

# PENGARUH WAKTU DAN SUHU PENCAMPURAN TERHADAP DERAJAT GRAFTING MALEATED NATURAL RUBBER DENGAN INISIATOR BENZOIL PEROKSIDA

Indah Zuliarti\*, Khairat, Bahruddin

Laboratorium Teknologi Bahan Alam dan Mineral  
Fakultas Teknik, Universitas Riau  
Kampus Binawidya Jl. HR. Soebrantas Km 12,5 Pekanbaru 28293  
\*indahzuliarti.2014@gmail.com / 082384324110

## ABSTRACT

*Maleated natural rubber is modification of natural rubber with grafting polar fungsional of maleic anhydride. This research aim to learning effect of the reaction temperature and reaction time modified MNR with benzoyl peroxide. Benzoyl peroxide was used to initiate the free radical graft copolymerization. Process produced Maleated Natural Rubber were modified at internal mixer reaction temperature and reaction time, which are varied by 150° C, 155° C, 160° C, and 165° C of reaction temperature, and 8, 10, 12, 14 minutes of reaction time. Amount of MAH 8 phr and 60 rpm rotor rate of internal mixer. Quantities of the grafted anhydride (MA) were determined by titration of the methanol. Initiator benzoyl peroxide of the grafted anhydride on natural rubber relatif not effected. Increasing temperatur and time reaction also causes increasing levels grafting until point of optimum. The results showed the optimum temperature is 160°C and reaction time is 12 minutes. produced 4,75% grafting.*

**Keywords :** *benzoyl peroxide, grafting, maleic anhydric, maleated natural rubber, temperature*

## I. PENDAHULUAN

Kebutuhan karet alam di dalam negeri dan dunia semakin meningkat. Karet menjadi salah satu komoditas non-migas andalan ekspor Indonesia. Pada tahun 2013, sektor karet alam menyumbang 4,61 persen dari total ekspor nonmigas Indonesia yang sebesar 149,92 miliar dollar AS. Berdasarkan data Ditjen Perkebunan tahun 2013 produksi karet alam mencapai 3,2 juta ton. Sekitar 16 persen (0,5 juta ton) dialokasikan untuk pemenuhan kebutuhan domestik, sisanya 84 persennya (2,7 juta ton) untuk kebutuhan ekspor yang senilai 6,91 miliar dollar Amerika. Karet merupakan poliprena yang disintesis secara alami melalui polimerisasi enzimatik isopentil pirofosfat. Unit ulangnya sama sebagaimana 1,4-poliisoprena. Penggunaan

karet alam juga semakin meningkat, ditandai dengan beragamnya aplikasi produk yang dapat dihasilkan dari bahan baku karet alam. Salah satu produknya yang dapat meningkatkan nilai tambah adalah produk perekat (Yulia, 2009). Namun karet alam adalah bahan organik yang mudah teroksidasi dan terpolimerisasi

oleh sinar ultra violet, sehingga mengurangi sifat elastis dari karet alam (Wasiah, 2009). Modifikasi karet alam adalah cara untuk meningkatkan nilai tambah produksi karet alam. Karet alam hasil dari modifikasi memiliki keunggulan dalam hal ketahanan terhadap oksidasi dan panas, kemampuan rekatnya, kekerasan dan daya ausnya dibandingkan dengan karet alam biasa (Risnawaty, 2005). Salah satu jenis modifikasi dari karet alam dengan menambahkan *coupling agent* berupa

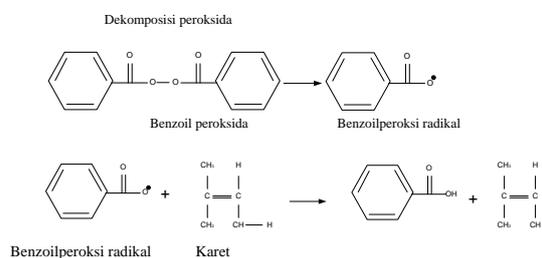
maleat anhidrat pada karet alam sehingga menjadi *maleated natural rubber*. *Maleated natural rubber* memiliki kekuatan tarik dan kemuluran yang lebih baik dari pada karet alam yang tanpa dicampur maleat anhidrat (Risnawaty, 2005). *Maleated natural rubber* memiliki sifat mekanis yang lebih baik yakni daya renggang dan kelenturannya (Marpongahtum, 2013). *Maleated natural rubber* memiliki kompatibilitas yang baik dan campuran yang homogen (Risnawaty, 2005). Maleat Anhidrat (MAH) banyak digunakan dalam penelitian polimer karena dapat mengaktivasi permukaan. Aktivasi permukaan merupakan modifikasi suatu material guna meningkatkan daya rekat permukaan suatu material dengan material lainnya, seperti antara permukaan parutan karet dengan aspal atau dengan polipropilena. Metode yang digunakan adalah metode *grafting* atau penempelan gugus fungsional yang berfungsi sebagai gugus pengikat (Sitepu, 2009). Modifikasi suatu polimer dengan teknik *grafting* melibatkan pembentukan situs aktif berupa radikal bebas atau ion terlebih dahulu pada monomer atau polimer induk. Pembentukan situs aktif dengan metode kimia biasanya digunakan dalam teknik “*grafting-on*”, dimana pembentukan situs aktif dimulai dari monomer yang berpolimerisasi menjadi homopolimer, pada metode ini radikal yang terbentuk pada monomer akibat abstraksi atom hidrogen atau inisiasi pada ikatan phi dari monomer oleh radikal inisiator seperti BPO (*dibenzoyl peroxide*), AIBN (*azobisisobutyronitrile*) (Dyer, 2006).

Pada penelitian ini ditambahkan inisiator benzoil peroksida. Benzoil peroksida mempunyai waktu paruhnya 30 menit pada suhu 100 °C. BPO mempunyai keuntungan yaitu radikal benzoiloksi yang cukup stabil sehingga cenderung bereaksi dengan molekul-molekul monomer yang lebih reaktif sebelum mengeliminasi

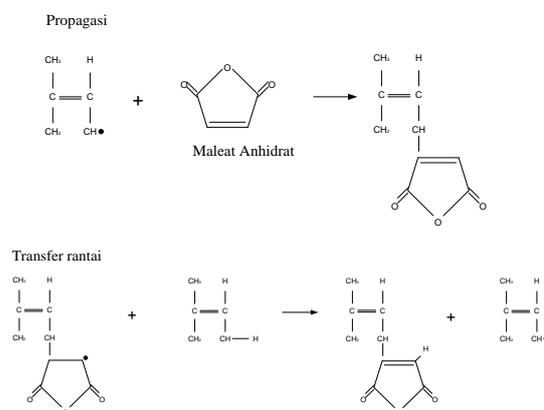
karbondioksida, dengan demikian mengurangi pemborosan inisiator (Steven, 2001).

Pada penelitian ini reaksi *grafting* dilakukan dengan pencampuran karet alam dan maleat anhidrat dengan inisiator benzoil peroksida. Pencampuran dilakukan dengan variasi waktu dan suhu sehingga diharapkan didapatkan derajat *grafting* yang lebih tinggi karena adanya penambahan inisiator. Inisiator benzoil peroksida dapat meningkatkan efisiensi pencangkakan maleat anhidrat. Tahap-tahap polimerisasi karet alam, maleat anhidrat dan benzoil peroksida:

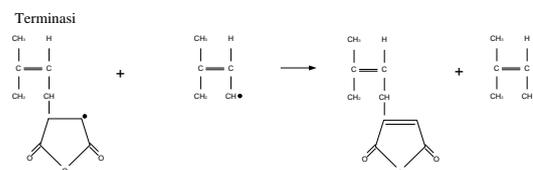
### 1. Tahap Inisiasi



### 2. Tahap Propogasi



### 3. Tahap terminasi



## II. METODE PENELITIAN

### 2.1 Bahan

Karet alam jenis SIR-20 yang digunakan diproduksi oleh PT. Ricry, Rumbai, Riau, Indonesia. Maleat anhidrat (MAH) yang dicangkokkan ke struktur NR diproduksi oleh *Schuchardt OHG 85662 Hohenbrunn, Germany* dengan kemurnian 99%. Benzoil peroksida MERCK 3 phr. Toluena yang digunakan untuk mengekstrak MAH yang tidak tercangkok pada struktur NR, aseton yang digunakan untuk persipitasi dalam proses sintesis diproduksi oleh *KgaA 6427 Darmstadt, Germany* dengan kemurnian  $\geq 99\%$ , dan *xylene* yang digunakan untuk melelehkan MNR sebelum dilakukan titrasi berasal dari distributor lokal.

### 2.2 Preparasi Karet Alam

Karet alam jenis SIR 20 dipotong seukuran 0.5 cm kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 40 °C selama 24 jam untuk mengurangi kadar air yang terkandung didalam karet alam.

### 2.3 Grafting MAH ke Struktur Karet Alam

Mastikasi karet alam dilakukan dengan menggunakan *internal mixer jenis Banbury Type B60 B* selama 2 menit dengan suhu 155 °C dan kecepatan rotor 60 rpm. Setelah mastikasi, ditambahkan MAH dengan konsentrasi 8 phr dan benzoil peroksida 3 phr dicampur selama 8 menit. Prosedur yang sama dilakukan untuk variasi waktu pencampuran (10, 12, dan 14 menit) dan variasi suhu pencampuran (150, 155, 160, dan 165 °C).

### 2.4 Pengujian Derajat Grafting

Hasil dari internal mixer dikeringkan menggunakan oven pada suhu 40 °C selama 24 jam. Untuk menghilangkan maleated anhidrat yang tidak ter-grafting pada karet alam dapat dilakukan melalui

proses ekstraksi. NR-g-MAH kemudian di timbang 1,5 gram dan ditambahkan 50 ml toluena. Selanjutnya direfluks dengan serangkaian alat refluks yaitu pemanas, labu didih dan kondensor *liebig* pada suhu 110 °C selama 4 jam. Gel yang dihasilkan kemudian diendapkan dengan penambahan aseton berlebih. Endapan yang di hasilkan disaring dengan penyaring yang terhubung dengan pompa vacum dan dicuci berkali-kali dengan aseton kemudian dikeringkan di dalam oven pada suhu 40 °C selama 24 jam. Untuk menentukan derajat *grafting*, 0,3 gram dari endapan yang terbentuk dilarutkan dalam 30 ml *xylene* dan direfluks pada suhu 120 °C. Setelah mendidih, ditambahkan 2 tetes air suling untuk menghidrolisis anhidrat di dalam asam karboksilat kemudian direfluks selama 2 jam. Untuk menentukan konsentrasi asam karboksilat, larutan dititrasi dengan NaOH 0,01 M yang larut dalam metanol (MeOH) pada keadaan panas. Derajat *grafting* dihitung dengan persamaan:

$$\% \text{ Graft MAH} = \frac{V_t \times C_t \times E_w}{W} \times 100\%$$

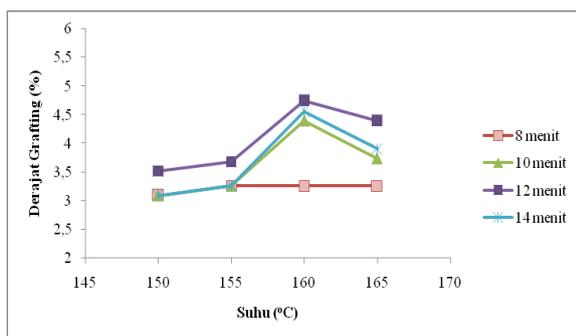
Dimana,  $V_t$  adalah volume NaOH (L),  $C_t$  adalah konsentrasi NaOH dalam MeOH (mol/L),  $E_w$  adalah berat molekul maleat anhidrat (98 gr/mol) dan  $W$  adalah berat sampel (gr).

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Pengaruh Suhu Pencampuran terhadap Derajat Grafting Pembuatan MNR

Pada penelitian ini reaksi *grafting* dilakukan dengan pencampuran *natural rubber* dan maleat anhidrat dengan inisiator benzoil peroksida. Kadar maleat yang digunakan merupakan kondisi optimum yang didapatkan Wati (2012), Yunus (2013) dan Putra (2013). Variasi waktu dan suhu merupakan variasi waktu dan suhu

penelitian yang dilakukan Putra (2013) yaitu 8, 10, 12, 14 menit dan suhu 150, 155, 160, 165° C dengan kadar MAH 8 phr. Perbedaan penelitian ini dengan Putra(2013) penggunaan inisiator benzoil peroksida 3 phr. Hasil derajat *grafting* pengaruh suhu pada pencampuran pada karet alam dengan inisiator benzoil peroksida yang diperoleh pada penelitian ini dapat dilihat dengan jelas pada Gambar 1.



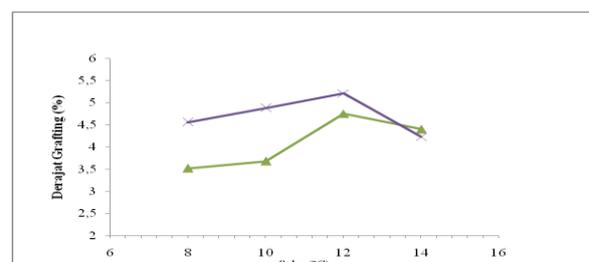
**Gambar 1** Pengaruh Suhu Pencampuran terhadap Derajat *Grafting* pada Pembuatan MNR

Pada Gambar 1 dapat dilihat derajat *grafting* optimum didapatkan pada waktu 12 menit. Pada waktu pencampuran 12 menit dengan suhu 150° C diperoleh derajat *grafting* 3,52%. Kemudian persentase derajat *grafting* terus bertambah dengan kenaikan suhu 155° C diperoleh derajat *grafting* yang lebih besar 3,68% . Derajat *grafting* mencapai titik puncak pada suhu 160° C dengan diperolehnya derajat *grafting* maksimum 4,75%. Hal ini menunjukkan bahwa kenaikan derajat *grafting* disebabkan oleh formasi *crosslinking* polimer dan poli (maleat anhidrat) bertambah. Kenaikan suhu pada proses *grafting* menyebabkan *natural rubber* bergerak lebih cepat sehingga laju propagasi antara maleat anhidrat akan lebih cepat juga. Setelah itu maleat anhidrat dengan *natural rubber* terjadi reaksi adiktif

yang membentuk kopolimer cangkok yang lebih cepat juga.

Kemudian suhu pencampuran dinaikkan kembali 165° C didapatkan derajat *grafting* yang menurun 4,4%. Persentase derajat *grafting* menurun ketika suhu 165° C disebabkan karena terjadinya homopolimerisasi, yang menyebabkan monomer-monomer maleat anhidrat cenderung unuk membentuk polimer sendiri dibandingkan menempel pada rantai *natural rubber* dan putusnya ikatan silang pada *natural rubber* yang menyebabkan kopolimerisasi cangkok tidak sempurna. Jadi, suhu optimal pembuatan Maleated *Natural rubber* pada suhu 160° C dengan waktu pencampuran 12 menit.

Namun hasil derajat *grafting* yang diperoleh pada penelitian ini lebih rendah dari Putra (2013) yang tidak menggunakan inisiator. Putra (2013) memodifikasi *natural rubber* dengan kadar 8 phr dan variasi suhu 150, 155, 160 dan 165° C dengan waktu pencampuran selama 12 menit dan mendapatkan hasil optimumnya pada suhu 160° C dengan hasil derajat *grafting* 5,21%. Putra (2013) memodifikasi waktu dan suhu pencampuran tanpa penambah inisiator. Perbandingan derajat *grafting* yang diperoleh penelitian Putra (2013) dan derajat *grafting* yang diperoleh pada penelitian ini untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2.

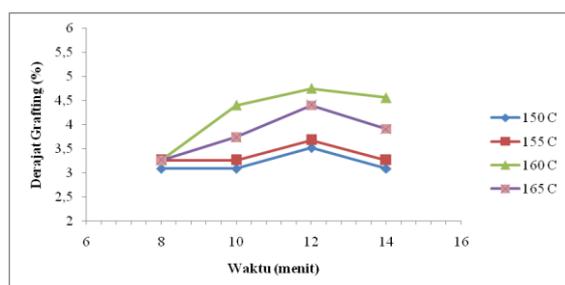


**Gambar 2** Perbandingan Pengaruh Suhu Pencampuran Terhadap Derajat *Grafting* Penelitian Putra (2013) dengan Derajat *Grafting* yang Diperoleh pada Penelitian ini

Derajat *grafting* yang diperoleh Putra (2013) lebih tinggi daripada derajat *grafting* yang diperoleh pada penelitian ini yaitu 5,21%. Sedangkan hasil optimum yang didapatkan pada penelitian ini sebesar 4,75%. Pengaruh inisiator benzoil peroksida terhadap *grafting* maleat anhidrat diteliti pada penelitian ini ternyata tidak meningkatkan hasil derajat *grafting* dari penelitian Putra (2013). Beberapa hal yang menyebabkan rendahnya hasil yang didapatkan yaitu salah satunya pemakaian inisiator tersebut harus dioptimalkan sesuai dengan waktu paruhnya pada saat pencampuran. Pada saat pencampuran tersebut perlu diperhatikan suhu dari pencampuran agar benzoil peroksida yang dimasukkan dapat tercampur secara sempurna sehingga bereaksi secara sempurna pula dengan bahan polimer. *Grafting* diharapkan dapat tercapai secara optimal tanpa ada benzoil peroksida yang terbuang karena telah melewati waktu paruhnya. Benzoil peroksida mempunyai waktu paruhnya 30 menit pada suhu 100° C (Siregar, 2009). Sedangkan pada penelitian ini suhu pencampuran mulai suhu 150° C sampai 165° C.

### 3.2 Pengaruh Waktu Terhadap Derajat *Grafting*

Pada penelitian ini reaksi *grafting* dilakukan dengan pencampuran *natural rubber* dan maleat anhidrat dengan inisiator benzoil peroksida dengan variasi waktu pencampuran.



**Gambar 3** Pengaruh Waktu Terhadap Derajat *Grafting* Pada Pembuatan MNR

Pada Gambar 3 dapat dilihat waktu pencampuran 8 menit pada suhu 160° C diperoleh derajat *grafting* sebesar 3,26%. Waktu pencampuran kemudian diperbesar yakni 10 dan 12 menit diperoleh derajat *grafting* yang semakin besar yaitu 4,4% dan 4,75%. Setelah itu mengalami penurunan derajat *grafting* pada menit 14 menjadi 4,56%. Pada awal waktu reaksi peningkatan persen *grafting* tidak terlalu besar, hal ini disebabkan pada waktu reaksi yang cukup singkat, kurang memberikan waktu terhadap maleat untuk memperpanjang rantai homopolimernya dan waktu radikal benzoil dalam menginisiasi pembentukan situs aktif pada *natural rubber*, akibatnya rantai maleat anhidrat yang terbentuk masih pendek dan jumlah situs aktif yang terdapat pada *natural rubber* sedikit, sehingga jumlah maleat anhidrat yang ter*grafting* pada polimer induk sangat sedikit.

Selain itu, pendeknya rantai maleat anhidrat yang ter*grafting* pada *natural rubber* juga menyebabkan rendahnya persen *grafting*. Pada waktu reaksi yang lebih lama, terjadi peningkatan persen *grafting* yang signifikan, karena pada kondisi ini, waktu kontak yang diberikan cukup lama sehingga memberikan waktu terhadap radikal maleat anhidrat untuk memperpanjang rantai homopolimernya, memicu pembentukan rantai panjang maleat anhidrat serta waktu terhadap pembentukan situs aktif pada *natural rubber*. Untuk itu, jumlah maleat anhidrat rantai panjang yang ter*grafting* pada polimer semakin banyak.

Sedangkan pada waktu lebih lama lagi pada waktu 14 menit, kecepatan propagasi rantai maleat anhidrat menurun. Ini menandakan bahwa jumlah situs aktif pada maleat anhidrat maupun *natural rubber* sudah sedikit, dan pada akhirnya proses kopolimerisasi *grafting* mengalami terminasi. Hasil penelitian ini juga sama yang telah diperoleh Putra (2013) derajat

*grafting* meningkat seiring bertambahnya waktu dan mencapai puncak pada waktu 12 menit. Setelah itu mengalami penurunan derajat *grafting*.

#### IV. KESIMPULAN

Semakin tinggi temperatur pencampuran maka semakin tinggi derajat *grafting*. Begitu juga dengan waktu, semakin lama waktu pencampuran maka semakin tinggi derajat *grafting* yang diperoleh sampai temperatur dan waktu optimum, namun setelah itu mengalami penurunan. Inisiator benzoil peroksida pada *grafting* maleat anhidrat pada karet alam relatif tidak mempengaruhi derajat *grafting* dibandingkan hasil yang diperoleh penelitian sebelumnya tanpa inisiator. Derajat *grafting* optimum yang diperoleh pada penelitian ini 4,75 % , sedangkan tanpa menggunakan inisiator diperoleh derajat *grafting* 5,21 %. Waktu dan temperatur pencampuran optimum pembuatan MNR diperoleh pada waktu 12 menit dan 160 °C dengan hasil derajat *grafting* 4,75 %.

#### V. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada tempat penelitian penulis di Laboratorium TBAM (Teknologi Bahan Alam dan Mineral) Universitas Riau dan Kak Lili Saktiani dan teman-teman yang telah membantu penulis atas segala bantuan selama penelitian dan penyelesaian laporan.

#### DAFTAR PUSTAKA

Direktorat Jenderal Perkebunan. 2014. Kementerian Pertanian [ditjenbun.pertanian.go.id/atas-anjloknya-harga-karet-dunia-disepakati-pembentukan-tfkn-id-](http://ditjenbun.pertanian.go.id/atas-anjloknya-harga-karet-dunia-disepakati-pembentukan-tfkn-id-1408778010.pdf)

1408778010.pdf diakses tanggal 5 Juni 2014.

- Dyer, D. J. 2006. Photoinitiated Synthesis of Grafted Polymers. USA. Adv Polym Sci. Vol. 197. Hal 47-65.
- Putra, A. 2013. Pengaruh Waktu dan Suhu Reaksi Grafting Pada Proses Pembuatan Maleated Natural Rubber. Skripsi Sarjana. Teknik Kimia Universitas Riau.
- Risnawaty, L. 2005. Peranan Anhidrida Maleat Terhadap Kompatibilitas Polietilena Dan Karet Alam Sir 20 Dengan Pengisi Pulp Tandan Kosong Sawit. Fakultas Tarbiyah Institut Agama Islam Negeri Medan.
- Sitepu, I. P. 2009. Pengaruh Konsentrasi Maleat Anhidrat Terhadap Derajat Grafting Maleat Anhidrat Pada High Density Polyethylene (HDPE) Dengan Inisiator Benzoil Peroksida. Skripsi Sarjana. Universitas Sumatera Utara.
- Siregar, A. 2009. Pengaruh Konsentrasi Benzoil Peroksida pada degradasi thermal polipropilena. Skripsi Sarjana. Universitas Sumatera Utara.
- Steven, M. P. 2001. Polimer, 1<sup>st</sup> Edition. Pradnya Paramitha. Jakarta.
- Wati, R. 2012. Modifikasi Natural Rubber (NR) menjadi Maleated Natural Rubber (MNR) melalui Proses Grafting dengan Variasi Kadar Maleat Anhidrida dan Temperatur. Skripsi Sarjana. Teknik Kimia Universitas Riau.
- Wasiah, T. 2009. Peningkatan Kinerja Campuran Beraspal Dengan Karet Alam Dan Karet Sintetis Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor.
- Yulia, R. 2009. Depolimerisasi Lateks Karet Alam Secara Kimia Menggunakan Senyawa Hidrogen Peroksida –Natrium Nitrit – Asam Askorbat. Sarjana Teknologi

Pertanian Pada Departemen  
Teknologi Industri Pertanian.  
Yunus, A. 2013. Optimasi Kadar Maleat  
Anhidrat dan Suhu Pada Pembuatan  
Maleated Natural Rubber Melalui  
Proses Grafting Skripsi Sarjana  
Teknik Kimia. Universitas Riau.