

Pra Sintesa *Compatibilizer* *Abilizer* LLDPE-g-MA

ELFI NUR ROHMAH*, SHELLA MARANATA, DONI PIUS¹, MUHAMAD GHOZALI²

¹Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Cilegon

²Departemen Kimia Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, serpong

*Email: elfinurrohmah@gmail.com

Abstrak

Perkembangan penelitian mengenai komposit plastik biodegradable semakin banyak dilakukan. Penggabungan antara *polyethylene* jenis LLDPE (*Linear Low Density Polyethylene*) sebagai matriks yang dipadukan dengan PLA (*Polylactic Acid*) salah satunya. Perbedaan karakteristik dan sifat antara LLDPE dan PLA menyebabkan campuran tidak kompatibel oleh karena itu *compatibilizer* diperlukan pada saat pencampuran sehingga keduanya dapat bercampur sempurna. Pada penelitian ini dibahas mengenai pra pembuatan *compatibilizer* berupa LLDPE-g-MA atau *maleic anhydride grafted linear low-density polyethylene*. Rekayasa *compatibilizer* dilakukan beberapa variasi seperti waktu proses, pemurnian *compatibilizer* (sokhletasi) dan komposisi maleic anhidrat serta benzoil peroksida. Hasil *compatibiizer* yang terbentuk dianalisa %grafting dan analisa unsur dengan FTIR.

Kata Kunci: LLDPE, PLA, Maleic anhidrat, benzoil peroksida, *Compatibilizer* LLDPE-g-MA

Abstract

Research on the development of biodegradable plastics composites is getting a lot done . The merger between the polyethylene type of LLDPE (Linear Low Density Polyethylene) as a matrix combined with PLA (Polylactic Acid) one of them. Differences between the characteristics and properties of LLDPE and PLA causes the mixture is not compatible therefore compatibilizer is required upon mixing so that both miscible. In this study discussed about pre manufacture compatibilizer form of LLDPE - g - MA or Maleic anhydride grafted linear low - density polyethylene . Engineering compatibilizer done some variation of such a process , purification compatibilizer (sokhletasi) and composition Maleic anhydride and benzoyl peroxide . Results compatibiizer formed analyzed % grafting and element analysis by FTIR .

Keywords: LLDPE, PLA, Maleic anhidrid, benzoil peroksida, *Compatibilizer* LLDPE-g-MA

PENDAHULUAN

Plastik kemasan atau kantong plastic biasanya terbuat dari plastik jenis *polyethylene* dan *polypropylene*, umumnya hasil recycle dari keduanya. Karena terbuat dari *polyethylene* dan *polypropylene* yang merupakan turunan minyak bumi (*non-renewable*), kantong plastic ini tidak mudah terdegradasi oleh mikroorganismenya di dalam tanah. Kondisi demikian menyebabkan plastik kemasan ini tidak dipertahankan penggunaannya secara meluas karena menghasilkan sampah plastik yang banyak dan berpengaruh buruk terhadap lingkungan. Penggabungan antara *polyethylene* jenis LLDPE (*Linear Low Density Polyethylene*) sebagai matriks yang dipadukan dengan PLA (*Polylactic Acid*) salah satunya. Perbedaan karakteristik dan sifat antara LLDPE dan PLA menyebabkan campuran tidak kompatibel oleh karena itu *compatibilizer* diperlukan pada saat pencampuran sehingga keduanya dapat bercampur sempurna.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dikembangkan dengan cara rekayasa *compatibilizer*, dilakukan beberapa variasi seperti waktu proses, pemurnian *compatibilizer* (sokhletasi) dan komposisi maleic anhidrat serta benzoil peroksida. Hasil *compatibilizer* yang terbentuk dianalisa %grafting dan analisa unsur dengan FTIR.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Variasi Waktu Proses

Pada prasintesa *compatibilizer* ini dilakukan untuk mencari waktu reaksi yang optimal pada temperature operasi 120 °C yaitu selama 4, 5 dan 6 jam supaya didapatkan waktu proses reaksi yang terbaik untuk digunakan pada rekayasa *compatibilizer*. Hasil variasi waktu reaksi didapatkan bahwa hasil tekstur dari *compatibilizer* dengan waktu reaksi selama 5 jam lebih baik dibandingkan variasi waktu lain karena tekstur dari sampel 5 jam lebih lunak dan granular sehingga mudah untuk bercampur dengan komposit LLDPE/PLA.



Gambar 1. Perbandingan waktu proses reaksi *grafting*

3.2. Komposisi Maleic Anhidrat (MA)

Maleic anhidrat digunakan pada proses *grafting* dengan LLDPE sebagai komponen yang dapat menghubungkan LLDPE dengan PLA pada proses komposit. Pada intinya maleic anhidrat sangat berpengaruh pada proses komposit untuk itu diperlukan komposisi MA yang optimal pada proses rekayasa sehingga MA banyak yang tercangkok di dalam LLDPE. Sesuai dari penelitian yang telah dilakukan bahwa komposisi MA yang optimal untuk proses rekayasa *compatibilizer* LLDPE-g-MA adalah 10-40 phr. Untuk itu penelitian ini akan menggunakan komposisi MA sebesar 10-40 phr.

3.3. Komposisi Benzoil Peroksida (BP)

Sama halnya dengan maleic anhidrat, benzoil peroksida juga sangat berperan dalam proses rekayasa *compatibilizer* karena sebagai inisiator yang dapat menginisiasi LLDPE untuk membentuk radikal bebas sehingga MA dapat masuk ke dalam LLDPE untuk saling berikatan. Pada penelitian dari Ghaemy dan Roohina, 2002 telah melakukan variasi komposisi BP antara 1,2 dan 3 phr untuk rekayasa *compatibilizer* namun pada komposisi 3 phr terjadi penurunan drastis dibandingkan komposisi 1 dan 2 phr. Maka dari itu penelitian ini melakukan komposisi 0,5 phr untuk melihat apakah dengan komposisi yang lebih kecil akan menghasilkan persen grafting yang tidak terlalu jauh sehingga ekonomis.

Tabel 1. Perbandingan komposisi BP 0,5 dan 3 phr

Jumlah BP (phr)	Komposisi MA (phr)			
	10	20	30	40
0,5	5,939	5,547	6,174	7,587
3	5,664	5,9938	7,199	7,734

Dari tabel 1 diatas terlihat bahwa dengan komposisi 0,5 phr menghasilkan persen grafting yang tidak jauh berbeda dengan komposisi 3 phr. Untuk itu penelitian ini akan menggunakan komposisi BP sebesar 0,5; 1 dan 2 phr.

3.4. Rekayasa *compatibilizer* LLDPE-g-MA

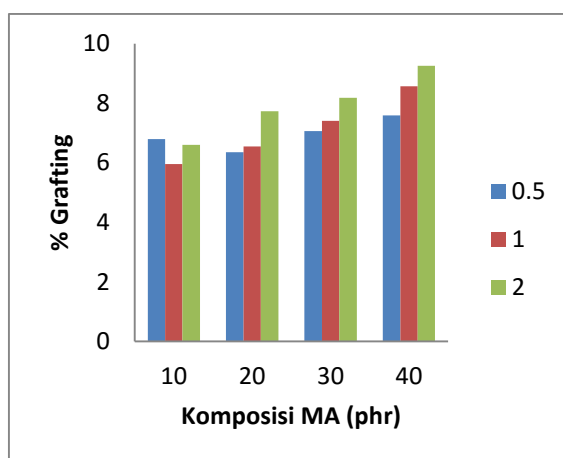
P

roses rekayasa *compatibilizer* LLDPE-g-MA merupakan proses pencampuran antara LLDPE dan maleic anhidrat dengan bantuan inisiator Benzoil Peroksida. *Compatibilizer* memiliki peranan penting dalam proses pembuatan polimer komposit yaitu sebagai jembatan penghubung dari campuran yang tidak kompatibel menjadi campuran stabil sehingga antar molekul dapat berikatan antara satu sama lain untuk bercampur. Pada Penelitian ini proses sintesa *compatibilizer* dipengaruhi oleh konsentrasi maleic anhidrat dan konsentrasi benzoil peroksida.

3.4.1. Analisa Persentase Grafting

Pada penelitian ini, penentuan persen *grafting* dilakukan dengan metode titrasi. Konsentrasi maleic anhidrat yang digunakan adalah 10-40 phr sedangkan konsentrasi inisiator yang digunakan adalah 0,5; 1 dan 2 phr. Pengaruh konsentrasi maleic anhidrat dan benzoil peroksida terhadap persen *grafting* ditunjukkan pada Gambar 2, dengan konsentrasi maleic anhidrat 40 phr didapatkan persen grafting yang lebih besar dibandingkan konsentrasi 10, 20 dan 30 phr. Kenaikan persen grafting disebabkan oleh formasi cross-lingking LLDPE dan poli (maleic anhidrat) bertambah. Makin bertambahnya konsentrasi maleic anhidrat maka akan menurunkan persen grafting karena terjadi reaksi antar monomer maleic anhidrat, sehingga maleic anhidrat cenderung membentuk diri sendiri dibandingkan dengan menempel pada rantai LLDPE. (Waryat, 2013)

Pencangkakan maleic anhidrat kedalam *polyethylene* terjadi ketika polimer menjadi radikal. Hal tersebut dapat dilakukan oleh benzoil peroksida yang berperan sebagai inisiator. Benzoil peroksida akan terdekomposisi menjadi radikal bebas sehingga mampu menginisiasi polimer menjadi radikal. Dari hal tersebut terlihat bahwa peranan benzoil peroksida sangat penting dalam sintesa *compatibilizer* LLDPE-g-MA. Pada Gambar 5 menunjukkan bahwa makin besar penambahan benzoil peroksida akan meningkatkan persen grafting karena inisiator berperan membentuk radikal pada rantai LLDPE sehingga meningkatkan laju reaksi kombinasi atau transfer rantai dengan maleic anhidrat, tetapi penambahan benzoil peroksida yang terlalu banyak dapat menurunkan nilai persen grafting karena persen grafting tidak hanya bergantung pada jumlah rantai cabang tetapi juga berat molekul sampel. Ketika poli (maleic anhidrat) makroradikal bertambah, maka laju kombinasi dan disproporsionasi juga bertambah terhadap pembentukan LLDPE makroradikal. Hasil ini didukung oleh Mousa Ghaemy yang telah meneliti proses grafting maleat pada *polyethylene* (Ghaemy M, 2002).



Gambar 2. Hasil analisa persentase grafting

Gambar 2 menunjukkan bahwa pada saat maleic anhidrat sebesar 40 phr dengan benzoil peroksida 0,5, 1 dan 2 phr, persen grafting yang didapat makin mengalami peningkatan yaitu 7,5870% , 8,56975 % dan 9,25976%. Maleic anhidrat sebesar 10 phr dengan penambahan benzoil peroksida sebesar 0,5 phr mengalami peningkatan persen grafting sebesar 6,7995% karena masih terdapat benzoil peroksida dari proses sebelumnya sehingga benzoil tersebut bereaksi dengan rantai polimer serta meningkatkan persen graftingnya. Benzoil peroksida sebesar 2 phr memiliki persen grafting yang terus meningkat sebanding dengan meningkatnya konsentrasi maleic anhidrat dari 10 - 40 phr yaitu 6,60135 % - 9,25976 %. Peningkatan ini menunjukkan bahwa benzoil peroksida pada saat 2 phr berperan maksimal dalam membentuk radikal pada LLDPE sehingga meningkatkan laju reaksi kombinasi atau transfer rantai dengan maleic anhidrat.

Dari hasil rekayasa *compatibilizer* LLDPE-g-MA didapat persen grafting terbaik adalah sebesar 9,25976% dengan komposisi MA dan BP masing-masing sebesar 40 dan 2 phr. Dengan hasil tersebut maka komposisi MA dan BP 40 dan 2 phr adalah *compatibilizer* yang akan digunakan pada proses komposit LLDPE/PLA. Dari penelitian Madhu *et al*, 2014 menyebutkan bahwa *compatibilizer* dengan jumlah 4 phr adalah komposisi optimal pada proses komposit PE/PLA hal itu dibuktikan oleh Madhu *et al*, 2014 dengan hasil komposit yang memiliki sifat mekanik terbaik dengan nilai *tensile strength* dan *elongation at break* sebesar 19,9 MPa dan 147 %. Untuk itu penelitian ini akan menggunakan komposisi 4 phr pada komposit LLDPE/PLA.

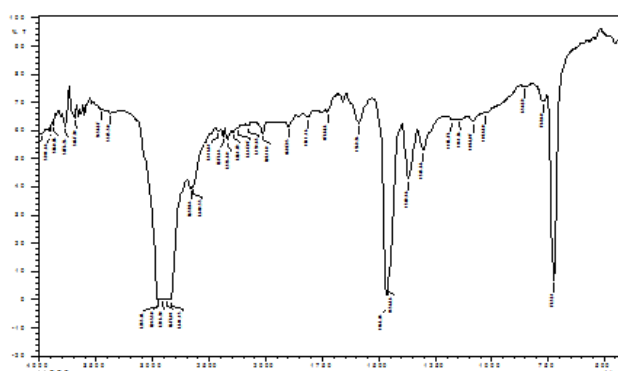
3.4.2. Analisa FTIR

Untuk mengetahui terjadinya pencangkakan atau *grafting* maleic anhidrat (MA) ke dalam LLDPE maka dilakukan pengujian terhadap serapan gelombang inframerah dengan menggunakan FTIR. FTIR dapat mengidentifikasi gugus fungsi yang terbentuk pada sampel. Penerapan spektroskopi inframerah dalam penelitian polimer mencakup aspek kualitatif karena berupa penentuan struktur dari sampel dengan cara mengamati frekuensi-frekuensi yang khas dari gugus fungsi spectra FTIR yang didapat yaitu dengan membandingkan spectra LLDPE murni dan maleic anhidrat murni dengan LLDPE-g-MA.

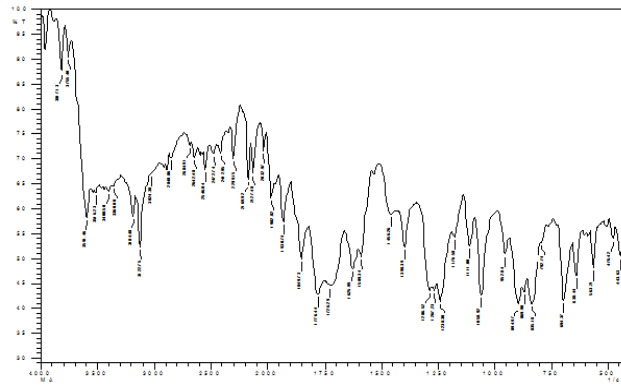
Gambar 3a merupakan grafik FTIR dari LLDPE murni dimana pada bilangan gelombang $2963,02\text{ cm}^{-1}$ merupakan puncak dari gugus fungsi CH_2 dan CH_3 yang termasuk gugus aliphatik sedangkan pada bilangan gelombang $1462,04\text{ cm}^{-1}$ terjadi gugus fungsi dari C-H ($-\text{CH}_3$). Gugus fungsi H-C-H terjadi pada bilangan gelombang $723,31\text{ cm}^{-1}$. Pita-pita serapan merupakan serapan khas untuk polyethylene (Peacock, 2000)

Gambar 3b merupakan grafik FTIR dari maleic anhidrat murni dimana pada bilangan gelombang $2848,96\text{ cm}^{-1}$ merupakan puncak dari gugus fungsi C-H sedangkan pada bilangan gelombang $2684,91\text{ cm}^{-1}$ terjadi gugus fungsi dari $-\text{CHO}$. Gugus fungsi C=C terjadi pada bilangan gelombang $1776,44\text{ cm}^{-1}$ dan gugus fungsi C=O terdapat pada bilangan gelombang $1726,29\text{ cm}^{-1}$.

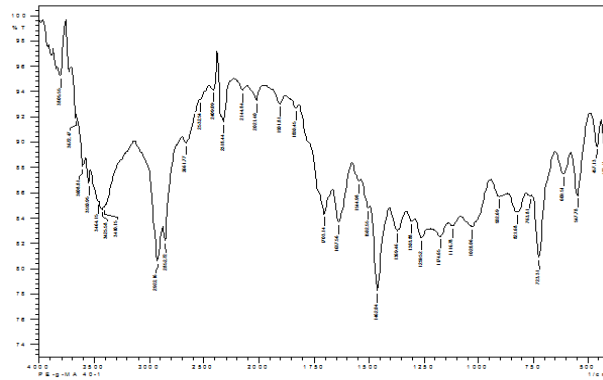
Gambar 3c merupakan grafik FTIR dari LLDPE-g-MA. Pada gambar terlihat bahwa muncul pita-pita serapan baru yang merupakan gabungan ikatan antara MA dengan LLDPE. Hal ini ditunjukkan dengan munculnya puncak serapan dengan bilangan gelombang $2852,72\text{-}2922,16\text{ cm}^{-1}$ khas untuk CH_2 dan CH_3 dari LLDPE dan puncak serapan dengan bilangan gelombang $1830,45\text{ cm}^{-1}$ merupakan serapan gugus karbonil (C=O) dari maleic anhidrat. Hasil Spektra FTIR menunjukkan bahwa maleic anhidrat tergrafting pada rantai polimer LLDPE. Selain itu, terdapat gugus fungsi O-H pada bilangan gelombang $3410,15\text{-}3464,15\text{ cm}^{-1}$, serapan gugus fungsi C=C terdapat pada bilangan gelombang $1703,14\text{ cm}^{-1}$, serapan gugus fungsi C-H pada bilangan gelombang $1462,04\text{ cm}^{-1}$ dan bilangan gelombang $723,31\text{ cm}^{-1}$ untuk gugus fungsi H-C-H.



(a)



(b)



(c)

Gambar 3. FTIR spectrum a.) LLDPE b.) MA c.) LLDPE-g-MA

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat diperoleh kesimpulan bahwa semakin besar konsentrasi maleic anhidrat dan konsentrasi benzoil peroksida maka makin besar persen grafting atau makin banyaknya maleic anhidrat yang tercangkok ke dalam LLDPE dimana hasil rekayasa compatibilizer LLDPE-g-MA yang terbesar adalah dengan persen grafting sebesar 9,25976 % pada konsentrasi MA dan BP sebesar 40 dan 2 phr.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih penulis sampaikan kepada LIPI yang berkenan untuk pendanaan penelitian ini

DAFTAR RUJUKAN

Ghaemy, M. Dan Roohina, S. 2002. *Grafting of Maleic Anhydride on Polyethylene in a Homogeneous Medium in the Presence of Radical Initiators*. Iran Polymer Journal, Vol. 12, p.21-29.

Hamid, Tengku Faisal Z. 2008. Pengaruh Modifikasi Kimia Terhadap Sifat-Sifat Komposit Polietilena Densitas Rendah (LDPE) Terisi Tempurung Kelapa. Tesis Sekolah PascaSarjana Universitas Sumatera Utara.

Narayan R. 2006. Biobased dan Biodegradable Plastic: <http://PlasticIndustry.org>. tanggal akses [20 November 2014]

Petinakis, Eustathios et al. 2013. Natural Fibre Bio-Composites Incorporating Poly (Lactic Acid).
Pranamuda H. 2001. Pengembangan Plastik Biodegradabel Berbahan Baku Pati Tropis.makalah hardening pdf.

Seigel, Emma and Lisa Barrow. 2007. *Biodegradable Plastics*. Online. Artikel diunduh tanggal 8 Februari 2012.

