi inisiator. Spektrum FTIR gugus fungsi dari *natural rubber* (NR), NR-g-St/AA (KPS), dan NR-g-St/AA (APS) ditampilkan pada Gambar 3. Spektrum FTIR menunjukkan adanya perubahan puncak pada bilangan gelombang yang mengidentifikasi keberadaan gugus fungsi C=C yang merupakan puncak khusus yang dimiliki karet alam, dimana pada karet alam yang telah termodifikasi gugus tidak ada lagi gugus C=C karena telah terputus dan terikat dengan rantai monomer dan polimer lainnya. Rantai polimer NR akan menjadi rantai utama atau *backbone* tempat dimana gugus-gugus dari *starch* dan asam akrilat tercangkok (Chalid et al., 2020; Meimoun et al., 2021). Gugus fungsi C=C ditunjukkan pada bilangan gelombang $1646,25\text{ cm}^{-1}$ pada spektrum FTIR NR. Untuk spektrum FTIR NR-g-St/AA (KPS) menunjukkan adanya puncak gelombang baru yang muncul pada bilangan gelombang $1716,82\text{ cm}^{-1}$ dan $1078,17\text{ cm}^{-1}$ yang masing-masing mengidentifikasi adanya C=O dan C-O-C.



Gambar 3. Spektrum FTIR NR; NR-g-St/AA (KPS); NR-g-St/AA (APS)
 Figure 3. FTIR Spectrum of NR; NR-g-St/AA (KPS); NR-g-St/AA (APS)

Spektrum FTIR NR-g-St/AA (APS) juga menunjukkan hasil yang sama. Puncak yang mengidentifikasi keberadaan gugus fungsi asam akrilat dan *starch* juga ditemukan pada spektrum FTIR-nya. Gugus fungsi C=O ditemukan pada gelombang $1712,77\text{ cm}^{-1}$ dan gugus fungsi C-O-C

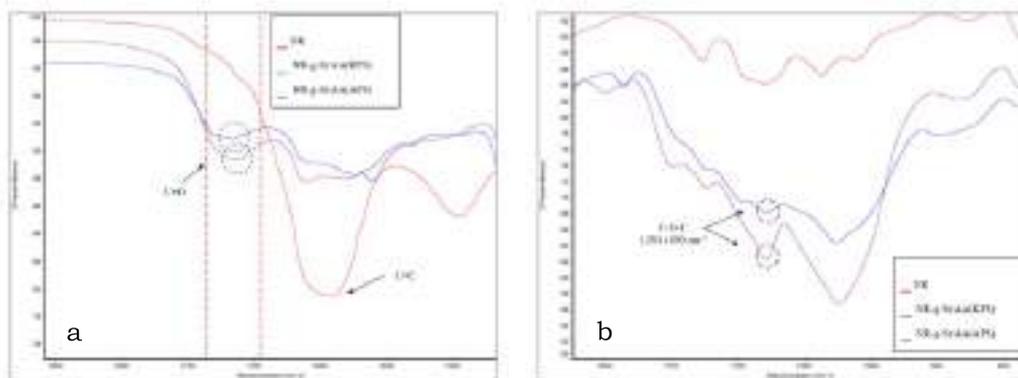
ditemukan pada gelombang $1079,03\text{ cm}^{-1}$. Hal ini menandakan bahwa proses pencangkokan menggunakan inisiator APS juga berhasil dilakukan. Meskipun spektrum FTIR NR-g-St/AA (KPS) dengan NR-g-St/AA (APS) menunjukkan adanya gugus fungsi yang sama, namun terdapat

sedikit perbedaan pada bilangan gelombang dan intensitasnya. Adanya perubahan pada intensitas dan posisi puncak mengindikasikan adanya interaksi molekular antara gugus fungsi NR dan St/AA yang muncul selama reaksi berlangsung yang disebabkan adanya inisiator (Chalid et al., 2020). Perubahan intensitas terhadap puncak gugus CH_2 dan CH_3 juga terjadi, dimana puncak yang dihasilkan pada NR-g-St/AA (KPS/APS) menunjukkan persen transmisi lebih tinggi dibandingkan NR. Persen transmisi yang rendah pada puncak gelombang tertentu menggambarkan bahwa dalam sampel yang diuji terdapat populasi ikatan yang tinggi dari suatu gugus pada bilangan gelombang tersebut, yang memiliki energi vibrasi yang sesuai dengan cahaya yang datang (Bhuyar et al., 2019).

Gambar 4(a) menunjukkan puncak pada $1716,82 \text{ cm}^{-1}$, $1712,77 \text{ cm}^{-1}$, dan $1646,25 \text{ cm}^{-1}$, yang masing-masing mengindikasikan adanya gugus $\text{C}=\text{O}$ pada sampel NR-g-St/AA (KPS/APS) dan gugus $\text{C}=\text{C}$ milik NR. Perubahan yang sangat jelas terlihat antara spektrum NR dan NR-g-St/AA adalah hilangnya puncak gugus $\text{C}=\text{C}$ dan munculnya puncak gugus $\text{C}=\text{O}$ pada spektrum FTIR NR-g-St/AA. Hal ini terjadi karena adanya gugus lain yang terikat pada rantai utama karet setelah melewati proses pencangkakan. Gugus ini didapatkan dari monomer asam akrilat yang digunakan. Hilangnya puncak yang mengidentifikasi

adanya $\text{C}=\text{C}$ pada spektrum FTIR NR-g-St/AA disebabkan karena pada saat reaksi pencangkakan berlangsung, ikatan $\text{C}=\text{C}$ pada rantai utama karet akan terlepas dan membentuk ikatan cabang dengan rantai-rantai monomer lainnya, sehingga terjadi pergantian ikatan dari $\text{C}=\text{C}$ menjadi $\text{C}-\text{C}$. Pemutusan ikatan $\text{C}=\text{C}$ diawali dengan adanya spesies radikal bebas dari inisiator yang menyerang ikatan rangkap $\text{C}=\text{C}$ sehingga ikatan terputus dan menciptakan sisi aktif dari ikatan $\text{C}-\text{C}$, ikatan aktif ini bersifat tidak stabil dan kemudian menarik dan mengikat monomer lainnya sehingga terjadi ikatan cabang.

Pergantian ikatan ini melibatkan transfer proton yang mengubah ikatan $\text{C}-\text{H}$ menjadi ikatan $-\text{CH}_2$. Puncak gugus $\text{C}=\text{O}$ pada spektrum FTIR NR-g-St/AA juga menunjukkan perbedaan pada posisi bilangan gelombang dan intensitasnya. Hal ini disebabkan oleh interaksi molekular yang terjadi akibat pengaruh dari perbedaan inisiator. Gambar 4(b) menunjukkan adanya gugus $\text{C}-\text{O}-\text{C}$ yang muncul pada bilangan gelombang $1078,17 \text{ cm}^{-1}$ dan $1079,03 \text{ cm}^{-1}$ pada spektrum FTIR NR-g-St/AA. Terdapat perbedaan intensitas yang jelas antara puncak $\text{C}-\text{O}-\text{C}$ pada spektrum FTIR NR-g-St/AA (KPS) dan FTIR NR-g-St/AA (APS), dimana puncak yang dihasilkan oleh NR-g-St/AA (APS) lebih tajam.



Gambar 4. (a) Spektrum FTIR yang menunjukkan puncak untuk gugus fungsi $\text{C}=\text{O}$ pada sample NR-g-St/AA dengan inisiator KPS dan sample NR-g-St/AA dengan inisiator APS, (b) spektrum FTIR yang menunjukkan puncak untuk gugus fungsi $\text{C}-\text{O}-\text{C}$ pada sample NR-g-St/AA dengan inisiator KPS dan sample NR-g-St/AA dengan inisiator APS

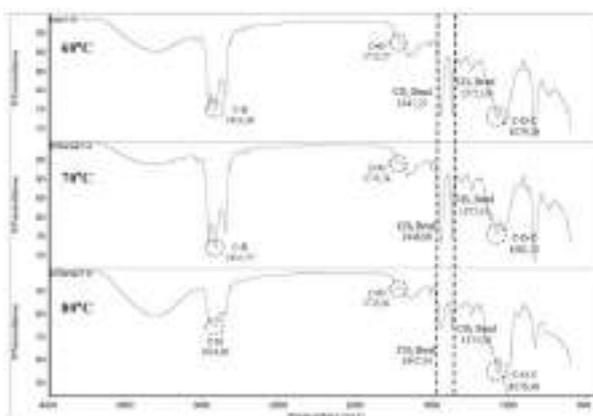
Figure 4. (a) FTIR spectra that shows peak for $\text{C}=\text{O}$ functional group for NR-g-St/AA (KPS) and NR-g-St/AA (APS) samples, (b). FTIR spectra that shows peak for $\text{C}-\text{O}-\text{C}$ functional group for NR-g-St/AA (KPS) and NR-g-St/AA (APS) samples

Puncak C=O yang dihasilkan pada percobaan menggunakan inisiator APS juga terlihat lebih tajam dibandingkan menggunakan inisiator KPS. Puncak yang tajam atau persen transmisi yang rendah menggambarkan intensitas penyerapan yang tinggi, artinya semakin besar intensitas penyerapan pada suatu bilangan gelombang maka semakin banyak atau besar populasi ikatan gugus tertentu pada bilangan gelombang tersebut. Menurut Rudin et al. (2013) pemilihan inisiator dalam polimerisasi bergantung pada dua faktor, yaitu kelarutan inisiator tersebut di dalam pelarut dan temperatur dekomposisinya. Inisiator diharapkan memiliki kelarutan yang besar terhadap solven dan memiliki temperatur dekomposisi yang sama atau lebih rendah dengan titik didih solven. Semakin tinggi kelarutan inisiator terhadap pelarutnya, semakin efektif inisiator tersebut akan bekerja.

Berdasarkan sifat fisik yang dimiliki oleh APS dan KPS menunjukkan bahwa inisiator APS memiliki kelarutan lebih tinggi dibandingkan KPS, yaitu sebesar 85 g/100ml H₂O pada 25°C sedangkan KPS sebesar 4,49 g/100 ml H₂O pada 25°C. APS juga memiliki berat molekul yang lebih kecil dibandingkan KPS, yaitu sebesar 228,18 g/mol (PeroxyChem, 2021). Artinya, dengan massa inisiator yang sama, inisiator APS akan menghasilkan jumlah molekul lebih banyak dibandingkan inisiator KPS sehingga inisiator APS akan bereaksi lebih banyak

pada saat inisiasi berlangsung dan menghasilkan interaksi molekular yang berbeda pula. Pada temperatur yang sama, inisiator APS lebih mudah terdekomposisi dibandingkan dengan inisiator KPS. Inisiator akan menciptakan sisi aktif dari rantai karet alam sehingga dapat terjadi reaksi dengan monomer lainnya. Ketika larutan inisiator dipanaskan, maka akan terbentuk radikal bebas yang akan mengawali proses polimerisasi, sehingga *heat capacity* dari masing-masing inisiator akan memengaruhi efektivitas dari inisiator itu sendiri.

Heat capacity dari APS diketahui lebih rendah dibandingkan *heat capacity* dari KPS yaitu sebesar 0,994 cal/g°C sedangkan KPS sebesar 0,996 cal/g°C sehingga inisiator APS lebih mudah untuk membentuk radikal bebas dibandingkan dengan KPS (PeroxyChem, 2021). Dari faktor-faktor di atas dapat disimpulkan bahwa dalam kondisi operasi yang sama inisiator APS akan bekerja lebih baik dengan menciptakan radikal bebas yang lebih cepat dan lebih banyak. Semakin banyak radikal bebas yang terbentuk maka semakin banyak pula monomer yang dapat tercangkok pada rantai utama karet alam, sehingga proses pencangkokan akan menjadi lebih efektif. Oleh karena itu pada gugus-gugus yang tercangkok seperti C=O dan C-O-C dihasilkan puncak yang lebih tajam pada proses pencangkokan menggunakan APS dibandingkan menggunakan KPS.

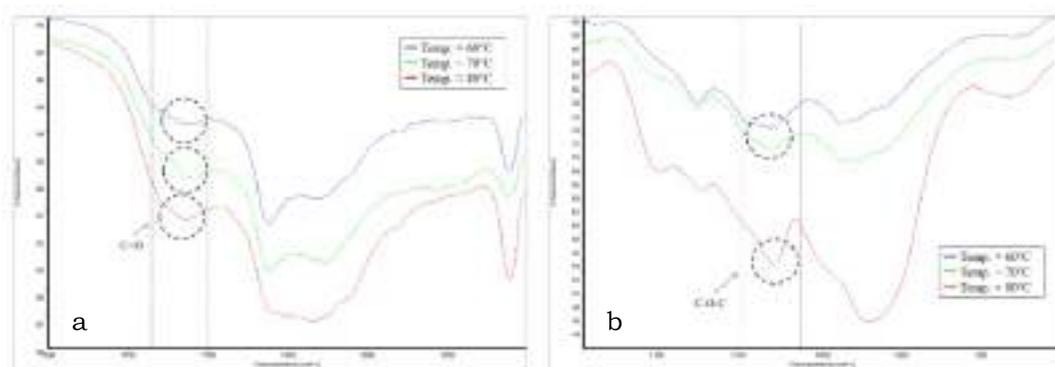


Gambar 5. Spektrum FTIR NR-g-St/AA dengan temperatur reaksi 60°C, 70°C, 80°C pada inisiator KPS
 Figure 5. FTIR Spectrum with variation of reaction temperature 60°C, 70°C, 80°C in PPS initiator

Variasi lain yang dilakukan adalah variasi temperatur pada proses pencangkakan *starch* ke karet alam. Variasi temperatur yang digunakan adalah 60°C; 70°C; dan 80°C. Spektrum FTIR yang dilakukan pada ketiga sampel tersebut terlihat pada Gambar 5. Spektrum FTIR tersebut menunjukkan gugus C=O yang dimiliki oleh ketiga sampel dengan nilai intensitas yang semakin menurun seiring dengan penambahan temperatur pencangkakan. Gugus C=O merupakan gugus yang menunjukkan adanya keberadaan asam akrilat pada sampel dan menandakan bahwa proses pencangkakan berhasil dilakukan. Asam akrilat merupakan monomer yang digunakan dalam *starch* termodifikasi. Nilai intensitas yang semakin menurun menandakan bahwa banyaknya populasi ikatan suatu gugus tertentu, salah satunya adalah C=O.

Sama halnya dengan gugus C-O-C yang merupakan gugus yang menunjukkan adanya *starch*.

Berdasarkan spektrum FTIR pada Gambar 6, ketajaman puncak C-O-C semakin menajam seiring dengan kenaikan temperatur, yang artinya pada temperatur 80°C, intensitas transmitansinya adalah yang paling rendah. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi temperatur, maka jumlah *starch* yang dicangkok akan semakin banyak. Penurunan nilai transmitansi disebabkan karena kenaikan temperatur akan memengaruhi dekomposisi kedua inisiator sehingga menghasilkan peningkatan jumlah radikal bebas, laju polimerisasi, dan pencangkakan.



Gambar 6. (a) Spektrum FTIR yang menunjukkan puncak untuk gugus fungsi C=O pada sample NR-g-St/AA dengan variasi temperatur reaksi, (b) spektrum FTIR yang menunjukkan puncak untuk gugus fungsi C-O-C pada sample NR-g-St/AA dengan variasi temperatur reaksi

Figure 6. (a) FTIR spectrum that shows peak for functional group C=O for NR-g-St/AA samples with reaction temperature variation, (b) FTIR spectrum that shows peak for functional group C-O-C for NR-g-St/AA samples with reaction temperature variation

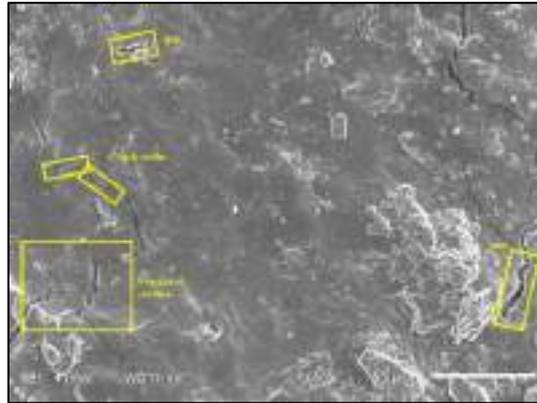
Studi kompatibilitas antara *starch* dan NR dilakukan dengan menggunakan analisa SEM untuk mengamati perilaku morfologi pada permukaan NR-g-St/AA. Dari Gambar 7 dapat dilihat bahwa partikel dari *starch* telah terdispersi secara baik ke dalam matriks NR. Hal ini dibuktikan dengan ukuran partikel-partikel *starch* yang sangat kecil dan hanya sedikit partikel-partikel *starch* yang tampak pada permukaan sampel. Ukuran granula partikel *starch* yang muncul di permukaan yaitu 4,419 nm dan 2,542 nm, ukuran ini

jauh lebih kecil dibandingkan ukuran granula bubuk *starch* yaitu berkisar antara 5-20 nm (Liu et al., 2008). Ukuran granula *starch* yang kecil ini membuktikan bahwa kondisi operasi ($T= 80^{\circ}\text{C}$) pada proses preparasi *starch* termodifikasi merupakan kondisi operasi yang baik.

Semakin kecil ukuran granula *starch*, semakin mudah untuk *starch* tercangkok pada rantai utama karet. Hasil SEM menunjukkan terdapat beberapa gap dan retakan pada permukaan sampel. Gap dan

retakan terjadi karena lemahnya interaksi interfacial antara *starch* dan NR (Chalid et al., 2020; Meimoun et al., 2021). Interaksi interfacial dari dua material ini dapat memengaruhi *mechanical properties* dari komposit NR-g-St/AA (Liu et al., 2008). Meskipun masih terdapat gap dan retakan

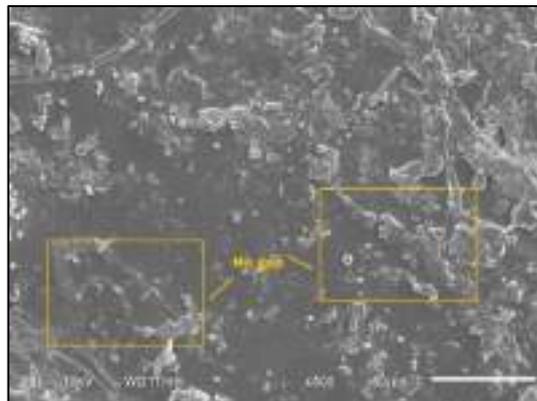
pada permukaan sampel, namun permukaan yang lain yang dihasilkan cukup rata dan membuktikan bahwa proses pencangkokan dan interaksi interfacial dua material telah terjadi dengan cukup baik (Liu et al., 2008; Chalid et al., 2020).



Gambar 7. Hasil analisa SEM NR-g-St/AA (KPS, 60°C, 1:1) perbesaran x500
Figure 7. SEM analysis results NR-g-St/AA (KPS, 60°C, 1:1) with x500 magnification

Gambar 8 menunjukkan bahwa pada variasi APS 1:2 memiliki distribusi *starch* yang merata namun morfologi permukaan cukup bergelombang. Salah satunya bentuk morfologi yang terlihat adalah bentuk granular yang merupakan bentuk dari partikel *starch powder*. Granular yang terbentuk berukuran 2-3 nm, berdasarkan Liu et al. (2008) ukuran tersebut lebih kecil dibandingkan dengan ukuran asli *starch powder* sebelum dicampur maupun diberi perlakuan yaitu sebesar 5-20 nm. Hal ini disebabkan karena adanya proses glatinasi

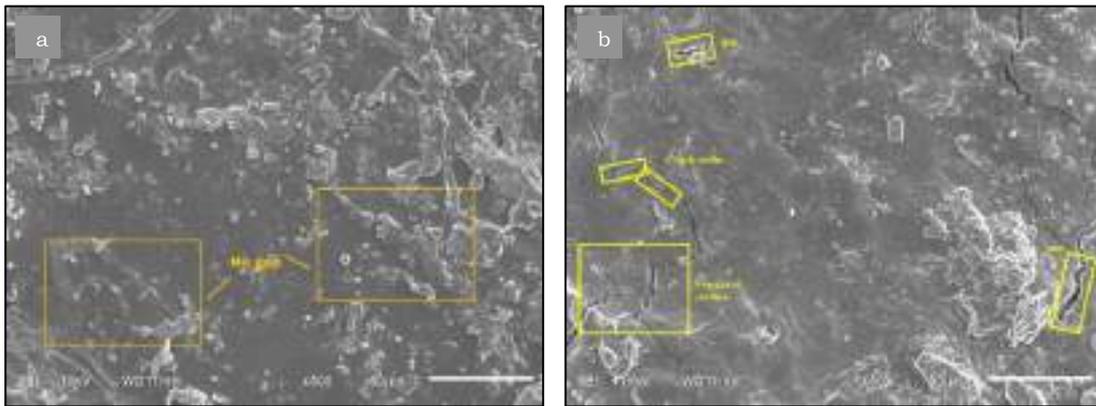
starch yang baik sehingga terjadi pelunakan dan difusi pada *starch* tergelatinasi yang memudahkan *starch* untuk tercangkok pada karet (Liu et al., 2008). Pada sampel tersebut tidak terlihat bentuk retakan pada permukaan. Hal ini menandakan bahwa unsur-unsur pada sampel telah menghasilkan interaksi interfacial yang cukup baik sehingga selanjutnya dapat menghasilkan *mechanical properties* yang lebih baik (Chalid et al., 2020).



Gambar 8. Hasil analisa SEM NR-g-St/AA (APS, 60°C, 1:2) perbesaran x500
Figure 8. SEM analysis results NR-g-St/AA (APS, 60°C, 1:2) with x500 magnification

Penggunaan jenis inisiator yang berbeda menghasilkan morfologi yang berbeda pula. Gambar 9 menunjukkan pada sampel dengan menggunakan inisiator APS, permukaan yang dihasilkan tidak memiliki permukaan yang retak dan gap. Hal ini menandakan bahwa proses pencangkakan yang terjadi pada sampel dengan inisiator

APS lebih baik dibandingkan menggunakan KPS. Modifikasi karet alam dilakukan dengan proses pencangkakan menggunakan inisiator kalium persulfat sebanyak 1% dari berat lateks pada suhu 60°C. Variasi terhadap rasio bahan baku *starch*:lateks dilakukan untuk melihat pengaruhnya terhadap NR-g-St/AA hasil pencangkakan.



Gambar 9. (a) Hasil analisa SEM NR-g-St/AA (APS), (b) Hasil analisa SEM NR-g-St/AA (KPS)
 Figure 9. (a) SEM result of NR-g-St/AA (APS), (b) SEM result of NR-g-St/AA (KPS)

Analisa persen pencangkakan dilakukan pada sampel NR-St/AA dengan inisiator KPS dan direaksikan pada temperatur 60°C. Berdasarkan persen pencangkakan yang didapat diketahui bahwa semakin besar jumlah lateks maka semakin sedikit St/AA yang tercangkakan. Hal ini terjadi karena pada konsentrasi NR yang relatif tinggi memungkinkan terjadinya kompetisi reaksi antara rekombinasi sesama radikal polimer karet dan reaksi radikal St/AA dengan radikal polimer karet yang cukup besar. Dalam kasus ini, ketika konsentrasi radikal polimer karet jauh lebih banyak dibandingkan radikal St/AA, maka rekombinasi sesama radikal polimer akan

lebih dominan, sehingga rantai polimer kembali menjadi stabil dan susah untuk dicangkakan. Akibatnya lebih banyak terbentuk homopolimer (poliisoprena) dari pada pencangkakan (Zainuddin et al., 2001). Persen pencangkakan tertinggi terdapat pada sampel dengan rasio *starch*:lateks 1:1 sebesar 130,27%. Penelitian sebelumnya oleh Zainuddin et al. (2001) tentang modifikasi karet alam juga mendapati nilai persen grafting lebih dari 100%, nilai persen grafting yang melebihi 100% ini terjadi karena adanya penambahan asam akrilat pada setiap sampel sehingga menambah bobot dari sampel tersebut.

Tabel 2. Hasil persen pencangkakan variasi rasio *starch*:lateks (KPS, 60°C)
 Table 2. Grafting percent yield of *starch*:latex ratio variation (KPS, 60°C)

No.	Rasio (<i>starch</i> :lateks)	% Pencangkakan
No.	Ratio (<i>starch</i> :latex)	% Grafting
1	1:1	130,27%
2	1:1,5	86,47%
3	1:2	76,80%
4	1:2,5	49,61%
5	1:3	36,55%

KESIMPULAN

Semakin besar rasio bahan baku yang digunakan maka puncak FTIR yang dihasilkan akan semakin tajam sampai mencapai titik optimum, selanjutnya akan mengalami pelebaran ketika rasio bahan baku yang digunakan melebihi titik optimumnya. Rasio bahan baku terbaik yaitu 1:1 pada penggunaan inisiator KPS, dan 1:2 pada penggunaan inisiator APS. Inisiator APS bekerja lebih baik pada kondisi operasi yang telah ditetapkan karena memberikan hasil FTIR dengan intensitas penyerapan gugus fungsi yang lebih tinggi dibandingkan inisiator KPS. Inisiator APS juga menghasilkan sampel dengan permukaan tanpa retakan dan gap. Semakin tinggi temperatur pencangkakan maka intensitas penyerapan pada hasil FTIR yang dihasilkan akan semakin besar hingga mencapai titik optimumnya, temperatur yang terlalu tinggi akan menyebabkan kopolimerisasi akan terdekomposisi sehingga dapat berpengaruh untuk menurunkan persen pencangkakan. Temperatur optimum pada penelitian ini adalah 80°C.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami ucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu terutama kepada Universitas Sriwijaya yang telah membiayai penelitian ini melalui Anggaran DIPA Badan Layanan Umum Universitas Sriwijaya No. SP DIPA-023.17.2.677515/2021.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistika. (2022). Statistik Hortikultura 2021. Diakses dari <https://www.bps.go.id/publication/2022/06/08/44e935e8c141bcb37569aed3/statistik-hortikultura-2021.html>
- Bergel, B. F., Leite Araujo, L., dos Santos da Silva, A. L., & Campomanes Santana, R. M. (2020). Effects of silylated starch structure on hydrophobization and mechanical properties of thermoplastic starch foams made from potato starch. *Carbohydrate Polymers*, 241, 116274. Doi: 10.1016/j.carbpol.2020.116274.
- Bhuyar, P., Tamizi, N. A., Rahim, M. H., Maniam, G. P., & Govindan, N. (2019). Effect of ultraviolet light on the degradation of low-density and high-density polyethylene characterized by the weight loss and FTIR. *Maejo International Journal of Energy and Environmental Communication*, 1(2): 26 - 31. Doi: 10.54279/mijeec.v1i2.244915.
- Chalid, M., Husnil, Y. A., Puspitasari, S., & Cifriadi, A. (2020). Experimental and modelling study of the effect of adding starch-modified natural rubber hybrid to the vulcanization of sorghum fibers-filled natural rubber. *Polymers*, 12(12): 3017. Doi: 10.3390/polym12123017
- Chalid, M., Putranto, B. D., Alfiando, M. A. Y., Desfrandanta, J., & Agita, A. (2018). Study on grafting of starch on natural rubber latex via GDEP method. *Proceeding of the 4th International Symposium on Applied Chemistry, ISAC 2018 (AIP Conference Proceedings Vol. 2024)*. American Institute of Physics Inc. Doi: 10.1063/1.5064352.
- Handayani, H., Faturrohman, M. I., & Kuncoro, I. (2011). Karakteristik sifat fisik dan ketahanan terhadap minyak dari karet alam epoksi. *Jurnal Penelitian Karet*, 29(1): 49-62. Doi: 10.22302/ppk.jpk.v29i1.111.

- Koshy, T. M., Gowda D. V., Tom, S., Karunakar, G., Srivastava, A., & Moin, A. (2016). Polymer grafting. *American Journal of Pharmatech Research*, 6(2): 1-14.
- Lele, V., & Niju, H. (2021). Graft copolymerisation of acrylic acid onto starch and a study of its grafting parameters. *Journal of Scientific Research*, 65(2): 157-160. Doi: 10.37398/JSR.2021.650230.
- Liu, C., Shao, Y., & Jia, D. (2008). Chemically modified starch reinforced natural rubber composites. *Polymer*, 49(8): 2176-2181. Doi: 10.1016/j.polymer.2008.03.005.
- Mark, J. E., Erman, B., & Roland, C. M. (2013). *The Science and Technology of Rubber Fourth Edition*. Boston: Academic Press
- Meimoun, J., Wiatz, V., Loup, R. S., Parcq, J., Favrelle, A., Bonnet, F., & Zinck, P. (2021). Modification of starch by graft copolymerization. Diakses dari <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01779872>.
- Méité, N., Konan, L. K., Tognonvi, M. T., Doubi, B. I. H. G., Gomina, M., & Oyetola, S. (2021). Properties of hydric and biodegradability of cassava starch-based bioplastics reinforced with thermally modified kaolin. *Carbohydrate Polymers*, 254: 117322. Doi: 10.1016/j.carbpol.2020.117322.
- Melani, A., Putri, D., & Robiah (2019). Bioplastik dari pati kulit pisang raja dengan berbagai bahan perekat. *Jurnal Distilasi*, 4(2): 1-7.
- PeroxyChem. 2021. Persulfates Technical Informations. Diakses dari <https://www.peroxychem.com/products/persulfates/persulfates-technicalinformation>
- Puspitasari, S., Budianto, E., & Maspanger, D. (2016). Pengaruh rasio karet alam terdeproteinisasi dengan monomer vinil terhadap karakteristik karet alam termoplastik. *Jurnal Penelitian Karet*, 3(1): 1-10.
- Rebello, L. P. G., Ramos, A. M., Pertuzatti, P. B., Barcia, M. T., Castillo-Muñoz, N., & Hermosin-Gutiérrez, I. (2013). Flour of banana (*Musa AAA*) peel as a source of antioxidant phenolic compounds. *Food Research International*, 55: 397-403. Doi: 10.1016/j.foodres.2013.11.039.
- Riyajan, S. A., & Keawittarit, P. (2016). A novel natural rubber-graft-cassava starch foam for oil/gasohol absorption. *Polym. Int.*, 65: 491-502. Doi: 10.1002/pi.5062.
- Rudin, A. (2013). *The Elements of Polymer Science and Engineering*. Elsevier.
- Sari, T. I., Saputra, A. H., Bismo, S., Maspanger, D. R., & Cifriadi, A. (2015). The effect of styrene monomer in the graft copolymerization of acrylonitrile onto deproteinized natural rubber. *International Journal of Technology*, 6(7): 1164-1173. Doi: 10.14716/ijtech.v6i7.1266.
- Setiawati, D. R., Sinaga, A. R., & Dewi, T. K. (2013). Proses pembuatan bioetanol dari kulit pisang kepok. *Jurnal Teknik Kimia*, 19(1): 9-15.
- Simpson, R. B. (2002). *Rubber Basics (1st Ed ed.)*. Rapra Technology Limited.
- Sondari, D., Haryono, A., Ghozali, M., Randy, A., Suhardjo, K. A., Ariyadi, B., & Surasno, S. (2010). Pembuatan elastomer termoplastik menggunakan inisiator potassium persulfate dan ammonium peroxydisulfate. *Jurnal Sains Materi Indonesia*, 12(1): 41-45.

- Suhartini, M., & Nuryanthi, N. (2018). Sintesis selulosa-g-asam akrilat-stiren sebagai adsorben ion logam. *Jurnal Sains Materi Indonesia*, 18(3): 101 – 108 . D o i : 10.17146/jsmi.2017.18.3.4113
- Susmanto, P., Sari, T. I., Dahlan, M. H., Statiska, I. & Syifa, S. A. A. (2021). Grafting monomer stirena pada karet alam lateks dengan variasi rasio kopolimerisasi dan temperatur. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*, 32(1): 55-66.
- Syafiq, M. A., Ihsan, M., Prisilia, A., Nugraha, B. P., & Sari, T. I. (2019). Modifikasi karet alam dengan monomer stirena sebagai bahan intermediet pada aplikasi produk karet. *Prosiding Seminar Nasional Applicable Innovation of Engineering and Science Research (AVoER)* (pp. 58-66).
- Witono, J., Noordergraaf, I., Heeres, H., & Janssen, L. (2012). Graft copolymerization of acrylic acid to cassava starch—Evaluation of the influences of process parameters by an experimental design method. *Carbohydrate Polymers*, 90(4): 1522-1529 . D o i : 10.1016/j.carbpol.2012.07.024.
- Zainuddin, Sudradjat, A., & Razzak, M. T. (2001). Modifikasi karet alam vulkanisasi radiasi menjadi polimer hidrogel dengan teknik radiasi. 2(2): 1 – 6 . D i a k s e s d a r i <https://media.neliti.com/media/publications/272932-modifikasi-karet-alam-vulkanisasi-radiasi-84fc6245.pdf>



4 Oktober 2022

Assalamualaikum. Mb Alchemi, jurnal puslit masih aktif kan ya?

18.54 ✓✓

Saya bisa masukin artikel gak?

18.54 ✓✓



18.55 ✓✓

Walaikumsalam

18.56

Anda

Assalamualaikum. Mb Alchemi, jurnal puslit masih aktif kan ya?

Masih bu

18.56

Anda

Saya bisa masukin artikel gak?

Boleh dong bu 😂😂

18.56

Submit sendiri ke web nya kan?

18.57 ✓✓

Iyaa bu submit sendiri ya bu

19.32

Tp klo ibu sudah ada akunnya, nanti saya kasih tau bu nama akunnya

19.32

iya tp kenapa gak bisa ya pakai email saya yg unsri? apa ada hub dgn saya jd reviewer ya? katanya sdh dipakai emailnya

19.40

Besok saya coba lagi deh, makasih y



Ketik pesan





5 Oktober 2022

Akun JPK Ibu Tuti Indah Sari
email: tutiindahsari937@gmail.com
password : 12345678

11.26

ini akun yg dipake sebagai reviewer ya bu

11.26

Tuti Indah Sari
email : tutiindahsari@ft.unsri.ac.id
password : 12345678

11.26

Alchemi Puslit

Akun JPK Ibu Tuti Indah Sari
email: tutiindahsari937@gmail.com
password : 12345678

Ini saya baru register Mb sebagai author

11.26 ✓✓

tapi ada juga ini terdaftar bu

11.26

Anda

Ini saya baru register Mb sebagai author

sudah saya setting sebagai author juga
bu, coba ibu masuk dg ini

11.27

Alchemi Puslit

Tuti Indah Sari
email : tutiindahsari@ft.unsri.ac.id
password : 12345678

Nah ini gak tau saya

11.27



Ketik pesan





masuk yg gmail aja ya bu coba 11.27

Alchemi Puslit

masuk yg gmail aja ya bu coba

Iya Mb, nanti lagi ubah artikel dengan template JPK

11.28 ✓✓

iya bu gapapa, nanti kalau sudah dikabarin saja 11.28

15 Oktober 2022

Assalamualaikum. Mb **Alchemi**, kok saya gak bisa login ya ke jurnal puslit, padahal sdh register.. pake dua email gak bisa semua 10.38 ✓✓

Saya coba ganti password, gak bisa juga ya 10.39 ✓✓

Passwordnya 12345678 bu punya ibu kemarin kami reset 10.39

Alchemi Puslit

Akun JPK Ibu Tuti Indah Sari
email: tutiindahsari937@gmail.com
password : 12345678

Ini bu 10.39

Alchemi Puslit

Tuti Indah Sari
email : tutiindahsari@ft.unsri.ac.id
password : 12345678



Ketik pesan





...saya mmp ya

10.40 ✓✓

Inu kirim aja ke WA ini gapapa bu, sambil nanti saya minta tim IT untuk ngecek

10.40

*ini

10.40



Artikel JPK-Tuti.docx

1,3 MB • DOCX



10.41 ✓✓



Cover Letter-Tuti.pdf

1 halaman • 548 kB • PDF



10.41 ✓✓



Form Etika-Tuti.pdf

1 halaman • 537 kB • PDF



10.41 ✓✓

Ok bu terima kasih

10.41

Nitip artikel saya ya Mb.. trimakasih sebelumnya

10.42



Ketik pesan





19 Oktober 2022

Diteruskan

LoA Tuti Indah
Sari_JPK.pdf

1 halaman • 354 kB • PDF

16.03

Alchemi Puslit

LoA Tuti Indah Sari_JPK.pdf (1 halaman)

Assalamualaikum terlampir LoA nya ya
bu

16.03

Walaikum salam. Makasih mb 16.04 ✓✓

28 Oktober 2022

Kuesioner JPK
- untuk Dewan Redaks...

2 halaman • 174 kB • PDF

07.47

18. Karakteristik NR-DR
251022.docx

Ketik pesan





kpny Mb?

09.08 ✓✓

Sampai tanggal 25 nov bu, atau setelah ibu merevisi naskah ibu juga ga apa2 bu.

09.09

Ok Mb in sya Allah bisa

09.17 ✓✓

baik ibu, terima kasih ya. saya kirim ke email ya bu.

09.17

Iya Mb

09.18 ✓✓

14 November 2022

Assalamualaikum. Mb **Alchemi**, berikut saya kirimkan naskah saya yang sudah diperbaiki. Smoga dapat diterima ya

09.02 ✓✓

waalaikumsalam

09.02



18. Karakteristik NR-DR
141122.docx
1,3 MB • DOCX



09.02 ✓✓

baik bu, kami upload d web ya

09.09

Iya Mb terimakasih

09.15 ✓✓

16 November 2022



Ketik pesan





17 November 2022



Ibu berikut terlampir hasil reviewer mitra bestari.

11.07

HASIL PENYUNTINGAN & PENELAAHAN
JURNAL PENELITIAN KARET

JUDUL MAKALAH : KARAKTERISTIK KAREK ALAM TEROKSIFITING PADI (STARCH)
YANG DIMODIFIKASI DENGAN ASAM AKRILAT (NR-gS/AA)

Berikan tanda pada setiap pernyataan berikut. Konversi: 0=garis lurus jadi lingkaran kecil dengan



11.07

Alchemi Puslit

Ibu berikut terlampir hasil reviewer mitra bestari.

Ini reviewer kedua ya Mb ?

11.08 ✓✓

iya bu

11.09

Ok, batasnya sampai tgl berapa?

11.09 ✓✓

sampai tgl 2 Des 2022 bu

11.09

Oke tks

11.09 ✓✓

sama2 ibu

11.11

 Ketik pesan





bu mohon maaf ada catatan tambahan dari reviewer, agar mengurangi rujukan pada 1 paper.

11.28

Alchemi Puslit

bu mohon maaf ada catatan tambahan dari reviewer, agar mengurangi rujukan pada 1 paper.

Maksudnya ini Mb, mengurangi yang mana ya?

11.28 ✓✓

➔ *Diteruskan*

OK, krn saya liat byk sekali merefer pd 1 paper 🙏

11.29

ga tau bu, kata bapaknya takut tinggi nilai similaritasnya gitu. gapapa bu, liat dari naskah saja.

11.29

nanti similaritas akan kami yg cek

11.29

Alchemi Puslit

ga tau bu, kata bapaknya takut tinggi nilai similaritasnya gitu. gapapa bu, liat dari naskah saja.

Oh ok.. sepertinya saya mengerti

11.30 ✓✓

Makasih Mb

11.30 ✓✓

sama2 bu

11.30

24 November 2022



Ketik pesan





30 November 2022

Assalamualaikum. Mb Alchemi, ijin mengirimkan revisi makalah jurnal ya

11.25 ✓✓



18e. Karakteristik
NR-rev MB-30112022....



1,2 MB • DOCX

11.25 ✓✓

Walaikumsalam baik bu, kami proses ya. Terima kasih

11.26

Sama2 Mb 11.26 ✓✓

21 Desember 2022

Assalamualaikum. Mb Alchemi, mohon maaf, saya nanya yg artikel untuk jurnal JPK saya, apakah masih ada perbaikan atau sdh disetujui untuk publikasi?

13.10 ✓✓

Walaikumsalam 14.01

Sudah disetujui bu, tinggal tunggu publish saja bu. Skrg sdg proses copyediting sambil menunggu naskah lainnya siap publish jg bu.

14.02

Oh iya Mb.. alhamdulillah. Mungkin tahun depan ya 🙏

14.04 ✓✓



Ketik pesan





22 Desember 2022

Assalamualaikum 09.55

ibu maaf untuk naskah ibu, penulisnya siapa saja ya bu? 09.55

soalnya naskah yang ibu kirimkan kosong nama penulis dan afiliasinya 09.55

bisa ibu kirimkan nama2 penulis, afiliasi, dan email penulis korespondensi. kirim ke wa aja gapapa nanti saya copas kan ke naskah 09.55

makasih ibu 09.55

Tuti Indah Sari, Selpiana, Prahady Susmanto, Nadira Ken Khalisa, Reza Rezita Maisyaroh 09.57 ✓✓

Nama Tuti Indah Sari sekaligus corresponding author 09.57 ✓✓

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya, Palembang-Indonesia
Email: tutiindahsari@ft.unsri.ac.id 09.58 ✓✓

ok bu noted, terima kasih. 09.58

Afiliasi : Universitas Sriwijaya 09.58 ✓✓

Alchemi Puslit



Ketik pesan





OK Mb gpp 10.00 ✓✓

Ibu, mohon maaf sitasi ini belum ada di daftar pustaka. Minta tolong dikirimkan lewat WA ini aja ya bu.
Sondari et al. (2010).
Puspitasari et al., 2016
Rudin et al. (2013)

11.59

Oh maaf Mb, tar ya dicari dl 12.24 ✓✓

Ok bu gapapa 12.25

Sondari, D., Haryono, A., Ghozali, M., Randy, A., Suhardjo, K. A., Ariyadi, B., & Surasno, S. (2010). Pembuatan Elastomer Termoplastik Menggunakan Inisiator Potassium Persulfate Dan Ammonium Peroxydisulfate. *Jurnal Sains Materi Indonesia*, 12(1), 41-45.

Puspitasari, S., Budianto, E., & Maspanger, D. (2016). Pengaruh Rasio Karet Alam Terdeproteinisasi dengan Monomer Vinil terhadap Karakteristik Karet Alam Termoplastik. *Jurnal Penelitian Karet*, 3(1), 1-10.

Rudin, A. (2013). *The elements of polymer science and engineering*. Elsevier.

13.43 ✓✓

BU maaf yang ini bisa disebutkan lengkap volume dan nama jurnalnya?
Syafiq, M. A., Ihsan, M., Prisilia, A.,



Ketik pesan





BU maaf yang ini bisa disebutkan lengkap volume dan nama jurnalnya?
Syafiq, M. A., Ihsan, M., Prisilia, A., Nugraha, B. P., & Sari, T. I. (2019).
MODIFIKASI KARET ALAM DENGAN MONOMER STIRENA SEBAGAI BAHAN INTERMEDIET PADA APLIKASI PRODUK KARET.

15.02

Alchemi Puslit

BU maaf yang ini bisa disebutkan lengkap volume dan nama jurnalnya?
Syafiq, M. A., Ihsan, M., Prisilia, A., Nugraha, B...

Prosiding seminar nasional, Mb

15.14 ✓✓

bisa dilengkapi bu? soalnya yg ada di naskha cuma segitu saja

15.14

*naskah

15.15

Syafiq, M. A., Ihsan, M., Prisilia, A., Nugraha, B. P., & Sari, T. I. (2019).
Modifikasi Karet Alam dengan Monomer Stirena sebagai Bahan Intermediet pada Aplikasi Produk Karet. Seminar Nasional Applicable Innovation of Engineering and Science Research (AVoER), 23 Oktober 2019, hal. 58-66.

15.15 ✓✓

Anda

Syafiq, M. A., Ihsan, M., Prisilia, A., Nugraha, B. P., & Sari, T. I. (2019). Modifikasi Karet Alam dengan Monomer Stirena sebagai Bahan Int.

Ini Mb

15.15 ✓✓



Ketik pesan





10 Januari 2023

Diteruskan

Jurnal Penelitian Karet, 2022, 45 (1)
DOI: 10.24127/jpk.v45i1.4072

KARAKTERISTIK KARET ALANI TERGRAFTING PATI (STARCHE DARI
BUKET PISANG YANG DIMODIFIKASI DENGAN ASAM AKRILAT
(NR-g-St/AA)

Characteristics of Acrylic Acid Modified Banana Pectin Starchi-grafted Natural Rubber
(NR-g-St/AA)

Tuli Indah SARI*, SEUPEKA, Prabady SURIWANTO, Nadia Ken IKHALISA, dan

18g. Karakteristik NR-la
yout-22122022.pdf

14 halaman • 20 MB • PDF

22.44

Assalamualaikum Ibu, berikut proof
reading naskah yg akan publish di JPK.
Mohon koreksinya sebelum kami publish.
Terima kasih.

22.44

Walaikum salam. Ok Mb, besok pagi ya
saya cek in

22.47 ✓✓

Terimakasih 22.47 ✓✓

11 Januari 2023

Assalamualaikum. Sepertinya naskahnya
tidak ada koreksi lagi Mb. Tks

13.12 ✓✓

Walaikumsalam ok bu Terima kasih

13.13

18 Januari 2023

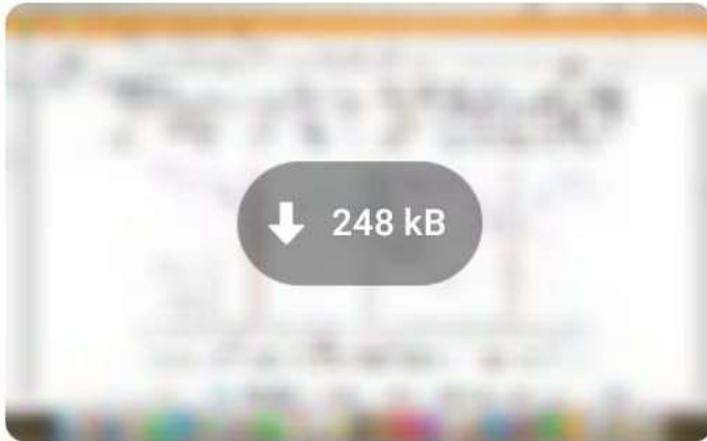


Ketik pesan





18 Januari 2023



Assalamualaikum, ibu maaf mau tanya ini di gambar kan ada huruf a dan b. keterangannya apa ya bu? khawatir kelewat.

08.16

Waalaikum salam. Ok Mb, tar y lg djln

08.17 ✓✓

ok ibu, ditunggu yaa infonya. makasih bu

08.17

Alchemi Puslit

Assalamualaikum, ibu maaf mau tanya ini di gambar kan ada huruf a dan b. keterangannya apa ya bu? k...



Memang tidak ada Mb, a dan b terbaca digambar saja beda nya, dan ada di keterangan di beberapa paragraf di bawahnya

08.50 ✓✓

ooke bu jadi huruf a dan b juga tidak perlu dihapus ya bu?

08.51



Ketik pesan



← Grup 3 A SD negeri 1... Assalamu'alaikum buk yg...

Alchemi Puslit

ooke bu jadi huruf a dan b juga tidak perlu dihapus ya bu?

Iya gak usah Mb, pembaca juga in sya Allah bisa ngerti

08.51 ✓✓

baik bu, saya prosos publish yaa.. 08.52

Iyaa Mb, trimakasih 08.52 ✓✓

20 Januari 2023

Jurnal Penelitian Karet

JURNAL PENELITIAN KARET (Indonesian Journal ...
ejournal.puslitkaret.co.id

Assalamualaikum ibu jurnalnya sudah publish ya, silakan di cek d web ini ya bu

<https://ejournal.puslitkaret.co.id/index.php/jpk/index>

18.53

Waalaikum salam. Iya Mb trimakasih

19.12 ✓✓

30 Januari 2023

Assalamualaikum, Ibu maaf mengganggu..

Apakah ibu berkenan mereview satu naskah Jurnal Penelitian Karet dnegan judul "STUDI PENGARUH PENGGUNAAN

😊 Ketik pesan

