

Received : June 19<sup>th</sup>, 2022

Accepted : July 20<sup>th</sup>, 2022

Web Published ; July 30<sup>th</sup>, 2022

## Modification Of Natural Rubber Sir-20 With Cyclisation and Grafting Methods with Maleic Anhydride

Eddiyanto, Andreas Nababan\*, April Sinaga

Department of Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Universitas Negeri Medan, Jl. William Iskandar Pasar V Medan Estate, Medan 20221, Indonesia

\*Email : andreasnababan8930@gmail.com

### ABSTRACT

*Modification has been carried out through a cyclization process using an organic solvent of Xylene in the various of concentration of  $P_2O_5$  as a Lewis Acid catalyst followed by the grafting process of Maleic Anhydride (MA) monomer using dicumyl peroxide (DCP) as the initiator. The success of the cyclization process of CNR formation can be seen from the FTIR analysis which shows typical peaks at the absorption wave of  $741\text{ cm}^{-1}$  from the  $CH_2 - CH_2$  cyclical strain vibration and a wavelength of  $835\text{ cm}^{-1}$  from the non-cyclical strain vibration  $CH_2 - CH_2$  indicating that cyclization has occurred. Furthermore, on the results of grafting, FTIR analysis was carried out to prove that the MA had been grafted on the Cyclic Natural rubber (CNR) so that the formation of CNR-g-MA as shown of the  $C=O$  wave number which was on wave number  $1710\text{ cm}^{-1}$  and  $1850\text{ cm}^{-1}$ .*

**Keywords:** Natural Rubber SIR 20, Cyclo Rubber, Cyclization Reaction, Grafting, Dicumyl peroxide, Maleic Anhydride.

### I. Pendahuluan

Pemanfaatan polimer sebagai bahan kemasan untuk mempertahankan kualitas produk secara meluas telah digunakan pada produk pangan dan hasil pertanian misalnya kemasan yang terbuat dari polimer plastik, kertas, aluminium foil, logam dan kayu<sup>1</sup>. Karet Alam (KA) diperoleh dari tanaman *Hevea brasiliensis* adalah salah satu bahan baku komersil utama dalam pembuatan material karet, seperti penggunaan dalam industri pembuatan ban dan kesehatan. KA murni diperkirakan mengandung 94% hidrokarbon karet dan 6% komponen lainnya<sup>2</sup>. Karet alam memiliki beberapa sifat unggul diantaranya ialah keelstisitas yang tinggi, kepegasan, ketahan kikis dan sobek serta daya lengket yang baik dan mudah untuk digiling.

Namun selain dari sifat unggul yang dimiliki karet terdapat pula beberapa kelemahan dari karet alam diantaranya yaitu tidak tahan terhadap panas, kuat tarik dan ketahanan sobek yang rendah

untuk produk sarung tangan medis dan kondom, oksidasi dan pelarut organik<sup>3</sup>. Salah satu kelemahan pokok karet alam dibandingkan dengan karet sintesis adalah nilai viskositas Mooney-nya yang sangat bervariasi sehingga menyulitkan konsumen dalam membuat kompon barang jadi karet, khususnya ban<sup>4</sup>. Pada proses pengolahan karet terdapat tahapan penggumpalan lateks. Penggumpalan lateks dapat terjadi karena rusaknya kemantapan sistem koloid lateks. Kerusakan ini dapat terjadi dengan jalan penetralan muatan protein dengan penambahan asam sehingga muatan negatif dan muatan positif lateks setimbang (pH 4,7)<sup>5</sup>. Untuk memperbaiki sifat-sifat karet alam, banyak peneliti melakukan berbagai modifikasi fisik dan kimia terhadap molekul karet alam.

Modifikasi karet alam secara fisik dapat dilakukan dengan cara mencampurkan (blending) karet alam dengan bahan polimer atau karet sintesis. Modifikasi karet alam sangat penting dan menarik

sebagai upaya yang efektif untuk menghasilkan berbagai barang kebutuhan manusia terutama dalam industri ban, bahan bangunan, peralatan militer, peralatan kesehatan, dan sebagainya<sup>6</sup>. Salah satu bentuk modifikasi secara kimia pada karet alam adalah karet siklo. Karet siklo merupakan turunan dari karet alam yang diperoleh melalui proses siklisasi karet alam, yaitu proses modifikasi struktur molekul karet alam secara kimia yang semula berupa rantai terbuka menjadi struktur molekul yang melingkar<sup>7</sup>. Karet siklo memiliki sifat daya rekat yang baik sehingga penggunaan utama dari produk ini sebagai besar untuk bahan baku perekat, cat, dan pelapis. Modifikasi karet alam pada penelitian ini merupakan reaksi siklisasi pembentukan karet siklo dan setelahnya dilakukan rangkaian proses pencangkakan suatu monomer reaktif pada rantai besar polimer karet alam untuk merubah sifat kimia karet tersebut sehingga efektif digunakan sebagai bahan tambah dalam campuran aspal sebagai bahan perekat<sup>8</sup>.

Dilakukan modifikasi SIR-20 melalui proses siklisasi dengan penggunaan pelarut organik berupa Xylene katalis Asam Lewis berupa  $P_2O_5$  dan dilakukan juga proses grafting monomer MA pada SIR-20 dengan menggunakan inisiator *dicumyl peroxide*. DCP berperan dalam inisiasi peroksida dalam pembentukan radikal karet dan juga radikal MA. Radikal bebas atau yang biasa disebut oksidan merupakan spesi molekul yang mengandung satu atau lebih elektron yang tidak berpasangan pada bagian orbital terluarnya. Adanya elektron yang tidak berpasangan menyebabkan ketidak stabilan sehingga menjadi sangat reaktif untuk menangkap elektron pasangannya sebagaimana sifat dari kestabilan electron<sup>9</sup>. Kemudian dilakukan karakterisasi dengan spectrometer FTIR (*Fourier Transform Infra Red*) untuk memperoleh spektra gelombang pembentukan gugus fungsi yang terbentuk pada proses modifikasi karet alam. Dalam penelitian ini, diharapkan dapat menghasilkan *Cyclic Natural Rubber (CNR)* yang ikatan rangkap yang terbentuk pada fraksi monomer isopren nya berkurang dengan bantuan dari penggunaan katalis Asam Lewis  $P_2O_5$  dimana  $P_2O_5$  akan merangsang terbentuknya radikal dari karet alam sehingga ikatan antar karet alam akan membentuk siklis. Selanjutnya karet siklis ini akan diserang kembali dengan kehadiran inisiasi peroksida dari DCP membentuk radikal karet siklis dimana MA akan menempel pada radikal karet siklis sehingga terjadilah proses *grafting*. Diharapkan produk *Cyclic Natural Rubber (CNR)* memiliki kualitas yang berbeda terhadap penggunaan asam lewis berupa  $P_2O_5$  dan memperoleh produk yang terbaik. Keberhasilan dari metode ini diukur dengan banyaknya dan SIR-20 yang digunakan dalam proses reaksi siklisasi dan maleat anhidrat diharapkan menempel (*grafting*)

pada karet siklis (CNR) dengan menggunakan inisiator *dicumyl peroxide* sehingga akan dihasilkan suatu produk yang lebih baik dari produk sebelumnya. Pada proses grafting tersebut, monomer cangkok secara kovalen dikaitkan pada rantai polimer. Kehadiran maleat anhidrat pada rantai polimer akan menyebabkan perubahan sifat dari struktur polimer tersebut sehingga polimer yang telah dicangkok tersebut dapat berinteraksi dengan zat polar maupun nonpolar.

## II. Metodologi Penelitian

### 2.1. Bahan kimia, peralatan dan instrumentasi

Alat yg digunakan dalam penelitian ini adalah Hotplate, Magnetic Stirer, Labu Alas Leher 3, Plastic Wrap, Neraca Digital, Oven, Corong kaca, Gelas ukur, Thermometer, Batang pengaduk, Erlenmeyer, Beaker gelas, Gunting, Spatula, Gelas Ukur, Cup Sampel, *Fourier Transform Infra Red* (FTIR). Bahan yang digunakan karet SIR-20, Xylene sebagai pelarut,  $P_2O_5$  sebagai katalis siklisasi dan Metanol sebagai bahan presipitasi, *dicumyl peroxide*, *Maleic Anhydride*.

### 2.2. Prosedur penelitian

Modifikasi Karet SIR-20 dengan proses siklisasi

Menimbang SIR-20 sebanyak sebanyak 10 gram, lalu dipotong kecil-kecil menjadi granular-granular karet untuk memudahkan dalam proses pelarutan. Kemudian masukkan ke dalam labu alas leher tiga, dan ditambahkan xylene sebanyak 300 mL, lalu dimikser dan dipanaskan pada suhu  $135^{\circ}C$  selama 120 menit hingga larut dan tercampur. Kemudian ditambahkan  $P_2O_5$  dengan beberapa variasi (5 phr, 10 phr dan 15 phr) pada suhu  $135^{\circ}C$  selama 3 jam dilakukan secara bertahap dengan prosedur yang sama. Selanjutnya sampel dipresipitasi dengan metanol, kemudian dikeringkan menggunakan oven pada suhu  $60^{\circ}C$  selama 4 jam sehingga dihasilkan sampel kering, lalu dianalisis dengan spektroskopi *Fourier Transform Infra Red* (FTIR).

*Grafting* MA dengan inisiator DCP

Setelah dilakukannya modifikasi karet SIR-20 dengan katalis  $P_2O_5$  kemudian hasil sampel akan dilakukan kembali proses grafting dengan monomer MA dan inisiator DCP. Sebanyak 4 gram sampel ditimbang kemudian dipotong kecil-kecil, lalu dimasukkan ke dalam labu leher tiga dan ditambahkan pelarut xylene sebanyak 300 mL. selanjutnya dimikser dan dipanaskan menggunakan pemanas hotplate dan magnetic stirer pada suhu  $135^{\circ}C$  yang dilakukan selama 120 menit sampai larut. Ketika sampel telah larut kemudian ditambahkan monomer MA sebanyak 20 phr dan DCP 5 phr secara bersamaan ke dalam larutan sampel lalu ditunggu selama 90 menit. Setelah itu sampel dipresipitasi menggunakan metanol,

kemudian dikeringkan dengan menggunakan oven pada suhu 60°C selama 4 jam sehingga dihasilkan sampel kering lalu dianalisis dengan spektroskopi *Fourier Transform Infra Red* (FTIR).

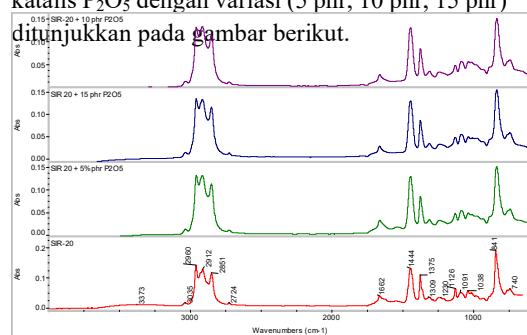
#### Analisa FTIR

Endapan kering yang sudah dimurnikan dengan cara sokletasi menggunakan pelarut aseton ditimbang sebanyak 1 gram. Sampel dibuat menjadi lapisan film tipis dan dijepit pada tempat sampel kemudian diletakkan diatas plat Kbr ke arah sinar infra merah. Lapisan film diuji dalam alat FTIR pada bilangan gelombang 4000-500 cm<sup>-1</sup>. Data berupa spektum IR yang diperoleh diidentifikasi dengan melihat kurva bilangan gelombang terhadap intensitas yang dilihat pada spectra FTIR.

### III. Hasil dan Diskusi

Analisis hasil karakterisasi pembentukan CNR dari SIR-20 menggunakan katalis P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

Telah dilakukan analisa hasil pembentukan CNR dari SIR-20 menggunakan katalis P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> menggunakan spektroskopi infra merah (IR) yang bertujuan untuk melihat gugus fungsi yang terdapat pada sampel hasil uji dengan melihat puncak-puncak yang terbentuk pada spektrogram FTIR. Pada penelitian ini dilakukan beberapa bentuk variasi dari katalis yang digunakan yaitu P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> dengan variasi 5 phr, 10 phr dan 15 phr. Berikut merupakan gambar dari spectrogram FTIR serta spesifikasi gugus fungsi yang terbaca pada modifikasi karet SIR-20 dengan katalis P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Berikut merupakan hasil uji FTIR SIR-20 + katalis P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> dengan variasi (5 phr, 10 phr, 15 phr) ditunjukkan pada gambar berikut.



**Gambar 1.** FTIR SIR-20 dengan SIR-20 + Variasi katalis P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

Dari Gambar 1 hasil gabungan hasil FTIR ketiga variasi penggunaan P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> sebagai katalis yang dibandingkan dengan SIR-20 menunjukkan puncak-

puncak serapan yang khas yang tidak sedikit jauh berbeda dari SIR-20. Hasil analisa inframerah dari sampel SIR-20 menunjukkan muncul puncak-puncak kuat pada panjang gelombang 2960 cm<sup>-1</sup> dan 1444 cm<sup>-1</sup> dari vibrasi regangan C-H (νC-H) dan vibrasi bengkokan CH<sub>3</sub> (δCH<sub>3</sub>), berkurangnya serapan pada panjang gelombang sekitar 1600-an dari ikatan rangkap C=C (ν C=C), munculnya puncak baru pada panjang gelombang 740 cm<sup>-1</sup> dari vibrasi regangan siklis CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub> (νCH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>) serta melemahnya puncak serapan pada panjang gelombang 841 cm<sup>-1</sup> dari vibrasi regangan non-siklis CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub> (νCH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>)<sup>8</sup>.

Pada puncak 1662 cm<sup>-1</sup> yang ditunjukkan tanda panah pada gambar, jelas terlihat bahwa puncak serapan mengalami penurunan yang cukup signifikan. Puncak 1662 cm<sup>-1</sup> ini menunjukkan ikatan C=C, ini berarti ikatan rangkap telah mengalami pengurangan. Dari penjelasan gambar hasil FTIR dan perbandingan antara spectra inframerah dari SIR-20 dengan SIR-20 yang telah ditambah dengan beberapa variasi katalis P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (5 phr, 10 phr, 15 phr) membuktikan adanya kemungkinan terjadinya ikatan siklis walaupun keberadaan dan pengaruh dari variasi hanya ada sedikit perbedaan dengan pembandingan tetapi sudah cukup menjelaskan telah terjadi siklisasi dengan presentasi yang masih kecil terlihat dari hanya ada sedikit terjadi perbedaan spectra inframerah (Gambar 1). Untuk mengetahui gugus fungsi yang muncul dari pada tiap-tiap puncak hasil FTIR sampel dapat dilihat pada tabel 1<sup>10</sup>.

**Tabel 1.** Puncak serapan gugus fungsi karet alam dibandingkan dengan SIR 20 + variasi katalis P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

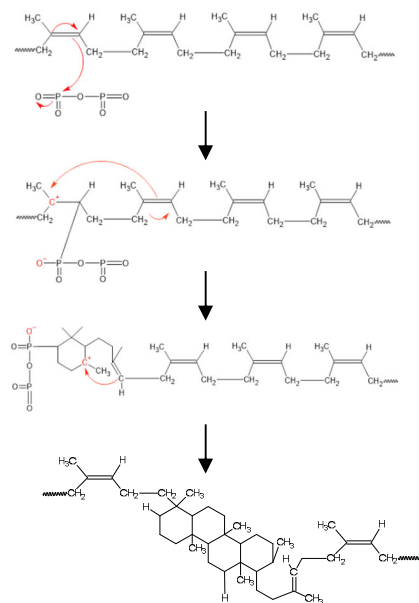
Daerah serapan (Eddiyanto, 2007)	Gugus fungsi	Puncak serapan (Cm <sup>-1</sup> ) Penelitian			
		Karet Alam SIR-20	NR 5 phr P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	NR 10 phr P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	NR 5 phr P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
3750-3000	OH	-	-	-	-
3300-2900	=C-H	3033	3035	3035	3035
3000-2700	C-H stretching	2960,	2958,	2957,	2958,
	-CH <sub>3</sub>	2850	2852	2852	2852
	-CH <sub>2</sub> -	2911,	2915,	2915,	2915,
		2725	2726	2726	2726
1900-1650	C=O	-	1789	1791	1791
1675-1500	C=C	1662	1662	1662	1662
1475-1300	C-H bending	1375	1373	1373	1373
	-CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -	1445	1444	1444	1444
1210-1310	O=C-O-C	1309,	1239	1239	1239
Ester		1230			
1035-1085	C-O	1038,	1036	1035	1036
		1090			

1000-650	C-H	840,	932,	932,	932,
		739	835,	835,	835,
			741	741	741

Menurut penelitian Eddyanto (2013)<sup>8</sup> hasil puncak serapan yang diperoleh pada uji FTIR pada puncak 1662 cm<sup>-1</sup> terlihat bahwa ikatan C=C mengalami penurunan yang cukup signifikan ini menandakan ikatan rangkap telah mengalami pengurangan. Pada hasil analisa sampel modifikasi SIR-20 menunjukkan munculnya puncak gelombang pada panjang gelombang 741 cm<sup>-1</sup> dari vibrasi regangan siklis CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub> serta panjang gelombang 835 cm<sup>-1</sup> dari vibrasi regangan non-siklis CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub> menandakan telah terjadi siklisasi. Sesuai dengan teori Goonetilleke yang menyatakan bahwa spectra inframerah dari karet siklis ditunjukkan adanya puncak yang kuat pada wilayah 2700-3000 cm<sup>-1</sup> dan 1450 cm<sup>-1</sup>. Selain itu juga akan muncul puncak baru dan puncak 836 cm<sup>-1</sup> akan menghilang.

**Asumsi Mekanisme Reaksi Siklisasi**

Proses siklisasi membentuk karet siklik yang ditandai dengan reaksi pada gambar berikut :



**Gambar 2.** Mekanisme Reaksi Siklisasi

Sesuai dengan proses reaksi di atas diharapkan peran P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> sebagai katalis dapat mengubah SIR-20 menjadi Cyclic Natural Rubber dengan adanya kehadiran radikal P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> yang dimana menyebabkan ion karbonium yang terbentuk menjadi tidak stabil dan menyerang rantai molekul karet sehingga

berikatan dan membentuk ikatan siklik. Pada prinsipnya, baik proses siklisasi karet alam, akan terjadi perubahan struktur molekul karet alam dari rantai poliisopren yang lurus menjadi rantai siklik, yang diikuti dengan berkurangnya ikatan rangkap pada fraksi monomer isoprene.

**Analisis Karakterisasi CNR-g-MA**

Pada tahapan ini CNR hasil modifikasi SIR-20 dengan bantuan katalis P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> dilakukan kembali perlakuan dengan metode grafting menggunakan Maleic Anhydrate dimana inisiator yang digunakan pada penelitian ini adalah DCP. Karakterisasi ini dilakukan dengan metode FTIR bertujuan menentukan apakah MA tercampok pada karet hasil modifikasi dilihat dari hasil identifikasi gugus fungsi yang khas dari MA yang dilihat dari kemunculan C=O yang merupakan gugus yang khas dari maleat anhidrate. Serapan gelombang pada hasil uji sampel grafting CNR pada hasil modifikasi karet SIR-20 ditambah katalis P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> kemudian akan dibandingkan dengan serapan bilangan gelombang karet alam sebelum di modifikasi. Dari hasil uji spectra dengan infra merah (FTIR) terdapat beberapa puncak-puncak serapan dari gugus fungsi yang ada pada struktur karet alam tergrafting maleat anhidrate seperti yang terdapat pada gambar. Rumus umum dari polimer karet alam ialah Cis/Trans 1,4 isoprena atau (C<sub>5</sub>H<sub>8</sub>)<sub>n</sub> dengan gugus fungsi yaitu =C-H, -CH<sub>2</sub> stretching yakni -CH<sub>3</sub> dan -CH<sub>2</sub>, gugus karbonil C=O, gugus C-H bending yaitu -CH<sub>3</sub> dan -CH<sub>2</sub>- dan gugus C-H wagging yang dapat dilihat pada gambar 2 dan table 2.

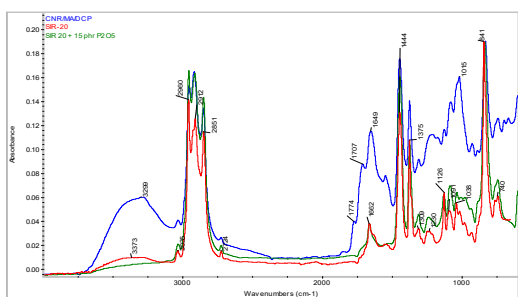
**Tabel 2.** Puncak serapan gugus fungsi karet alam dibandingkan dengan CNR-g-MA

Daerah serapan (Eddyanto, 2007)	Gugus Fungsi	Puncak serapan (cm <sup>-1</sup> ) (Penelitian)	
		Karet Alam SIR-20	CNR-g-MA
3750-3000	OH	-	3290
3300-2900	=C-H	3033	3035
3000-2700	C-H stretching		
	-CH <sub>3</sub>	2960, 2850	2956, 2853
	-CH <sub>2</sub> -	2911, 2725	2919, 2727
1900-1650	C=O	-	1710, 1772, 1850
1675-1500	C=C	1662	1652, 1547
1475-1300	C-H bending		
	-CH <sub>3</sub>	1375	1374
	-CH <sub>2</sub> -	1445	1445

<b>1210-1310 Ester</b>	O=C-O-C	1309,1230	1309,1210
<b>1035-1085</b>	C-O	1038, 1090	1079
<b>1000-650</b>	C-H	840, 739	925, 831, 740

Puncak serapan yang dihasilkan dari Pengujian FTIR sampel CNR-g-MA dengan inisiator dicumyl peroksida menghasilkan puncak serapan yang terdapat gugus fungsi yang khas dari MA. Hasil uji FTIR sampel menampilkan bilangan gelombang khas dari karet alam dan maleat anhidrida, namun untuk melihat keberhasilan pencangkakan dan peningkatan derajat pencangkakan MA pada struktur karet alam dapat dilihat dari pemunculan bilangan gelombang C=O yang berada pada bilangan gelombang 1710  $\text{cm}^{-1}$  -1850  $\text{cm}^{-1}$  <sup>11</sup>.

Berikut ini data spektrum hasil FTIR CNR-g-MA dibandingkan dengan SIR-20 dan Modifikasi Karet SIR-20 + 15 phr P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.



**Gambar 3.** Penggabungan hasil FTIR SIR-20, SIR-20 + 15 phr P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> dan CNR-g-MA

Dari hasil uji FTIR CNR-g-MA puncak serapan pada gelombang 3290  $\text{cm}^{-1}$  yang menandakan munculnya gugus fungsi -OH merupakan gugus khas dari MA. Pada puncak 3035  $\text{cm}^{-1}$  dengan daerah spectrum 3300-2900  $\text{cm}^{-1}$  muncul ikatan =C-H stretching. Sedangkan pada daerah spectrum 3000-2700  $\text{cm}^{-1}$  terdapat ikatan C-H stretching tepatnya pada puncak 2956  $\text{cm}^{-1}$  dan 2919  $\text{cm}^{-1}$  berupa ikatan -CH<sub>3</sub> dan pada puncak 2853  $\text{cm}^{-1}$  dan 2727  $\text{cm}^{-1}$  terdapat ikatan -CH<sub>2</sub>- . Pada puncak 1652  $\text{cm}^{-1}$ , 1710  $\text{cm}^{-1}$  dan 1772  $\text{cm}^{-1}$  dengan daerah spectrum 1900-1650  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan adanya ikatan C=O (karbonil) yang merupakan gugus dari monomer MA yang digrafting pada sampel hasil modifikasi karet SIR-20 dengan katalis P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> <sup>7</sup>. Kemudian pada puncak 1547  $\text{cm}^{-1}$  dengan daerah spectrum 1675-1500  $\text{cm}^{-1}$  terdapat ikatan C=C stretching. Dan pada daerah spectrum 1475-1300  $\text{cm}^{-1}$  terdapat ikatan C-

H bending tepatnya pada puncak 1374  $\text{cm}^{-1}$  berupa ikatan -CH<sub>3</sub> dan pada puncak 1445  $\text{cm}^{-1}$  terdapat ikatan -CH<sub>2</sub>- . Selanjutnya yang terakhir pada puncak 831  $\text{cm}^{-1}$  pada daerah spectrum 1000-650  $\text{cm}^{-1}$  berupa ikatan C-H wagging pada spektra ketiga sampel Uji. Tampak terlihat dengan kehadiran gugus -OH ydan C=O yang khas dan pengurangan gugus C=C yang dilihat dari penurunan puncak menandakan adanya perbandingan serta perbedaan yang cukup jelas menandakan bahwa terjadinya perubahan struktur SIR-20 ketika dimodifikasi dengan P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> dengan dilakukanya grafting menggunakan monomer MA dan inisiator DCP yang artinya MA memiliki peran mengubah struktur molekul karet artinya MA telah tercangkok pada karet.

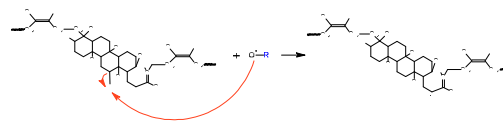
### Mekanisme grafting MA pada CNR

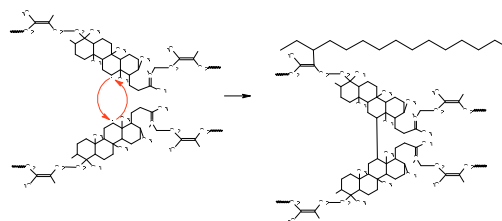
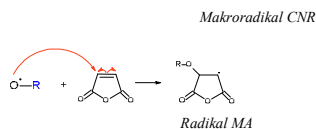
Pencangkakan MA pada CNR terjadi ketika polimer berubah menjadi radikal hal ini ditandai dengan keberadaan inisiasi peroksida yang mempengaruhi karet maupun MA membentuk radikalnya sehingga adanya ikatan silang (cross-linking) antara MA dengan radikal dari karet sehingga MA tergrafting sempurna pada CNR. Produk yang diharapkan dari penelitian ini adalah CNR-g-MA dimana keberhasilan penempelan MA pada CNR akan dilihat pada struktur CNR yang ditentukan dari hasil karakterisasi menggunakan FTIR, DSC dan XRD. Berdasarkan penelitian Eddyanto (2007) beberapa tahapan reaksi yang terjadi pada proses blending dari pencangkakan maleat anhidrida pada struktur karet alam diantaranya ialah reaksi inisiasi termal, reaksi pembentukan radikal pada karet alam, reaksi grafting MA, kemungkinan terjadinya reaksi chainscission dan croslinking seperti yang ditampilkan pada Gambar 4.

#### A. Inisiasi Peroksida

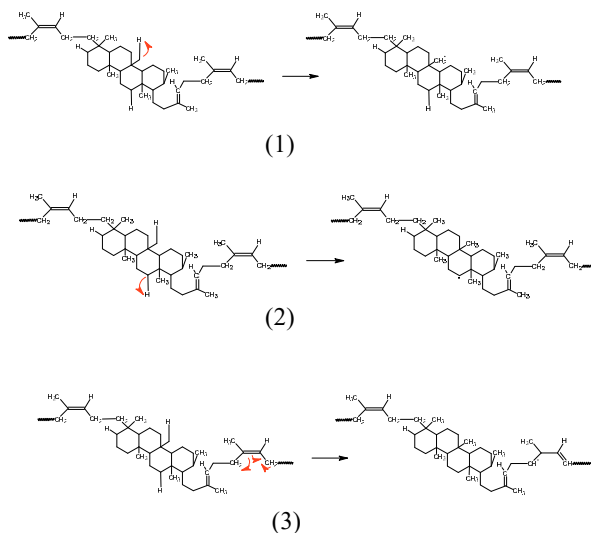
#### B. Propagasi

##### • H-Abstraction

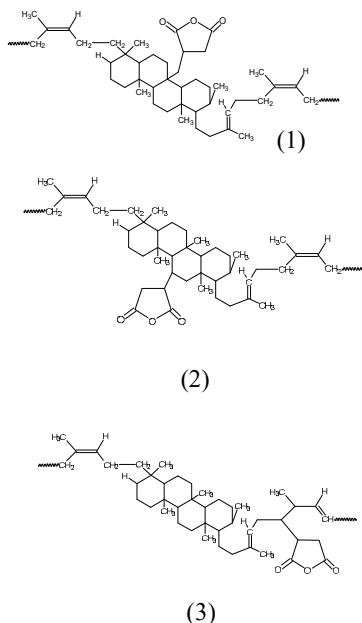




**Resonance :**



**Grafting MA (Produk CNR-g-MA)**



**C. Terminasi**

**Gambar 4.** Mekanisme grafting MA pada CNR.

Dari gambar dapat dilihat ada beberapa kemungkinan letak MA yang tertempel (tercangkok) pada rantai terluar dari struktur karet CNR. Dugaan ramalan reaksi ini dilandaskan adanya resonansi perpidahan karbo kation pada radikal CNR sehingga terdapat beberapa bentuk struktur yang berbeda. Berdasarkan penelitian mengenai grafting yang dilakukan oleh Eddyanto (2012) teknik grafting merupakan teknik yang relative sederhana dan mudah dilakukan. Teknik grafting telah banyak dilakukan untuk meningkatkan kompatibilitas dalam campuran reaktif. Pada penelitian Eddyanto (2012) pencangkokan MA terjadi ketika CNR menjadi radikal dan bentuk formasi pencangkokannya berupa reaksi silang atau Cross-linking. Pembentukan radikal pada CNR dibantu dengan adanya kehadiran Peroksida dari dicumyl peroxide sebagai inisiator yang dimana sifat dari peroksida merupakan sumber radikal bebas yang kuat. Peran DCP disini membantu MA dapat menempel dengan baik pada CNR sehingga pencangkokan dikatakan dapat terjadi.

**IV. Kesimpulan**

Diperoleh hasil FTIR Modifikasi Karet SIR-20 dengan menggunakan katalis P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> muncul puncak-puncak kuat pada panjang gelombang 2960 cm<sup>-1</sup> dan 1444 cm<sup>-1</sup> berkurangnya serapan pada panjang gelombang sekitar 1600-an dari ikatan rangkap C=C (ν C=C), munculnya puncak baru pada panjang gelombang 740 cm<sup>-1</sup> serta melemahnya puncak serapan pada panjang gelombang 841 cm<sup>-1</sup> dari vibrasi regangan non-siklis CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub> (νCH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>) menandakan telah terjadi siklisasi. Puncak serapan yang dihasilkan dari Pengujian FTIR sampel CNR-g-MA dengan inisiator *dicumyl peroxide* menghasilkan puncak serapan yang terdapat gugus fungsi yang khas dari MA dilihat dari pemunculan bilangan gelombang C=O yang berada pada bilangan gelombang 1710 cm<sup>-1</sup>-1850 cm<sup>-1</sup>.

### **Acknowledgement**

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Laboratorium Kimia Universitas Negeri Medan dan Balai Laboratorium Bea dan Cukai Kelas II Medan.

### **Referensi**

- 1 F. Yuni, Nadya A. (2018). "Characterization and Antioxidant Activity Edible Film of Durian (*Durio zibethinus*) Seed Starch with the Addition of Soursop (*Annona muricata* L.) Leaf". *IJCST-UNIMED*, 1(1),pp.37-42.
- 2 S. I.Philbert. (2021). "Pengaruh Oleamida Terhadap Karakteristik Pematangan Karet Alam Terisi Silika". *Jurnal Teknik Kimia USU*, 10(2),pp.90-94.
- 3 S. Murdoni, Eddyanto. (2021). "Process and Characterization of Natural Rubber Modification (Sir-20) With Grafting Maleat Anhydride". *IJCST-UNIMED*, 5(1),pp.16-17.
- 4 S. M. Rudi. (2021). "Mooney Viscosity Determination Of Rubber With A Charm Filler". *IJCST-UNIMED*, 4(1),pp.39-41.
- 5 S. M. Rudi. (2021). "Comparison Of Acetic Acid With As Formiic Acid Latex Pump Material". *IJCST-UNIMED*, 4(2),pp.45-48.
- 6 Ranur. D., Titin A. Z., Ridho B. (2020). "Sintesis Komposit Adsorben Lateks Karet Alam-Selulosa Ampas Tebu Untuk Penurunan Chemical Oxygen Demand Dan Minyak Lemak Dari Limbah Cair Kelapa Sawit". *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 8(3),pp.23-38.
- 7 V. A. Didin S.(2015). "Karakteristik Mutu Karet Alam SIR 20cv Menggunakan Bahan Pemantap Hidrazine pada Suhu Penyimpanan 60 °C". *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*, 26(2),pp.85-93.
- 8 Eddiyanto, Yuslina W. A.,M. Said S. (2013). "Modifikasi Proses Pembuatan Karet Alam Siklis (Cyclic Natural Rubber) Melalui Reaksi Pemutusan Rantai (Chain Scission) Dan Siklisasi". *Agrium*, 18(1),pp.55-61.
- 9 S. N. Ida Duma Riris. (2020). "Antioxidant Activity Test of Sijukkot (*Lactuca Indica* L.) Leaves Extract Leaf". *IJCST-UNIMED*, 3(2),pp.49-52.
- 10 Eddyanto. (2007). "Functionalitation of polimers: Reactive processing structure and performace Charecteristics". *Tesis*, Aston University.
- 11 Eddiyanto, M. Said S.,Ichlas R. S. (2012). "Grafting Maleat Anhidrat Pada Karet Alam Siklis (Cyclic Natural Rubber/Cnr) Dengan Inisiator Dicumyl Peroksida". *Agrium*, 17(2),pp.128-133.