



## **Karakterisasi Campuran Zeolit Alam Dan Abu Boiler Sebagai Bahan Pengisi Termoplastik Ldpe (*Low Density Polyethylene*)**

**Norma Septiani dan Nurdin Bukit\***

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan, Indonesia

*Diterima Oktober 2014; Disetujui November 2014; Dipublikasikan Desember 2014*

### **Abstrak**

Telah dilakukan penelitian karakterisasi campuran zeolit alam dan abu boiler kelapa sawit sebagai bahan pengisi termoplastik LDPE. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui ukuran kristal, struktur kristal serta kandungan bahan pengisi termoplastik LDPE dengan karakterisasi XRD dan pengaruh pengisi terhadap kekuatan mekanik nanokomposit. Dalam penelitian ini proses pengolahan zeolit alam dan abu boiler kelapa sawit diolah menjadi nanokomposit menggunakan alat Planetary Ballmill PM Retsch, bentuk zeolit alam yang masih bongkahan dihancurkan, kemudian dibalmil selama 1 jam dengan kecepatan 250 rpm, kedua pengisi diayak dengan ukuran 200 mesh. Dilakukan proses pemurnian zeolit alam dengan HCl 2M, untuk abu boiler kelapa sawit NaOH 2,5M dan dikeringkan pada suhu 100 °C selama 2 jam. Selanjutnya dibalmil selama 15 jam dengan kecepatan 400 rpm, kemudian dikarakterisasi dengan XRD. Zeolit alam dan abu boiler kelapa sawit dicampurkan dengan variasi perbandingan berat 30/70, 40/60, 50/50, 60/40, 70/30 dari % berat pengisi untuk mengisi LDPE dengan menggunakan kompatibilizer (PE-g-MA). Setiap variasi dimasukkan kedalam internal mixer agar pencampuran lebih homogen dengan kecepatan 60 rpm pada suhu 150 °C selama 10 menit dengan komposisi LDPE 88 %, bahan pengisi 10% dan PE-g-MA 2% berat. Dari hasil penelitian diperoleh hasil analisis XRD ukuran diameter kristal rata-rata zeolit alam sekitar 44,46 nm sedangkan ukuran abu boiler 100,7 nm. Kandungan yang dominan dari zeolit alam SiO<sub>2</sub> quartz dan *crystalite* dan abu boiler SiO<sub>2</sub> dan Al<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>O<sub>5</sub>(OH)<sub>4</sub>. Hasil uji mekanik diperoleh nilai kekuatan tarik meningkat pada variasi 70/30 sebesar 9,16 MPa.

**Kata kunci:** Zeolit alam, Abu Boiler, nanokomposit, XRD dan uji mekanik

**How to Cite:** Norma Septiani dan Nurdin Bukit (2014). Karakterisasi Campuran Zeolit Alam Dan Abu Boiler Sebagai Bahan Pengisi Termoplastik Ldpe (*Low Density Polyethylene*), *Jurnal Einstein Prodi Fisika FMIPA Unimed*, 2 (3): 27-32.

\*Corresponding author:

E-mail : [normaseptiani683@gmail.com](mailto:normaseptiani683@gmail.com)

p-ISSN : I2338 - 1981

## PENDAHULUAN

Penggunaan plastik telah meluas hampir ke seluruh bidang kehidupan. Berbagai produk dan peralatan dihasilkan dari bahan ini karena dinilai lebih ekonomis, tidak mudah pecah, fleksibel, dan ringan. Diantara jenis plastik yang sering digunakan adalah termoplastik karena dapat didaur ulang. Termoplastik yang sering digunakan adalah polietilena, polipropilena, polistirena dan lain-lain.

Polietilena adalah polimer termoplastik yang secara komersial banyak digunakan sehingga diproduksi secara besar. Banyaknya permintaan polietilena tidak terlepas dari sifat-sifatnya yang tahan terhadap zat kimia, ringan, mudah dibentuk dan tidak mahal (Sitepu, I.P., 2009). Polietilen adalah bahan termoplastik yang kuat dan dapat dibuat dari yang lunak sampai yang kaku. Polietilen densitas rendah relatif lemas dan kuat, digunakan untuk pembuatan kantong kemasan, tas, botol, industri bangunan, dan lain-lain. Keduanya mempunyai sifat yang berbeda, LDPE derajat kristalinitasnya 60%, Kelebihan polimer LDPE sebagai matriks antara lain: mudah diproses, suhu pemrosesan yang lebih rendah dibandingkan polimer lain serta lebih aplikatif dalam penggunaannya. Polimer termoplastik seperti polietilen densitas rendah (LDPE) merupakan bahan komposit polimer komersial yang relatif lebih murah dibandingkan polimer termoset yang tersedia (Hamid., 2008).

Polietilena adalah polimer termoplastik yang banyak digunakan untuk pembuatan komposit. Teknologi komposit yang terus berkembang dewasa ini ternyata mampu mengatasi permasalahan yang timbul pada saat mencampurkan dua jenis atau lebih material dengan karakter yang berbeda. Polimer komposit dengan rekayasa material dapat dilakukan dalam ukuran berskala nano. Banyak penelitian menyebutkan bahwa pembuatan komposit dengan *filler* ukuran nano dapat meningkatkan properti dari material tersebut (Barleany, dkk., 2011). Beberapa

bahan pengisi (*filler*) yang dapat digunakan pada plastik untuk meningkatkan sifat fisik material dan untuk mengurangi biaya komponen, mempercepat proses pencetakan dan meningkatkan konduktivitas termal polimer tersebut (Surdia dan Shinrokhu., 1984). Penelitian yang telah menggunakan sebagai bahan pengisi termoplastik LDPE diantaranya: LDPE/tempurung kelapa (Hamid, T., 2008), LDPE/pati (Yuniari, A., 2011), LDPE/serat nanas dan *organoclay* pacitan (Nizmah, S., 2010), LDPE/selulosa tandan kelapa sawit (Marpaung, Nalom D., 2011) dan LDPE/zeolit alam (Juliana, S., 2013).

Polimer dan zeolit merupakan material yang tidak kompatibel apabila dipadukan, maka untuk memadukannya diperlukan *Compatibilizer*. *Compatibilizer* PE-g-MA merupakan senyawa spesifik yang dapat digunakan untuk memadukan polimer yang tidak kompatibel menjadi campuran yang stabil melalui ikatan intermolekuler (Bukit, N., 2011).

Dalam penelitian ini pemilihan bahan zeolit alam dan abu boiler dalam bentuk ukuran nanokomposit sebagai bahan pengisi matriks LDPE diharapkan dapat mengubah karakteristik bahan misalnya dapat meningkatkan sifat mekanik serta dapat mengeraskan matriks dan menambah kekakuan, mengurangi tegangan internal dan penggunaan bahan alam yang merupakan potensi dari daerah Jawa .

Sehingga dari uraian diatas, penulis berkeinginan melakukan penelitian mengenai pencampuran LDPE dengan Zeolit alam yang dicampurkan dengan abu boiler kelapa sawit sebagai pengisi (*filler*). Serta karakterisasi dari bahan yang mau diteliti untuk meningkatkan sifat mekanik (Kekuatan tarik, *Elongation at break* (perpanjangan putus), Modulus Elastis) serta pengujian ukuran kristalisasi sinar-X (XRD).

## METODE

### Bahan

Zeolit alam, abu boiler kelapa sawit, LDPE (*Low Density Polyethelene*) diproduksi PT Titan Petrokimia Nusantara, PE-g-MA produksi Sigma Aldrich USA, NaOH dan HCl.

**Alat**

Ballmill Planetary (penggilng), ayakan 200 mesh, alat-alat gelas (Erlenmeyer, gelas ukur, pipet tetes), magnetic stirrer, corong, kertas saring, penyaring vakum, oven, alat-alat pembuatan komposit LDPE (Internal Mixer Labo Plastomil), mesin press panas dan dingin, alat uji tarik (dumb bell standard JIS K 6781). XRD Shimadzu 600 uji ukuran kristal *filler*.

**2.1 Prosedur Preparasi zeolit alam dan abu boiler kelapa sawit ukuran nanometer**

Proses pembuatan diawali dengan menggerus bahan pengisi lalu dimasukkan kedalam ballmill selama 1 jam dengan kecepatan 250 rpm masing-masing perbandingan massa bola dan massa sampel 2:1, dilanjutkan menayak bahan pengisi dengan ayakan 200 mesh, kemudian perendaman dengan larutan HCl untuk zeolit alam sedangkan NaOH untuk abu boiler kelapa sawit, kemudian mencuci dengan aquades, lalu dikeringkan dalam oven selama 2 jam pada suhu 100°C, selanjutnya digiling kembali dengan alat planetary ballmill diulang-ulang selama 15 jam, dengan kecepatan 400 rpm. Kemudian hasil yang diperoleh dikarakterisasi dengan XRD.

**2.2. Prosedur Preparasi nanokomposit LDPE**

Pada tahap ini dilakukan pencampuran antara LDPE dengan bahan pengisi dengan masing-masing perbandingan campuran dengan pengikat PE-g-MA (tabel 1). Perbandingan komposisi LDPE dimasukkan kedalam Internal mixer dengan suhu 150°C dengan kecepatan 60 rpm selama 10 menit, sesudah

meleleh, PE-g-MA dan *filler* dimasukkan (tabel 2).

Bahan-bahan yang telah tercampur, dikeluarkan dan dicetak menggunakan alat cetakan, selanjutnya cetakan dimasukkan ke mesin *hot press* yang dilakukan selama 10 menit yang terdiri dari waktu pemanasan cetakan 3 menit waktu pemanasan bahan 3 menit dan waktu tekan 4 menit dengan 50 kgf/ cm<sup>2</sup> dengan suhu pencetakan 150°C, dilanjutkan dengan tekanan dingin selama 4 menit dengan 50 kgf/ cm<sup>2</sup> pada suhu 22°C. Sampel kemudian di dumbell dengan standart JIS K 6781.

Tabel 1: Perbandingan komposisi campuran pengisi

Bahan	Perbandingan kombinasi (wt. %)				
	C1	C2	C3	C4	C5
Zeolit Alam	30	40	50	60	70
Abu Boiler	70	60	50	40	30

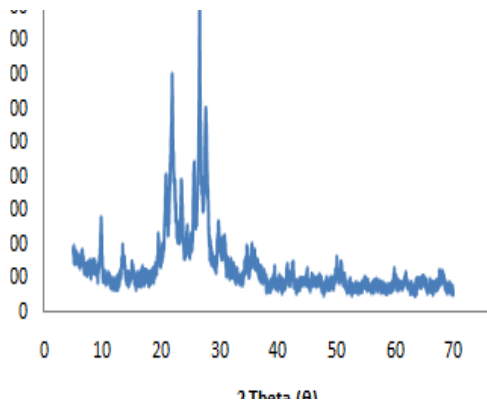
Tabel 2: Komposisi campuran nanokomposit

Sampel	Bahan						
	LDPE	PE-g-MA	Zeolit Alam + Abu Boiler				
E			C1	C2	C3	C4	C5
S <sub>0</sub>	100	0	-	-	-	-	-
S <sub>1</sub>	88	2	10	-	-	-	-
S <sub>2</sub>	88	2	-	10	-	-	-
S <sub>3</sub>	88	2	-	-	10	-	-
S <sub>4</sub>	88	2	-	-	-	10	-
S <sub>5</sub>	88	2	-	-	-	-	10

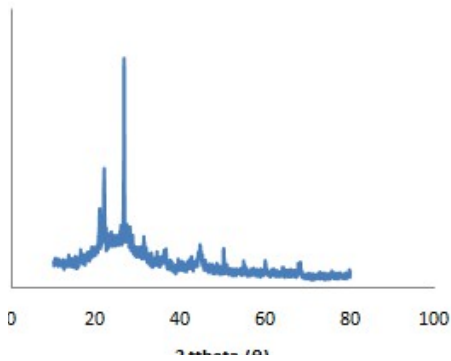
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada tahap ini bahan pengisi yang dianalisis dengan XRD dengan menggunakan metode Scherer diperoleh hasil ukuran rata-rata diameter kristal untuk zeolit alam sebesar 44,46 nm sedangkan ukuran diameter kristal abu boiler kelapa sawit diperoleh 100,7 nm.

Dari hasil analisis XRD diperoleh kandungan yang dominan senyawa SiO<sub>2</sub> yang terdapat pada masing-masing *filler*.



Gambar 1. Pola XRD zeolit alam



Gambar 2. Pola XRD abu boiler kelapa sawit

### 3.1 Kekuatan Tarik Nanokomposit LDPE/*Filler*/PE-g-MA

Dari hasil pengujian mekanik nanokomposit diperoleh data gaya tarik kekuatan tarik, regangan serta perpanjangan putus dari uji mesin mekanik dengan sampel *dumbbell* ditunjukkan pada tabel 3 berikut:

Tabel 3. Data hasil uji tarik nanokomposit

Sampel	$\sigma_t$ (MPa)	$E^b$ (%)	E (MPa)
S <sub>0</sub>	11,06	251,47	165,47

S <sub>1</sub>	8,99	181,38	124,81
S <sub>2</sub>	9,01	138,58	134,28
S <sub>3</sub>	8,99	81,37	132,31
S <sub>4</sub>	9,15	62,15	149,22
S <sub>5</sub>	9,16	55,94	155,18

Dari data uji mekanik pada tabel 3. didapatkan hasil rata-rata dari kekuatan tarik, perpanjangan putus dan modulus elastis mengalami penurunan dari LDPE murni (tanpa pengisi), hal ini juga terjadi pada hasil penelitian (Juliana, S.2013 dan Bukit, N.,2011) yang disebabkan oleh penggumpalan bahan pengisi. Aglomerasi zeolit alam menjadi tempat konsentrasi tegangan yang menjadi awal terjadinya retak sehingga kekuatan tarik akan menurun. Untuk hasil uji mekanik LDPE dengan bahan pengisi yang berukuran nanometer serta dicampurkan dengan dua *filler* antara zeolit alam dan abu boiler didapatkan hasil uji mekanik mengalami peningkatan dibandingkan dengan penelitian (Juliana, S.,2013) yang berukuran mikro meter.

Gambar 3. Grafik kekuatan tarik terhadap komposisi zeolit alam dan abu boiler

Gambar 4. Grafik perpanjangan putus terhadap komposisi zeolit alam dan abu boiler

Gambar 5. Grafik modulus elastis terhadap komposisi zeolit alam dan abu boiler

Dari gambar 3. diperoleh kekuatan tarik untuk nanokomposit LDPE dengan zeolit/abu boiler kelapa sawit pada perbandingan 70/30 dan 40/60 lebih besar dari pada perbandingan 60/40 dengan 30/70. Hal ini disebabkan kemungkinan ukuran partikel zeolit alam yang lebih kecil dibandingkan ukuran abu boiler sehingga kandungan SiO<sub>2</sub> pada zeolit alam

dapat tersebar secara acak dan merata, dimana lapisan silikat yang ada pada zeolit dapat berikatan kuat dengan matriks LDPE. Sifat kuat tarik dapat juga dipengaruhi maleat anhidrida sebagai kompatibiliser dalam proses *grafting* sehingga dapat mengakibatkan kuat tarik meningkat (Yuniari, A.,2011). Sedangkan perbandingan 50/50 kekuatan tariknya menurun menjadi 8.9937 MPa. Karena peningkatan sifat mekanik sebagai efek penambahan SiO<sub>2</sub> tidak terjadi terus menerus dimana kekuatan mekaniknya akan sampai pada titik kritisnya kemudian turun sifat mekaniknya (Hadiyarmanto, dkk.,2008).

Dari gambar 4. diperoleh perpanjangan putus terbesar pada campuran nanokomposit LDPE dengan zeolit alam dan abu boiler kelapa sawit pada perbandingan 30/70, dimana nilai perpanjangan putusnya sebesar 181.38 MPa. Dari hasil perpanjangan putus diperoleh semakin besar perbandingan zeolit alam dibandingkan abu boiler maka semakin menurun nilai perpanjangan putusnya. Hal ini disebabkan karena ukuran partikel zeolit alam lebih kecil dibandingkan abu boiler, akibatnya campuran dalam internal mixer lebih homogen dan kompatibel sehingga meningkatkan nilai perpanjangan putusnya menurun.

Dari gambar 5. diperoleh hasil modulus elastisitas nanokomposit LDPE dengan zeolit dan abu boiler kelapa sawit dimana dengan campuran zeolit alam yang lebih banyak perbandingannya dibandingkan abu boiler kelapa sawit maka modulus elastisitasnya semakin meningkat. Ditinjau dari grafik 4.9 nilai modulus elastis dari variasi kelima campuran terlihat meningkat dengan perbandingan zeolit alam yang semakin banyak pada komposisi 70/30, Hal ini disebabkan karena ukuran zeolit alam yang lebih kecil dibandingkan abu boiler kelapa sawit, sehingga hasil pencampuran pada internal mixer lebih merata, namun pada campuran 50/50 mengalami penurunan dari variasi lainnya.

Dari perbandingan ini mungkin abu boiler kelapa sawit yang ukurannya lebih besar dibandingkan ukuran zeolit alam lebih besar pengaruh campurannya didalam internal mixer.

## KESIMPULAN

1. Hasil karakterisasi XRD ukuran diameter Kristal pada zeolit alam rata-rata 44,46 nm kandungan unsur yang dominan SiO<sub>2</sub> sebesar 2,451 % berat, dengan fase SiO<sub>2</sub> quartz dengan sistem kristal trigonal dan cristobalite dengan sistem kristal tetragonal, sedangkan untuk abu boiler kelapa sawit 100,7 nm. kandungan yang diperoleh pada abu boiler kelapa sawit yang dominan adalah SiO<sub>2</sub> sebanyak 3.295% dan Al<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>O<sub>5</sub>(OH)<sub>4</sub> sebesar 1,5 % berat dan ZrO<sub>2</sub> sebesar 2,754 % berat.
2. Hasil uji mekanik nanokomposit yang diperoleh dari LDPE dengan zeolit alam dan abu boiler kelapa sawit dengan *compatibilizer* PE-g-MA didapatkan kekuatan tarik lebih besar saat variasi campuran perbandingan *filler* zeolit alam lebih banyak yaitu 70/30, sedangkan perpanjangan putus didapatkan nilai lebih besar pada variasi campuran 30/70, serta nilai modulus elastis lebih besar didapatkan pada variasi campuran 70/30.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Sitepu, I.P., (2009), *Pengaruh Konsentrasi Maleat Anhidrat Terhadap Derajat Grafting Maleat Anhidrat Pada HDPE dengan Inisiator Benzoil Peroksida*, Skripsi USU, Medan.
2. Hamid, T. (2008), *Pengaruh Modifikasi Kimia Terhadap Sifat-sifat Komposit Polietilena Densitas Rendah (LDPE) Terisi Tempurung Kelapa*, Tesis USU, Medan.
3. Barleany., Rudi Hartono, dan Santoso. (2011), *Pengaruh Komposisi Montmorillonite pada Pembuatan Polipropilen Nanokomposit terhadap*

- Kekuatan Tarik dan Kekerasannya, Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia Kejuangan, **ISSN 1693 – 4393**
4. Surdia, T. dan Shinroku. (1984), *Pengetahuan Bahan Teknik*, PT. Pradnya Paramita: Jakarta.
  5. Yuniari. A. (2011), Morfologi dan Sifat Fisika Polipaduan Low Density Polyethylene-Pati Tergrafting Maleat Anhidrat, *Jurnal Riset Industri*, **Vol.5: 239-247**
  6. Marpaung, Nalom D.(2011), *Pemanfaatan Selulosa Dari Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai Bahan Pengisi Komposit Polietilena Densitas Rendah (LDPE)*, Skripsi, Fakultas Teknik, USU, Medan.
  7. Juliana, S. (2013), *Pengaruh modifikasi zeolit alam pada campuran low Density polyethylen (ldpe) dengan kompatibilizer PE-g-MA*, Skripsi, FMIPA, Unimed, Medan.
  8. Bukit, N. (2011), *Pengolahan Zeolit Alam Sebagai Bahan Pengisi Nano Komposit Polipropilena dan Karet Alam SIR-20 Dengan Kompatibiliser Anhidrida Maleat-Grafted-Polipropilena*, Desertasi, FMIPA, Universitas Sumatra Utara, Medan.
  9. Hadiyawardman., Agus Rizal., Bebeh W.H., Mikrajuddin, A., dan Khairurrijal. (2008). Fabrikasi Material Nanokomposit Superkuat, Ringan dan Transparan Menggunakan Metode Simple Mixing. *Jurnal Nanosains dan Nanoteknologi*. **Vol. 1 No.1**