

**EFEKMONTMORILLONIT DAN MAGNESIUM HIDROKSIDA
TERHADAP PERUBAHAN IKATAN DAN FASE KRISTALIN
LLDPE SEBAGAI BAHAN ISOLATOR KABEL**

Sulistyo Saputro & M. Masykuri

Program Studi Kimia FKIP UNS, Jl. Ir. Sutami 36A Surakarta
57162.

Email: sulisty68@yahoo.com

ABSTRAK

Penelitian ini mengkaji pembuatan komposit LLDPE/Mg(OH)₂ dengan aditif mineral silikat lokal, yaitu montmorillonit dari Boyolali dan Pacitan. Komposisi LLDPE/Mg(OH)₂ yang diteliti sebesar 90/10, 80/20 dan 70/30. Aditif silikat yang ditambahkan memiliki konsentrasi yang bervariasi antara 0 - 5%. Struktur kimia komposit polimer ditentukan menggunakan FTIR, sedangkan kristalinitas ditentukan dengan menggunakan X-Ray Diffraction) tipe Rigaku geiger flex. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pembentukan komposit polimer LLDPE/Mg(OH)₂ dengan aditif montmorillonit tidak membentuk ikatan silang. Perbedaan komposisi LLDPE/Mg(OH)₂ juga tidak berpengaruh pada ikatan kimia komposit polimer, namun penambahan aditif montmorillonit yang semakin meningkat (dari 1 % sampai dengan 5%) menyebabkan pengurangan prosen kristalinitas.

Kata kunci: LLDPE, Mg(OH)₂, montmorillonit lokal.

PENDAHULUAN

Dari penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, magnesium hidroksida, Mg(OH)₂ dapat digunakan sebagai alternatif zat anti nyala pengganti zat-zat di atas (Gann, 1993; Gilbert, dan Petiraksakul, 1997). Penelitian lanjut mengenai manfaat magnesium hidroksida, Mg(OH)₂ sebagai zat anti nyala telah pula dilakukan (Troitzsch, 1990), hasilnya menunjukkan bahwa aditif ini memiliki stabilitas termal yang tinggi sehingga dapat berfungsi sebagai dopant anti api. Namun, penambahan Mg(OH)₂ ini menimbulkan masalah lain, karena konsentrasi yang ditambahkan harus tinggi. Padahal pada kadar ini, polimer akan berubah menjadi bahan ber-rapat massa tinggi sehingga sangat kaku dan merosot kekuatan mekaniknya (Hosoda dan Uemura, 1992; Wolf dan Kaul, 1992). Aplikasinya dalam kabel listrik, bahan elektronik, dan transportasi menjadi tidak disukai.

Salah satu solusinya adalah menambahkan aditif berbasis silikat yang disintesis khusus sehingga menghasilkan struktur berdimensi mikro (mikrokomposit). Penelitian terbaru mengenai struktur mikro atau nanokomposit pada beberapa jenis polimer, yakni *polydimethylsiloxane* dan *ethylene vinyl acetate*, telah menghasilkan kualitas polimer yang makin baik (Raphael Mestanza, 2003). Penelitian ini mengkaji pembuatan komposit LLDPE- $Mg(OH)_2$ dengan variasi aditif berbasis silikat, yaitu: *montmorillonit* menggunakan metode sintesis pelarut (*solvent method*). Aplikasi teknik sintesis dengan metode pelarut serta penambahan aditif berbasis silikat akan menyebabkan jumlah aditif yang ditambahkan jauh berkurang namun tetap dihasilkan ikatan kimia antara polimer dengan aditif, sehingga ketahanan nyala dan kekuatan mekanik komposit makin baik.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat-alat yang dipakai dalam penelitian ini terdiri dari: hot press tipe SA-302-1-S merk Toyoseiki, spektrometer IR merk Buck-M500, neraca analitik, termometer, sendok logam, bingkai cetakan glossy plate ukuran 0,3 mm x 18 cm x 20 cm, bingkai cetakan aluminium ukuran 0,08 cm x 18 cm x 20 cm, waskom, mikrometer dan alat-alat gelas.

Bahan-bahan yang diperlukan dalam penelitian ini terdiri dari: LLDPE (E-merck), magnesium hidroksida, 99,9% grade (E-merck), N, N-dimethylform amida (E-merck), nitro benzena, *montmorillonit* Boyolali, *montmorillonit* Pacitan, indium, orto-Xilena, akuades.

Prosedur Penelitian

Sintesis komposit polimer dilakukan menggunakan metode pelarut. Komposisi campuran LLDPE/ $Mg(OH)_2$ /*montmorillonit* sesuai komposisi pada Tabel 1. Identifikasi struktur kimia dilakukan menggunakan spektrometri FTIR, sedangkan karakterisasi kristalinitas dilakukan menggunakan difraksi sinar X (XRD) tipe *Rigaku geiger flex*. Pengujian menggunakan metode uji difraksi Bragg.

Tabel 1. Komposisi Campuran Komposit Polimer

Komponen	Komposisi campuran		
	I	II	III
LLDPE	90	80	70
Mg(OH) ₂	10	20	30
Aditif silikat	B, M	B, M	B, M

Keterangan : B: Blanko, tanpa aditif silikat,

M:Montmorillonit (1, 2, 3, 4, dan 5%), dari Boyolali dan Pacitan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Struktur Kimia Komposit Polimer. Perbedaan pola spektra FTIR antara LLDPE, LLDPE/Mg(OH)₂ dan LLDPE/Mg(OH)₂/Montmorillonit 5% (Sampel A6) disarikan dalam tabel di bawah ini. Dari spektra infra merah yang diperoleh, secara umum dapat diamati bahwa semua sampel (LLDPE, LLDPE/Mg(OH)₂, serta LLDPE/Mg(OH)₂/ Montmorillonit 5%) menunjukkan pola-pola puncak yang hampir sama. Hanya pada LLDPE tanpa Mg(OH)₂ tidak menunjukkan adanya puncak 3611,2 (w,sh); 361,3 (w,sh); dan 3483,3 (w,sh) yang merupakan vibrasi regang OH.

Puncak 2900,0 cm⁻¹ yang terletak dalam pita 3000-2700 cm⁻¹ merupakan regang C-H yang dapat berupa -CH₃, =CH₂ untuk intensitas tinggi dan ≡CH untuk intensitas rendah. Beberapa puncak yang tak teridentifikasi dapat muncul karena pita getar tambahan (*overtone*), yakni 2021,3 (s, sh), 2661,6 (w, sh), dan 2414,7 (s, sh).

Secara umum dapat dilihat bahwa puncak-puncak pada LLDPE maupun LLDPE/Mg(OH)₂ menunjukkan jenis ikatan yang sama kecuali puncak-puncak 3483,3 (w,sh) 3611,0 (w,sh), dan 3611,3 (w,sh) yang hanya muncul pada LLDPE/Mg(OH)₂ dan 3695,4 (s, sh), 3649,1 (w, sh), 3606,6 (w, sh), dan 3371,3 (w, sh) yang muncul pada LLDPE/Mg(OH)₂/Montmorillonit. Perbedaan intensitas pada puncak-puncak tersebut memberikan indikasi adanya perubahan konsentrasi pada ikatan khas yang ditunjukkan puncak tersebut.

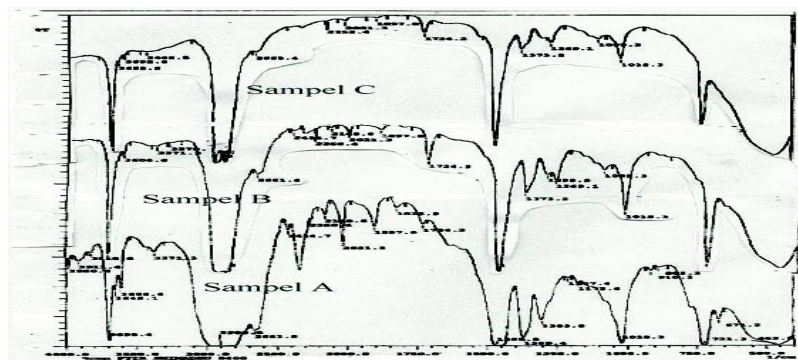
Selanjutnya, untuk mengetahui perubahan struktur kimia yang terjadi antara komposit polimer dengan variasi LLDPE/Mg(OH)₂ dilakukan pengujian FTIR pada ketiga jenis sampel, yaitu komposit polimer A (LLDPE/Mg(OH)₂ : 90/10, komposit polimer B (LLDPE/Mg(OH)₂ : 80/20 dan komposit polimer C (LLDPE/Mg(OH)₂ :

70/30, dengan masing-masing mengandung montmorilonit dalam jumlah yang sma yaitu 5%. Spektra FTIR terlihat dalam Gambar 3.

Tabel 1. Puncak-puncak Khas Spektra Infra Merah pada LLDPE, LLDPE/Mg(OH)₂ dan LLDPE/Mg(OH)₂/Montmorillonit 5%

Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)			Jenis Vibrasi/Ikatan
LLDPE	LLDPE/ Mg(OH) ₂	LLDPE/Mg(OH) ₂ / Montmorillonit 5% (Sampel A6)	
	3611,2 (w,sh)	3695,4 (s,sh) 3649,1 (w,sh)	Regang -O-H
	3611,3 (w,sh)	3606,6 (w, sh)	Regang -O-H
	3483,3 (w,sh)	3371,3 (w, sh)	Regang -O-H
2900,0 (s,sh)	2900,1 (s,sh)	2908,5 (s, b)	Regang C-H
1444,6 (s, sh)	1444,4 (s, sh)	1465,8 (s, sh)	Regang -CH ₂ -CH ₃
1379,0 (m,sh)	1379,0 (m,sh)	1369,4 (s, sh)	Lentur -CH ₃
1305,7 (m,sh)	1305,7 (m,sh)	1303,8 (s, sh)	
731,0 (s,sh)	731,0 (s,sh)	721,3 (s,sh)	Regang -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -

Keterangan : s: kuat, m: sedang, w: lemah; sh : tajam, b : melebar



Gambar 1. Spektra FTIR Komposit Polimer. Komposit A (LLDPE/Mg(OH)₂ = 90 : 10), Komposit B (LLDPE/Mg(OH)₂ = 80:20), dan Komposit C (LLDPE/Mg(OH)₂ = 70 : 30)

Dari spektra di atas terlihat bahwa secara umum ketiga sampel menunjukkan pola spektra yang sama, daftar dan karakter puncak dari ketiga sampel secara ringkas ditabulasikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Puncak-puncak Khas Spektra Infra Merah pada komposit polimer pada berbagai variasi komposisi LLDPE/Mg(OH)₂

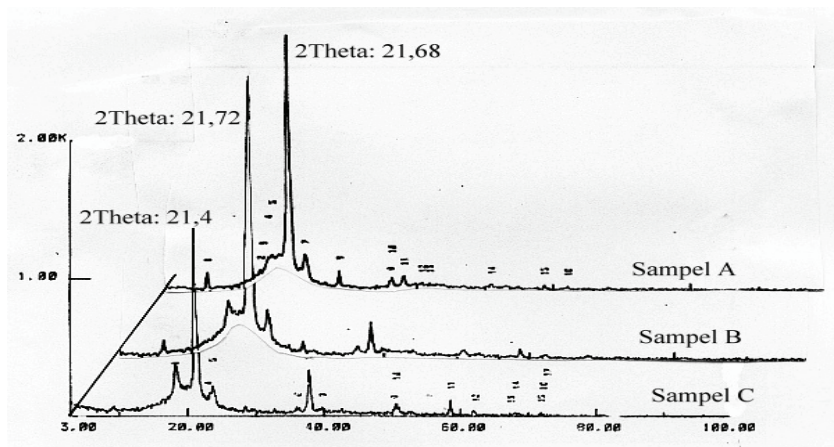
Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)			Jenis Vibrasi/ Ikatan
LLDPE/Mg(OH) ₂ : 90/10	LLDPE/Mg(OH) ₂ : 80/20	LLDPE/Mg(OH) ₂ : 70/30	
3695,4 (s, sh)	3695,4 (s, sh)	3695,4 (s, sh)	Regang -O-H
2908,5 (s, br)	2846,7 (s, br)	2920,0 (s, br)	Regang C-H
1465,8 (s, sh)	1465,8 (s, sh)	1465,8 (s, sh)	Regang-CH ₂ -CH ₃
1369,4 (s, sh)	1373,2 (s, sh)	1373,2 (s, sh)	Regang -CH
1303,8 (s, sh)	1299,9 (m, sh)	1269,1 (w, sh)	Lentur -CH ₃
1018,3 (s, sh)	1018,3 (s, sh)	1018,3 (s, sh)	Lentur -CH ₂ -CH ₃
721,3 (s, sh)	725,2 (s, sh)	721,3 (s, sh)	Regang -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -

Keterangan:s (kuat), m (sedang), w (lemah), sh (tajam), br (lebar)

Dari tabel 2 dapat disimpulkan bahwa perbedaan komposisi LLDPE/Mg(OH)₂ tidak berpengaruh pada ikatan kimia komposit polimer, namun hanya berpengaruh pada intensitas puncak. Intensitas puncak yang semakin tinggi menandakan konsentrasi zat dalam matrik polimer bertambah besar, meski untuk spektra FTIR hal ini perlu dikonfirmasi dengan data-data lain.

Kristalinitas Komposit Polimer. Pengujian kristalinitas dilakukan menggunakan difraksi sinar X (XRD) tipe *Rigaku geiger flex*. Pengujian menggunakan metode uji difraksi Bragg, Cu K α 1, $\lambda = 1,5406\text{\AA}$. Pada saat pengukuran dilakukan, kelembaban relatif 50% dan temperatur 24°C. Hasil pengukuran XRD disajikan dalam Gambar 2.

Dari termogram di atas, terlihat bahwa ketiga jenis komposit polimer memiliki puncak tajam berintensitas kuat pada selang 2 θ antara 2,4 sampai 2,7. Dari aluran termogram tersebut menunjukkan bahwa matrik ketiga komposit polimer yakni komposit A (LLDPE/Mg(OH)₂ = 90 : 10), B (LLDPE/Mg(OH)₂ = 80 : 20), dan C (LLDPE/Mg(OH)₂ = 70 : 30) berupa semikristalin. Jumlah dan pola puncak yang relatif tetap menunjukkan tidak terbentuknya kristal/zat baru pada ketiga variasi komposisi tersebut.



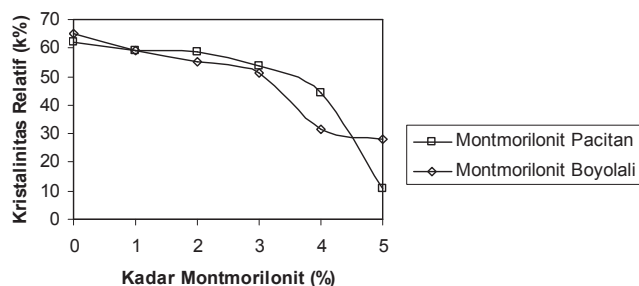
Gambar 2. Difraktogram komposit polimer. Komposit A (LLDPE/Mg(OH)₂ = 90 : 10), B (LLDPE/Mg(OH)₂ = 80 : 20), dan C (LLDPE/Mg(OH)₂ = 70 : 30)

Untuk menentukan besarnya derajat kristalinitas dapat diperoleh dengan membandingkan intensitas dari puncak pada $2\theta = 21,4 - 21,7$; datanya disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Intensitas puncak difraktogram

No.	Komposit Polimer	Intensitas puncak (CPS) pada $2\theta = 21,4 - 21,7$
1.	LLDPE/Mg(OH) ₂ = 90 : 10	2340
2.	LLDPE/Mg(OH) ₂ = 80 : 20	1996
3.	LLDPE/Mg(OH) ₂ = 70 : 30	1203

Pada penelitian ini, kristalinitas komposit polimer secara kuantitatif tidak dapat ditentukan secara pasti karena tidak adanya standard pembanding yang kristalinitasnya diketahui secara pasti, namun berdasarkan perbandingan relatif dengan komposit polimer lain dapat ditentukan kristalinitas relatifnya. Berdasarkan perbandingan intensitas puncak, dapat ditentukan bahwa komposit polimer dengan komposisi LLDPE/Mg(OH)₂ = 90 : 10 memiliki fasa kristalin yang paling besar, berturut-turut kemudian LLDPE/Mg(OH)₂ = 80 : 20 dan LLDPE/Mg(OH)₂ = 70 : 30.



Gambar 3. Pengaruh kadar montmorilonit terhadap kristalinitas komposit polimer

Pengaruh kadar montmorilonit terhadap kristalinitas komposit polimer diperoleh hasilnya dari data analisis termal DTA. Sedangkan ditinjau dari kristalinitasnya, penambahan aditif montmorillonit yang semakin meningkat (dari 1 % sampai dengan 5%) akan menyebabkan pengurangan prosen kristalinitas. Fakta ini disebabkan oleh berkurangnya jumlah LLDPE dalam sistem komposit polimer yang merupakan senyawa kristalin.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan, pada aspek struktur kimia, pembentukan komposit polimer LLDPE/Mg(OH)₂ dengan aditif montmorillonit tidak membentuk ikatan silang. Perbedaan komposisi LLDPE/Mg(OH)₂ juga tidak berpengaruh pada ikatan kimia komposit polimer, namun penambahan aditif montmorillonit yang semakin meningkat (dari 1 % sampai dengan 5%) menyebabkan pengurangan prosen kristalinitas.

Pengembangan lanjut penelitian memberikan peluang eksplorasi lebih lanjut mengenai pemanfaatan bahan-bahan alam untuk meningkatkan kinerja polimer yang pada gilirannya membuka peluang pemanfaatannya dalam berbagai aplikasi industri. Kajian-kajian aplikasinya perlu dilakukan untuk memperoleh bahan yang spesifik.

Ucapan terimakasih

Ucapan terimakasih kami sampaikan kepada Proyek Peningkatan Penelitian Pendidikan Tinggi DP2M Dirjen Dikti atas dukungan dana sehingga terlaksananya penelitian ini. Kami juga mengucapkan terimakasih kepada Ketua Laboratorium Program Kimia FKIP UNS, Laboratorium Pusat MIPA UNS, Pusat Penelitian Fisika LIPI Bandung, serta semua pihak yang membantu terlaksananya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Gann RG. 1993. *Flame Retardants: Overview*. Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology, 4th ed. New York, John Wiley & Sons, vol 10, pp 930-936.
- Gilbert, M. and Petiraksakul, P.1997. *Stearate Coatings on Particulate Fillers - the Effects on Resulting Compound Properties*. Journal of Polymer and Polymer Composites, 5(8), 1997, pp 535-539.
- Hosoda, Satoru dan Akio Uemura 1992. *Effect of the Structural Distribution on the Mechanical Properties of Linear Low-Density Polyethylenes*. Polymer Journal. Vol. 24 No. 9, p. 939-949.
- Rabek, J.F. 1980. *Experimental Methods in Polymer Chemistry*. New York: John Wiley & Sons.
- Slade, P.E., Jr. & Lloyd T.J. 1966. *Techniques and Methods of Polymer Evaluation*. Vol. 1. New York: Marcel Dekker, p. 44 dan 72-73.
- Troitzsch JH. 1990. *International Plastics Flammability Handbook: Principles, Regulations, Testing And Approval*, 2nd ed. Munich, Germany, Hanser Publishers.
- Wolf R dan Kaul BL. 1992 *Plastics, Additives*. Ullmann's Encyclopedia Of Industrial Chemistry, ed. Weinheim, Gemany, VCH Verlag, vol A20, pp 459-507.