

Optimasi Kadar Maleat Anhidrat dan Suhu pada Pembuatan Maleated Natural Rubber Melalui Proses Grafting

Aulia Yunus, Yelmida, dan Bahruddin*

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau
Kampus Binawidya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293
bahruddin02@yahoo.com

ABSTRACT

Natural rubber can be developed through a process called Maleated Natural Rubber grafting. A study about the influence of the composition of maleic anhydric (MAH) and temperature on the degree of grafting has been done before. The purpose of this research is to determine the optimum composition and temperature in the process of MAH grafted natural rubber. The composition of MAH is 7, 8, 9, and 10 phr with temperature conditions is 150, 155, 160 and 165°C. The grafting process use internal mixer operated at 60 rpm for 10 minutes. Grafting degree determined by titrimetric method where MNR in xylene solution titrated using MeOH solution. The results showed that the optimum composition and the temperature are 8.36 phr and 160°C with 3.62% grafting degree.

Keywords: grafting degree, maleic anhydric, maleated natural rubber, optimation

1. Pendahuluan

Karet alam atau NR merupakan senyawa hidrokarbon yang mengandung atom karbon (C) dan atom hidrogen (H). Umumnya karet alam yang memiliki rantai tidak jenuh dan bersifat non polar, memiliki sifat tidak tahan terhadap ozon, minyak, suhu tinggi dan fasa karet alam tidak mudah terdistribusi untuk membentuk campuran yang kompatibel. Karet alam yang merupakan cis-poli isoprena hasil adisi 1,4 dari monomer isoprena memiliki bobot molekul berkisar 1-2 juta dan mengandung sekitar 15000-20000 ikatan tidak jenuh pada rantai molekulnya [Tahid et al., 1995].

Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk memperbaiki sifat-sifat karet alam yaitu dengan memodifikasi molekul karet alam. Metode modifikasi karet yang pernah dilakukan adalah halogenisasi [Ellul dan Hazelton, 1994] atau dimaleasi [Nakason, dkk, 2006; Zheng dkk, 2009; Phrommedetch dan Pattamaprom, 2010; Ichazo dkk, 2010]. Selain itu, modifikasi karet alam dapat dilakukan melalui perubahan struktur molekul karet dengan penambahan gugus baru pada molekul atau dikenal dengan proses *grafting* kimia [Pascual, 2005].

Dalam penelitian ini, karet alam dimodifikasi menjadi *Maleated Natural Rubber* (MNR) melalui proses *grafting* maleat anhidrat (MAH) ke struktur karet alam. Banyaknya MAH yang dapat ter-*graft* pada struktur karet alam disebut derajat *grafting*. MNR dapat digunakan sebagai senyawa penghubung (*coupling agent*) pada pembuatan produk berbasis karet alam seperti *Thermoset Rubber* yang berfungsi untuk mencapai suatu morfologi seimbang yang akan memberikan tegangan halus pada karet dan digunakan untuk menahan gangguan (kerusakan) tegangan yang lebih besar (Zhong, 1998). Karet alam hasil modifikasi dapat digunakan sebagai kompatibilizer pada pembuatan *Thermoplastic Elastomer* (TPE) atau *Thermoplastic Vulcanizate* (TPV).

Pada penelitian sebelumnya, kadar MAH dan suhu pencampuran berperan penting dan mempengaruhi derajat *grafting*. Untuk mendapatkan derajat *grafting* yang optimum maka perlu dilakukan pengembangan dalam modifikasi karet alam. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kondisi optimum kadar MAH dan suhu pencampuran sehingga didapatkan derajat *grafting* optimum.

2. Metodologi

2.1. Bahan

Karet alam yang digunakan adalah karet alam jenis SIR-20 yang diproduksi oleh PT. Ricry, Rumbai, Riau, Indonesia. Maleat anhidrat (MAH) yang dicangkokkan ke struktur NR adalah produksi *Schuchardt OHG 85662 Hohenbrunn, Germany* dengan kemurnian 99%. Toluena yang digunakan untuk mengekstrak MAH yang tidak tercangkok pada struktur NR, aseton yang digunakan untuk persipitasi dalam proses sintesis adalah produksi *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 kecil-kecil kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 40 °C selama 24 jam untuk mengurangi kadar air yang terkandung didalam karet alam. Selanjutnya, karet alam ditimbang sebanyak 40 gram.

2.3. *Grafting* MAH ke Struktur Karet Alam

Karet alam dimastikasi 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 7 phr dan dicampur selama 10 menit. Prosedur yang sama dilakukan untuk variasi kadar MAH (8, 9 dan 10 phr) dan variasi suhu pencampuran (150, 155, 160, dan 165 °C).

2.4. Pengujian Derajat *Grafting*

Maleated Anhidrat yang tidak ter-*grafting* pada karet alam dihilangkan melalui proses ekstraksi. NR-g-MAH di oven pada suhu 40 °C selama 24 jam 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 3 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 dititrasikan dengan NaOH 0,01 M yang larut dalam metanol (MeOH) pada keadaan panas. Derajat *grafting* dihitung dengan persamaan:

$$\% \text{ Graft MAH} = \frac{V_t \times C_t \times E_w}{W} \times 100\% \quad (1)$$

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).

3. Hasil dan Pembahasan

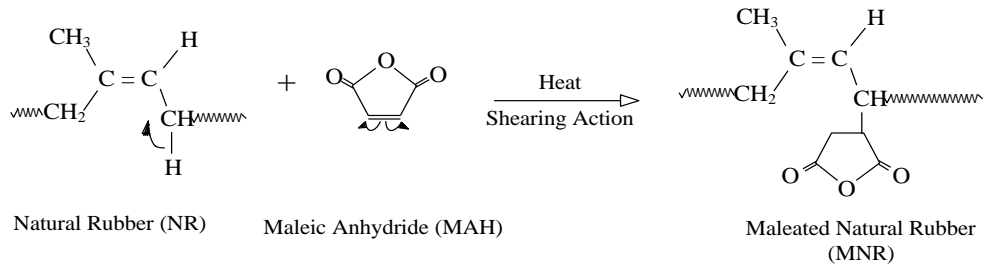
3.1. Pengaruh Kadar MAH dan Suhu Pencampuran

Derajat *grafting* menunjukkan banyaknya kadar MAH yang ter-*graft* pada struktur karet alam. Perolehan kadar MAH dan suhu pencampuran optimum dapat dilihat pada Gambar 2. Pada suhu pencampuran yang sama dan kadar MAH berbeda yaitu 7, 8, 9 dan 10 phr, derajat *grafting* menunjukkan penurunan setelah melewati kadar MAH 8 phr. Penurunan derajat *grafting* disebabkan karena jumlah radikal bebas yang semakin menurun sehingga laju propagasi menjadi lambat. Laju propagasi yang semakin lambat menyebabkan monomer-monomer maleat anhidrat cenderung untuk membentuk polimer sendiri dibandingkan menempel pada rantai karet alam (Wati, 2012). Sehingga dapat disimpulkan kadar MAH optimum pada proses *grafting* adalah 8 phr.

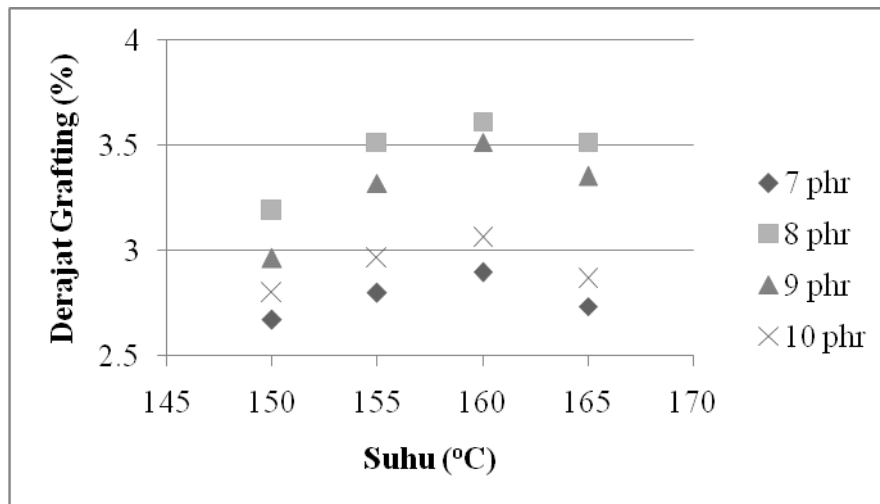
Pada kadar yang sama dan suhu pencampuran yang berbeda yaitu 150; 155; 160; dan 165 °C, derajat *grafting* menunjukkan penurunan setelah melewati suhu 160°C. Hal ini dikarenakan oleh formasi *cross-linking* polimer dan poli (maleat anhidrat) tidak bertambah lagi, sehingga derajat *grafting* yang diperoleh akan semakin kecil. Adanya pemanasan pada proses *grafting* menyebabkan radikal karet alam bergerak lebih cepat sehingga reaksi rekombinasi antara radikal akan lebih cepat pula (Nakason, 2006). Namun ketika suhu semakin tinggi, akan menyebabkan rantai carbon pada karet alam mengalami degradasi. Sehingga didapatkan suhu pencampuran optimum yaitu 160°C.

Hasil penelitian ini didukung oleh Ichazo dkk (2010) dan Wati (2012). Ichazo dkk memvariasikan kadar MAH 3, 5, 7, 9 dan 11% berat dan derajat *grafting* mengalami

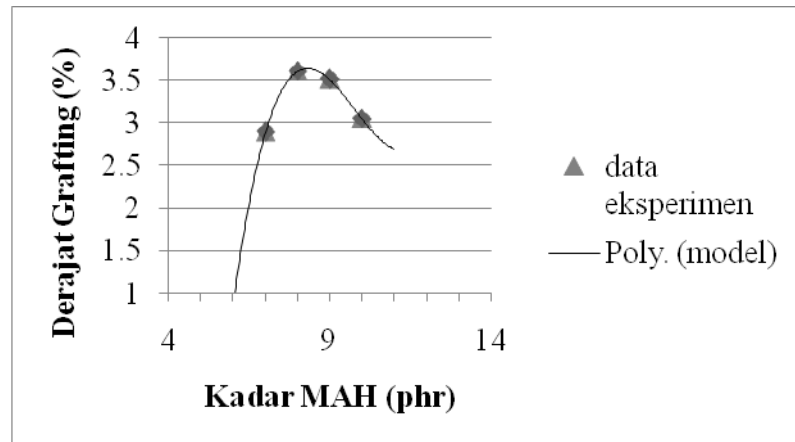
penurunan setelah melewati kadar MAH 7% berat. Disimpulkan bahwa proses *grafting* MAH pada struktur karet alam memiliki kondisi optimum dimana MAH tidak dapat lagi ter-*graft* pada struktur karet alam. Sedangkan Wati memvariasikan kadar MAH 6, 8, dan 10 dengan suhu pencampuran 135, 145, dan 155°C mendapatkan derajat *grafting* tertinggi pada kadar 8 phr dan suhu 155°C.



Gambar 1. Mekanisme yang mungkin terjadi pada reaksi *grafting* MAH pada NR [Nakason dkk, 2006]



Gambar 2. Pengaruh kadar MAH dan suhu pencampuran terhadap derajat *grafting* pada pembuatan MNR



Gambar 3. Perbandingan kadar MAH dengan derajat *grafting* pada suhu 160°C berdasarkan persamaan polinomial

Hasil yang berbeda diperoleh Nakason dkk (2006) yang telah memodifikasi NR dengan kadar MAH 4, 6, 8, 10 dan 12 phr pada suhu pencampuran 135 °C dan Zheng dkk (2009) yang memodifikasi karet alam dengan kadar MAH 5, 10, 15 dan 20 phr pada suhu pencampuran 150 °C. Hasil menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar MAH yang di-*graft* pada struktur NR maka semakin besar derajat *grafting* NR-g-MAH. Hal ini karena adanya perbedaan berat molekul dan sifat karet alam yang dimodifikasi sehingga mempengaruhi rantai cabang yang terbentuk.

3.2. Analisa Statistik Optimasi Kadar MAH dan Suhu

Optimasi kadar MAH dan suhu dipelajari melalui persamaan empirik yang disusun dari polinomial sampai orde dua. Besarnya pengaruh variabel kadar MAH dan suhu terhadap derajat *grafting* dapat diketahui dengan melihat koefisien-koefisien model yang dihasilkan pada persamaan berikut:

$$y = 0,076T - 2,13x^2 + 34,2 + 0,0089xT - 157,49$$

Dimana, y adalah derajat *grafting*, x adalah kadar MAH, T adalah suhu pencampuran. Dari persamaan didapatkan kadar MAH optimum yaitu 8,36 phr dan derajat *grafting* optimum yang didapatkan adalah 3,62%. Perbandingan kadar MAH hasil eksperimen dengan model dapat dilihat pada gambar 3.

4. Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa. derajat *grafting* optimum diperoleh pada suhu pencampuran 160 °C dengan kadar MAH 8,36 phr dengan persentasi derajat *grafting* sebesar 3,62 %.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Riau yang memfasilitasi penelitian ini. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada Lili Saktiani, Ade Putra, dan Edo Galisman yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Budiman, AFS,. 2002. "Recent Development in Natural Rubber Prices", FAO, Consultation on Agricultural Commodity Price Problems, Rome, 25-26 March 2002.
- Ellul, M. D. dan D. R. Hazelton,. 1994., "Chemical Surface Treatments of Natural Rubber and EPDM Thermoplastic Elastomers: Effect on Friction and Adhesion", *Rubber Chem. Technol.*, 67, hal. 582-601.
- Ichazo, M.N., C. Albano, J. Gonzales, dan J. Pena,. 2010, "Charaterzatin of Natural Rubber/Cassava Starch/Maleat Natural Rubber Formulations" *Revista Latinoamericana de Metalurgia y Materiales*, 31(1), 71-84.
- Zhong, Z. S., Zheng, K., Yang, dan Guo, Q. (1998). *Miscibility Phase Behavior and Mechanical Properties of Ternary Blends of Poly (Vinyl Cholride/Plystyrene/Chlorinated Polyethylene-Graft*.
- Nakason, C., S. Saiwari dan A. Kaesaman,. 2006. "Thermoplastic Vulcanizates Based on Maleated Natural Rubber/Polypropylene Blends: Effect of Blend Ratios on Rheological, Mechanical, and Morphological Properties", *Polymer Engineering and Science*, 46, hal.594-600.
- Nakason, C., S. Saiwari dan A. Kaesaman,. 2006. "Rheological, Thermal and Morphological Properties of Maleated Natural Rubber and Its Reactive Blending with Poly(Methyl Methacrylate)", *Polimer Testing*, 25, hal. 656-667.
- Pascual, S., Derouet, D., & Phinyocheep, P. (2005). *Polymer Grafted Natural Rubber by Radical Controlled Grafting, Thai-French Seminar, Rubber: from Trees to End-Products*. Bangkok, 20-21 June 2005.
- Phrommedetch, S., dan C. Pattamaprom,. 2010. "Compatibility Improvement of Rice Husk and Bagasse Ashes with Natural Rubber by Molten-State Maleation", *European Journal of Scientific Research*, 43(3), 411-416.
- Tahid, N. A., & Roestamsjah. (1995). "Modifikasi Karet Alam secara Hidrogenasi". *Simposium Nasional Himpunan Polimer Indonesia 1995*.
- Wati, R. (2012). "Modifikasi Natural Rubber (NR) menjadi Maleated Natural Rubber (MNR) melalui Proses Grafting dengan Variasi Kadar Maleat Anhidrat dan Suhu". *Prosiding SNTK TOPI 2012*. ISSN. 1907-0500.
- Zheng, Z., W. Ren, C. Xu, W. Lu, Y. Zhang dan Y. Zhang. 2009. "Maleated Natural Rubber Prepared Through Mechanochemistry and its Coupling Effects on Natural Rubber/Cotton Fiber Composites" *J Polym Res*, DOI 10.1007/s10965-009-9307-6.