

Pengaruh Konsentrasi Maleat Anhidrida Terhadap Persen Derajat Grafting dari Polietilen

The Effect of Anhydrous Maleate Concentration on the Percentage of Grafting Degrees in Polyethylene

Denny Akbar Tanjung*

Fakultas Pertanian, Universitas Medan Area, Indonesia

Diterima: 12-11-2022; Direview: 15-11-2022; Disetujui: 21-11-2022

*Corresponding Email : dennyakbartaniung@staff.uma.ac.id

Abstrak

Riset ini bertujuan untuk menentukan konsentrasi maksimal *Maleat Anhidrida* dalam pencangkokan kedalam rantai LLDPE dengan bantuan Benzoil Peroksida sebagai inisiator. Pencampuran dilakukan dengan metode Blending menggunakan alat internal mixing. Hasil titrasi menunjukkan bahwa nilai maksimal persen derajat *grafting* terjadi pada konsentrasi 9% *Maleat Anhidrida*. Terbentuknya puncak-puncak baru pada bilangan gelombang 1707 dan 1267 cm^{-1} membuktikan bahwa telah terjadinya pencangkokan kedalam monomer LLDPE.

Kata Kunci: *Grafting*; LLDPE; LLDPE-g-MA.

Abstract

This research aims to determine the maximum concentration of Maleate Anhydride in grafting into the LLDPE chain with the help of Benzoyl Peroxide as an initiator. Mixing is done by the Blending method using an internal mixing tool. The titration results showed that the maximum percentage of grafting degree occurred at a concentration of 9% Maleate Anhydride. The formation of new peaks at wave numbers 1707 and 1267 cm^{-1} proves that grafting has taken place into the LLDPE monomer.

Keywords: *Grafting*; LLDPE; LLDPE-g-MA

How to Cite : Tanjung, D.A. (2022). Pengaruh Konsentrasi *Maleat Anhidrida* Terhadap Persen Derajat *Grafting* dari Polietilen. *Journal of Natural Sciences*, 3 (3): 182-189



PENDAHULUAN

Mayoritas paduan polimer menampilkan sistem yang tidak dapat bercampur atau tidak cocok; ini merupakan hasil interaksi antara komponen-komponen campuran serta komposisi campuran secara keseluruhan serta ukuran partikel fase terdispersi. Ada dua kategori kompatibilitas: Kompatibilitas fisik mengacu pada kompatibilitas yang terjadi sebelum pencampuran, sedangkan kompatibilitas reaktif mengacu pada kompatibilitas yang terjadi selama reaksi antarmuka. Kompatibilitas yang baik menunjukkan perpaduan yang seragam antara *plasticizer* dan polimer (Afifah *et al.*, 2018; Tanjung *et al.*, 2022). Menurut (Yoo *et al.*, 2001) manfaat kompatibilitas meliputi: menurunkan energi antarmuka dan meningkatkan adhesi antara fase yang mengurangi fase dispersi ukuran partikel; mencapai dispersi yang baik selama pencampuran; dan menstabilkan dispersi yang baik. Salah satu dari zat kompatibilitas dalam pembuatan polimer adalah *Maleat Anhidrida* (MA). Dimana *Maleat Anhidrida* yang berperan sebagai zat kompatibilitas yang paling populer diantara semua jenis Anhidrida dan digunakan pada material polimer seperti polietilen menurut (He *et al.*, 2013).

Polimer atau makromolekul rantai panjang dengan tingkat polimerisasi tinggi adalah polietilena. Polimer termoplastik yang disebut polietilen melunak pada suhu tinggi dan mengeras pada suhu rendah. Polimer ini akan terdegradasi selama pemrosesan, memutus rantai utama, berkat adanya inisiator peroksida seperti benzoil peroksida, yang membantu menaikkan suhu pemanasan. Tujuan dari degradasi polietilena adalah untuk menghasilkan polietilena dengan berat molekul yang lebih rendah dan rantai yang lebih pendek. Setelah dicangkokkan dengan *Maleat Anhidrida*, diharapkan polietilena akan memiliki berat molekul rendah dan rantai pendek, sehingga lebih reaktif terhadap bahan kimia dengan polaritas yang bervariasi (Octavianda *et al.*, 2016; Wardhana *et al.*, 2022; Ritonga *et al.*, 2022).

Panas dari inisiator, benzoil peroksida secara homolitik dapat terurai pada awal reaksi untuk menghasilkan radikal "RO*[•]". Selain itu, radikal ini akan menarik atom hidrogen dari molekul polietilen untuk membentuk makromolekul "3P*[•]", sebuah radikal tersier. Menurut mekanisme reaksi yang ditunjukkan pada Gambar 1, makromolekul radikal tersier ini kemudian mengalami pemutusan rantai pada posisi tersebut, membuat rantai polietilen lebih pendek sementara juga kehilangan berat molekul dan viskositas intrinsik. Jika tidak ada pemutusan rantai, proses akan dilanjutkan (Muharam *et al.*, 2012; He *et al.*, 2013; Ghozali *et al.*, 2016; Setiorini, 2017).



METODE PENELITIAN

Jenis plastik yang digrafting dalam riset ini adalah Polietilen (Plastik LLDPE Produksi PT. Chandra Asri Petrochemical), *Maleat Anhidrida* dan Benzoil Peroksida. Penelitian ini menggunakan metode *Blending* dengan alat yang digunakan dalam mencampur material adalah Internal Mixer (*Haake Polydrive Thermo*).

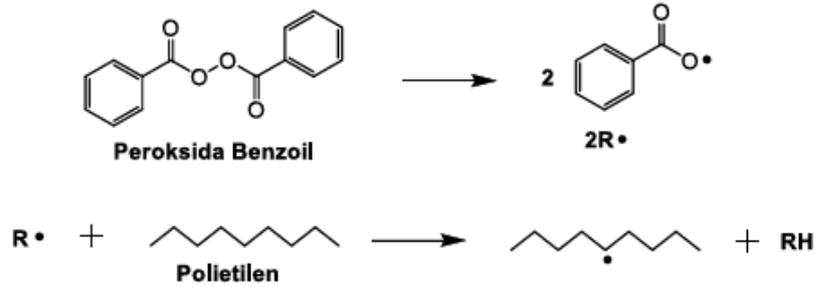
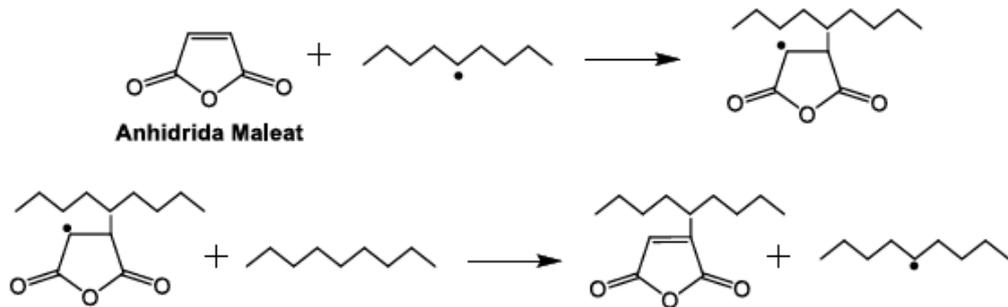
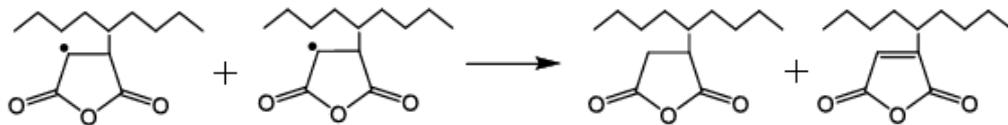
Kompatibilizer dibuat dengan mencampurkan biji plastik dengan *Maleat Anhidrida* dibantu dengan Benzoil Peroksida sebagai inisiator. Pencampuran dilakukan didalam Internal Mixer. Polimer sintetis (LLDPE) pertama ditambahkan ke dalam ruang pencampuran setelah meleleh, diikuti oleh *Maleat Anhidrida* setelah 5 menit, kemudian Benzoil Peroksida (BPO) ditambahkan terakhir. Pencampuran dilakukan pada suhu 150°C, kecepatan 100 rpm, dengan waktu pengadukan total 15 menit. Variasi komposisi LLDPE: *Maleat Anhidrida*: Benzoil Peroksida adalah 94:3:3, 91:6:3, 88:9:3, 85:12:3 dan 82:15:3. Setelah selesai pencampuran, material dikeluarkan, didinginkan, dan setelah itu dipotong menjadi pelet-pelet kecil.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Mekanisme pencangkakan polietilen dengan Maleat Anhidrida (LLDPE-g-MA)

Maleat Anhidrida dicangkakkan ke dalam rantai LLDPE melalui proses multi-tahap yang dimulai dengan inisiator Benzoil Peroksida. Awal pembentukan Benzoil Peroksida akan menghasilkan radikal bebas Benzoil Peroksida, yang selanjutnya akan menyerang rantai LLDPE dan menghasilkan radikal bebas LLDPE. Pencangkakan *Maleat Anhidrida* ke dalam rantai LLDPE dapat dimulai dengan radikal bebas LLDPE yang dihasilkan dalam reaksi ini. Proporsi pencangkakan dalam reaksi transfer berantai juga dipengaruhi oleh penggunaan pelarut.

Sebagian besar radikal bebas LLDPE yang dihasilkan selama reaksi transfer berantai yang digunakan untuk pencangkakan dihasilkan melalui reaksi transfer berantai dengan radikal bebas yang dihasilkan selama kerusakan termal inisiator. Radikal bebas LLDPE dihasilkan dari proses kimia berikut (Siregar *et al.*, 2015). Mekanisme reaksi dari proses inisiasi, pencangkakan serta proses terminasi yang merupakan pembentukan polietilen tergrafting *Maleat Anhidrida* (LLDPE-g-MA) reaksi lengkapnya dapat dilihat pada Gambar 1.

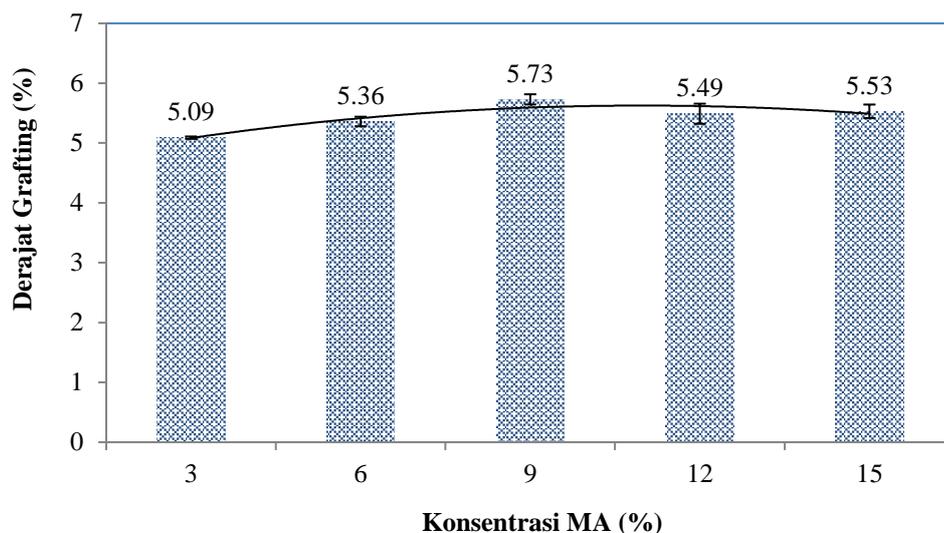
Inisiasi**Pencangkakan****Terminasi**

Gambar 1. Mekanisme Pencangkakan LLDPE-g-MA

Penentuan Derajat *Grafting* LLDPE-g-MA

Gambar 2 memperlihatkan grafik pengaruh konsentrasi *Maleat Anhidrida* (MA) terhadap persen derajat *grafting*. Penentuan derajat *grafting* dilakukan dengan metode titrasi. Persentase derajat *grafting* bertambah sampai konsentrasi 9% MA dengan nilai sebesar 5,73%. Ini menunjukkan bahwa kenaikan derajat *grafting* disebabkan oleh formasi cross-linking polimer dan *Maleat Anhidrida* bertambah. Hasil ini didukung oleh beberapa peneliti yang telah meneliti proses *grafting Maleat Anhidrida* pada polietilen

Metode titrasi digunakan untuk menentukan persen derajat *grafting*. Peningkatan konsentrasi *Maleat Anhidrida* menyebabkan terjadinya peningkatan dengan nilai 5,73% sampai pada konsentrasi MA 9%. Hal ini menunjukkan bahwa telah terjadi sintesis polimer ikatan silang (*cross-linking*) dengan peningkatan *Maleat Anhidrida* (He *et al.*, 2013; Siregar & Syaputra, 2015). Data lengkapnya dapat dilihat pada Tabel 1.



Gambar 2. Pengaruh Konsentrasi MA terhadap % Derajat *grafting* dari LLDPE-g-MA

Tabel 1. Hasil perhitungan Derajat *Grafting* LLDPE-g-MA dari berbagai konsentrasi MA

No	LLDPE (%)	MA (%)	BPO (%)	Berat Endapan(g)	Volume KOH 0,05 N (ml)	Derajat <i>Grafting</i> (%)
1	94	3	3	0,88	1,83	5,09
2	91	6	3	0,91	1,99	5,36
3	88	9	3	0,97	2,27	5,73
4	85	12	3	0,95	2,13	5,49
5	82	15	3	0,94	2,12	5,53

Ketika konsentrasi *Maleat Anhidrida* di atas 9%, persentase derajat pencangkakan mulai menurun. Ini adalah hasil dari homopolimerisasi, yang membuat monomer *Maleat Anhidrida* lebih cenderung berpolimerisasi sendiri daripada menempel pada rantai LLDPE. Tabel 1. Data FTIR dari LLDPE-g-MA (Rohmah *et al.*, 2016; Ghozali *et al.*, 2016).

Melalui reaksi radikal bebas merupakan mekanisme kimia untuk sintesis LLDPE-g-MA. Dekomposisi inisiator, benzoil peroksida, menjadi radikal bebas, memulai jalur reaksi. Radikal bebas *Benzoyl Peroxide* menyerang rantai LLDPE untuk membuat radikal bebas LLDPE, yang kemudian bergabung dengan *Maleat Anhidrida*. Dalam sintesis LLDPE-g-MA, konsentrasi *Maleat Anhidrida* serta konsentrasi radikal bebas rantai LLDPE keduanya mempengaruhi pada persentase pencangkakan.

Potensi interaksi dengan monomer *Maleat Anhidrida* ada ketika konsentrasi radikal bebas LLDPE cukup. Dengan meningkatnya konsentrasi *Maleat Anhidrida*, konsentrasi LLDPE-g-MA yang dihasilkan akan meningkat karena meningkatnya interaksi antara

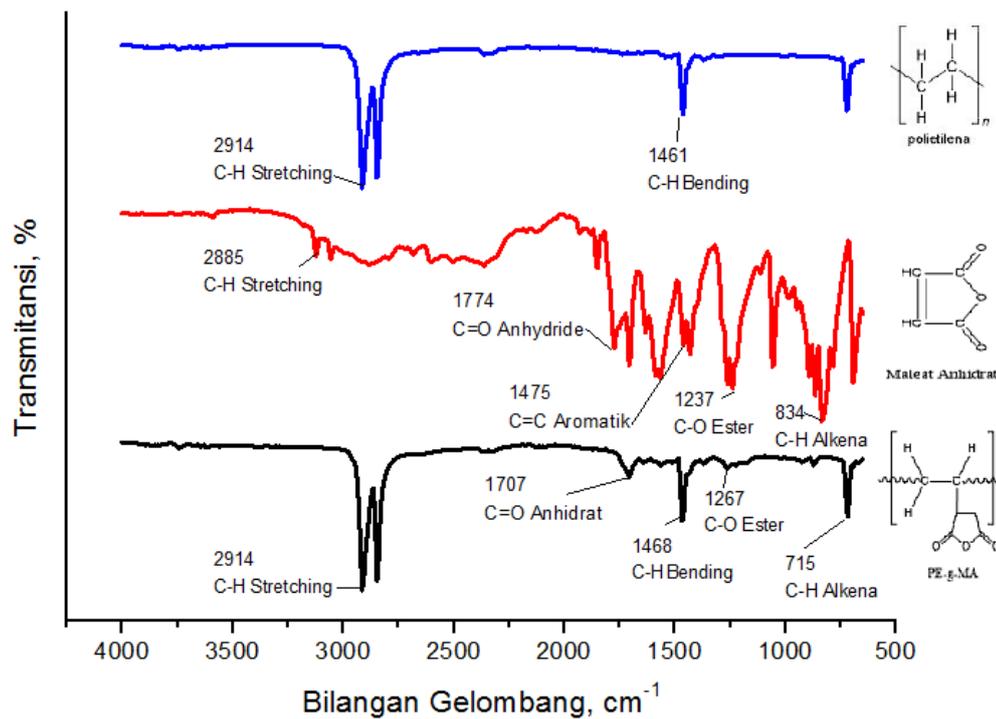
radikal bebas LLDPE dan *Maleat Anhidrida*. Konsentrasi Monomer *Maleat Anhidrida* yang cukup dalam reaksi akan mengoptimalkan persen pencangkokan *Maleat Anhidrida* ke dalam rantai LLDPE, sehingga meningkatkan konsentrasi LLDPE-g-MA yang dihasilkan. Peningkatan konsentrasi LLDPE-g-MA berbanding lurus dengan persentase *grafting*.

Selain itu, proporsi pencangkokan dipengaruhi oleh jumlah signifikan radikal bebas yang dihasilkan oleh benzoil peroksida. *Maleat Anhidrida* yang dicangkokkan ke rantai LLDPE tidak ideal bila konsentrasi inisiator Benzoil Peroksida terlalu rendah karena radikal bebas yang terbentuk tidak akan cukup untuk memulai rantai LLDPE untuk membentuk radikal bebas LLDPE (persentase pencangkokan rendah). Memaksimalkan pembentukan radikal bebas LLDPE akan meningkatkan jumlah radikal bebas benzoil peroksida, sehingga akan meningkatkan konsentrasi *maleat anhidrida* yang dicangkokkan ke rantai LLDPE dalam prosesnya (Waryat *et al.*, 2013; He *et al.*, 2013).

Analisis *Fourier Transform Infra Red* (FTIR)

Bilangan gelombang dari sampel polietilen, *Maleat Anhidrida* dan LLDPE-g-MA tertera pada grafik dalam Gambar 3. Dibandingkan dengan spektrum LLDPE, spektrum LLDPE-g-MA memiliki beberapa puncak baru (1707 dan 1267cm^{-1}) yang merupakan puncak serapan karakteristik dari MA yang dicangkokkan ke dalam monomer LLDPE. Penyerapan puncak pada 1707cm^{-1} adalah puncak serapan karakteristik dari karbonil ($\text{C}=\text{O}$) *Maleat Anhidrida*. Selanjutnya ada puncak karakteristik pada 1267cm^{-1} disebabkan oleh stretching cincin simetris ($\text{C}-\text{O}$). Terakhir, ada puncak baru pada 715cm^{-1} , yang dihasilkan dari peregangan cincin vibrasi dari lima karbon jenuh cincin Anhidrat. Ini semua menunjukkan bahwa MA berhasil dicangkokkan ke tulang punggung LLDPE. Bilangan gelombang yang hampir mendekati dilaporkan oleh penelitian sebelumnya (He *et al.*, 2013; Ghozali *et al.*, 2016).





Gambar 3. Spektrum FTIR dari polietilen, *Maleat Anhidrida* dan PE-g-MA

SIMPULAN

LLDPE *grafting Maleat Anhidrida* (LLDPE-g-MA) dapat dibuat menggunakan alat internal mixer dengan bantuan Benzoil Peroksida sebagai inisiator. Persen derajat *grafting* maksimal terjadi pada konsentrasi 9% *Maleat Anhidrida*. Terbentuknya puncak baru pada bilangan gelombang 1707 dan 1267 cm^{-1} merupakan puncak serapan karakteristik dari MA sebagai bukti telah terjadinya pencangkokan kedalam monomer LLDPE.

DAFTAR PUSTAKA

- Afifah, N., Sholichah, E., Indrianti, N., & Darmajana, D. A. (2018). Pengaruh Kombinasi Plasticizer Terhadap Karakteristik Edible Film Dari Karagenan Dan Lilin Lebah-(the Effect of Plasticizer Combination on Characteristics of Edible Film From Carrageenan and Beeswax). *Biopropal Industri*, 9(1), 49-60.
- Ghozali, M., Sinaga, P. D. B., & Yolanda, S. M. (2016). Pengaruh Konsentrasi Anhidrida Maleat dan Peroksida Benzoil terhadap Persen Pencangkokan pada Sintesis Kompatibilizer Polyethylene-Graft-Maleic Anhydride. *Jurnal Kimia Dan Kemasan*, 38(1), 41. <https://doi.org/10.24817/jkk.v38i1.1977>
- He, X., Zheng, S., Huang, G., & Rong, Y. (2013). Solution grafting of maleic anhydride on low-density polyethylene: Effect on crystallization behavior. *Journal of Macromolecular Science, Part B: Physics*, 52(9), 1265-1282. <https://doi.org/10.1080/00222348.2013.764217>
- Muharam, Y., Hadiwijaya, C., & Suryadi, J. (2012). Penentuan Angka Oktana Bahan Bakar Komersial dengan Menggunakan Model Kinetika Oksidasi dan Pembakaran Hidrokarbon Multikomponen. *Reaktor*, 14(2), 109-117.

- Octavianda, F. T., Asri, M. T., & Lisdiana, L. (2016). Potensi Isolat Bakteri Pendeградasi Plastik Jenis Polietilen Oxo-Degradable dari Tanah TPA Benowo Surabaya. *Lentera Bio*, 5(1), 32-35.
- Ritonga, A. H., Jamarun, N., Arief, S., Aziz, H., Tanjung, D. A., Isfa, B., ... & Faisal, H. (2022). Organic modification of precipitated calcium carbonate nanoparticles as filler in LLDPE/CNR blends with the presence of coupling agents: impact strength, thermal, and morphology. *Journal of Materials Research and Technology*, 17, 2326-2332.
- Rohmah, E. N., Maranata, S., Pius, D., & Ghozali, M. (2016). Pra Sintesa Compabilizer Abilizer LLDPE-g-MA. *Teknika: Jurnal Sains dan Teknologi*, 12(1), 16-24.
- Setiorini, I. A. (2017). Sifat Kuat Tarik Dan Morfologi Termoplastik Elastomer Dari Komposit Polypropylene & Natural Rubber. *Jurnal Teknik Patra Akademika*, 8(01), 42-54.
- Siregar, M. S., & Syaputra, I. R. (2015). Grafting Maleat Anhidrida Pada Karet Alam Siklis (Cyclic Natural Rubber/CNR) Dengan Inisiator Dicumyl Peroksida. *AGRIUM: Jurnal Ilmu Pertanian*, 17(2).
- Siregar, M. S., Thamrin, M., & Basuki, W. S. (2015). Modifikasi Kimia Karet Alam Siklis (Cyclic Natural Rubber/Cnr) Dengan Teknik Grafting: Menggunakan Monomer Metil Metakrilat Dan Inisiator Benzoil Peroksida. *Agrium: Jurnal Ilmu Pertanian*, 17(3).
- Tanjung, D. A., Jamarun, N., Arief, S., Aziz, H., & Ritonga, A. H. (2022). Influence of LLDPE-g-MA on Mechanical Properties, Degradation Performance and Water Absorption of Thermoplastic Sago Starch Blends. *Indonesian Journal of Chemistry*.
- Wardhana, P. B. W., Hanafi, A. F., Finali, A., & Umar, M. L. (2022). Potensi Limbah Plastik sebagai Sumber Energi Terbarukan Menggunakan Proses Degradasi Termal dan Katalitik. *J-Proteksion: Jurnal Kajian Ilmiah dan Teknologi Teknik Mesin*, 7(1), 14-20.
- Waryat, W., Romli, M., Suryani, A., Yuliasih, I., & Johan, S. (2018). Penggunaan Compatibilizer Untuk Meningkatkan Karakteristik Morfologi, Fisik Dan Mekanik Plastik Biodegradabel Berbahan Baku Pati Termoplastik-LLDPE. *Jurnal Sains Materi Indonesia*, 14(3), 214-221.
- Yoo, S. I., Lee, T. Y., Yoon, J. S., Lee, I. M., Kim, M. N., & Lee, H. S. (2001). Interfacial adhesion reaction of polyethylene and starch blends using maleated polyethylene reactive compatibilizer. *Journal of Applied Polymer Science*, 83(4), 767-776. <https://doi.org/10.1002/app.2271>

