



KARAKTERISASI ZEOLIT ALAM DAN ABU SEKAM PADI SEBAGAI BAHAN PENGISI TERMOPLASTIK HDPE (HIGH DENSITY POLYETHYLENE)

Muhammad Affan Siregar, 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 pengolahan dan karakterisasi zeolit alam dan abu sekam padi sebagai bahan pengisi termoplastik *High Density Polyethylene* (HDPE). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui ukuran dan fase-fase yang terkandung didalam pengisi, serta mengetahui pengaruh pengisi terhadap kekuatan mekanik komposit. Metode yang dilakukan dengan cara menggiling zeolit alam dan abu sekam padi menggunakan *Ball Mill*. Selanjutnya mengaktivasi zeolit alam dengan HCL 2M dan abu sekam padi dengan NaOH 2,5M. Hasil pengolahan ini dikarakterisasi dengan XRD untuk menentukan ukuran serta fase partikel. Zeolit alam dan abu sekam padi dikombinasikan dengan perbandingan persen berat (70/30, 60/40, 50/50, 40/60, 30/70) dari % berat pengisi untuk mengisi HDPE dengan menggunakan kompatibilizer (PE-g-MA). Hasil analisis pengolahan abu sekam padi diperoleh ukuran 53,12 nm dengan fase dominan SiO₂ (Cristobalite). Untuk zeolit alam diperoleh ukuran 44,46 nm dengan fase dominan Al₂CaO₈Si₂ (Anorthite). Untuk karakterisasi komposit, diperoleh kekuatan tarik, perpanjangan putus dan modulus elastis terbesar pada kombinasi zeolit alam dan abu sekam padi 60/40 yang mana memperoleh peningkatan signifikan dibanding HDPE murni.

Kata kunci : *HDPE, zeolit alam, abu sekam padi, PE-g-MA, analisis XRD, analisis mekanik.*

How to Cite: Muhammad Affan Siregar, Nurdin Bukit (2014) Karakterisasi Zeolit Alam Dan Abu Sekam Padi Sebagai Bahan Pengisi Termoplastik HDPE (*High Density Polyethylene*) *Jurnal Einstein Prodi Fisika FMIPA Unimed*, 2 (2): 8-13.

*Corresponding author:

E-mail : affansay3@gmail.com

p-ISSN : 12338 - 1981

PENDAHULUAN

Beberapa tahun terakhir kebutuhan plastik sangat banyak digunakan untuk berbagai aplikasi. Mulai dari kebutuhan rumah tangga sampai kebutuhan industri dimana penggunaannya terus meningkat. Plastik terdiri dari berbagai jenis salah satunya HDPE (*High Density Polyethylene*). Adanya beraneka ragam produk berbahan polietilena disebabkan karena polimer ini dapat kompatibel dengan sejumlah bahan aditif (Ram, 2008). Selain itu, untuk mengurangi harga atau memperbesar sifat fisik dan mekanik dari HDPE, beberapa zat tambahan dapat ditambahkan (Zebazad, et al., 2006)

Melimpahnya zeolit alam telah melahirkan kecenderungan baru dalam kajian ilmu pengetahuan dan teknologi (Fatimah, 2000), salah satunya penggunaan zeolit alam sebagai salah satu bahan pengisi plastik. Zeolit mengandung senyawa alumunium silikat yang memiliki struktur kerangka tiga dimensi terbentuk oleh tetrahedral AlO_4^{5-} dan SiO_4^{4-} (Susetyaningsih, 2009). Kandungan silika didalam zeolit merupakan parameter penting yang menentukan tingkat keasaman, rapat massa, dan daya tahan termal zeolit (Subaer, 2007).

Pemanfaatan sekam padi sampai saat ini masih terbatas untuk keperluan konvensional. Nilai lain dari manfaat penggunaan abu sekam padi yang secara alami mengandung silika tinggi adalah digunakan sebagai pengisi ataupun memperkuat dalam bahan polimer, semen dan geopolimer (Khalil, 2008). Abu Sekam Padi merupakan abu hasil pembakaran sekam padi, yang pada hakikatnya hanyalah limbah, ternyata merupakan sumber silika/karbon yang cukup tinggi (Sitompul, 1999).

Zeolit Alam dan abu sekam padi merupakan bahan-bahan yang mengandung silika cukup tinggi. Jika suatu polimer dikompositkan dengan suatu silikat, maka material ini akan menunjukkan peningkatan yang sangat dramatis pada sifat-sifat seperti mekanik dan termal yang melebihi sifat polimer murninya. Bahkan, untuk ukuran

yang lebih kecil (*nanosize*) proses penyusupan partikel-partikel akan lebih cepat dan merata sehingga struktur partikel menjadi lebih solid, luas permukaan interaksi menjadi lebih besar dan partikel-partikel yang berinteraksipun bertambah. Akibatnya, interaksi permukaan total pun meningkat dan berdampak pada meningkatnya kekuatan mekanik material, dalam hal ini kekuatan tekannya (Marlina, et al., 2012; Rosyadi, et al., 2010).

Polimer dengan zeolit merupakan material yang tidak kompatibel apabila di padukan, untuk itu dibutuhkan kompatibilizer. Begitu juga dengan abu sekam padi, yang merupakan bahan hidrofilik sebuah, *coupling agent* digunakan untuk memperbaiki kompatibilitas (Khalil, 2008). *Compatibilizer* merupakan senyawa spesifik yang dapat digunakan untuk memadukan polimer yang tidak kompatibel menjadi campuran yang stabil melalui ikatan intermolekuler (Mehta dan Jain, 2007).

METODOLOGI PENELITIAN

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Zeolit alam diperoleh dari Bratachem, abu sekam padi, *High Density Polyethylene* (HDPE) produksi PT Titan Petrokimia Nusantara, PE-g-MA diproduksi oleh Sigma Aldrich USA sebagai kompatibilizer, HCL 2M, NaOH 2,5M, Aquades.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah Planetary Ball Mill PM 200 merk Retsh, *Internal Mixer* Labo Plastomill model 30RI50, *Hidraulic Hot Press* dan *Cold Press* 37 ton Genno Japan, pemotong *dumbell*, mesin uji tarik stograph R-1 merek Toyoseki Jepang, XRD-6100 Shimadzu, ayakan 200 mesh, *magnetic stirrer*, oven, mortar, martil, pompa vakum

2.1 Aktivasi Zeolit Alam

Zeolit yang masih dalam bentuk bongkahan terlebih dahulu di hancurkan sampai menjadi serbuk-serbuk halus. Zeolit yang sudah di hancurkan di giling dengan *ball mill* selama 1 jam pada kecepatan 250

rpm. Selanjutnya diayak menggunakan ayakan 200 mesh. Zeolit yang berukuran 200 mesh (74) direndam menggunakan larutan HCL 2M dengan perbandingan 1:3 dalam waktu 4 jam diaduk dengan magnetik stirer. Campuran larutan HCL dengan zeolit dipisahkan dengan kertas saring, kemudian dicuci dengan air aquades dan disaring kembali untuk memisahkan akuades dengan zeolit. Selanjutnya, zeolit dikeringkan didalam oven dengan suhu 100°C selama 2 jam. Zeolit alam yang sudah diaktivasi dan dikeringkan dimasukkan kedalam wadah penggilingan kemudian digiling menggunakan *ball mill* selama 15 jam pada kecepatan 400 rpm. Kemudian hasil yang didapatkan dikarakterisasi dengan menggunakan XRD.

2.2 Aktivasi Abu Sekam Padi

Abu sekam padi dalam bentuk serbuk digiling selama 1 jam pada kecepatan 250 rpm. Abu sekam padi diayak menggunakan ayakan 200 mesh. Selanjutnya direndam menggunakan larutan NaOH 2,5 M dengan perbandingan 1:3 dalam waktu 4 jam diaduk dengan magnetik stirer. Campuran larutan NaOH dengan abu sekam padi dipisahkan dengan kertas saring, kemudian dicuci dengan air aquades dan disaring kembali untuk memisahkan akuades dengan abu sekam padi. Selanjutnya abu sekam padi dikeringkan di dalam oven dengan suhu 100°C selama 2 jam. Abu sekam padi yang sudah diaktivasi dan dikeringkan digiling kembali menggunakan *ball mill* selama 15 jam pada kecepatan 400 rpm dengan massa 10 gr per wadah. Kemudian hasil yang didapatkan dikarakterisasi dengan menggunakan XRD.

2.3 Preparasi Nanokomposit

Zeolit alam dan abu sekam padi yang telah diaktivasi dan berukuran nanopartikel digunakan sebagai bahan pengisi, dimana keduanya dikombinasikan dengan perbandingan seperti pada tabel 1:

Tabel 1. Perbandingan kombinasi pengisi

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

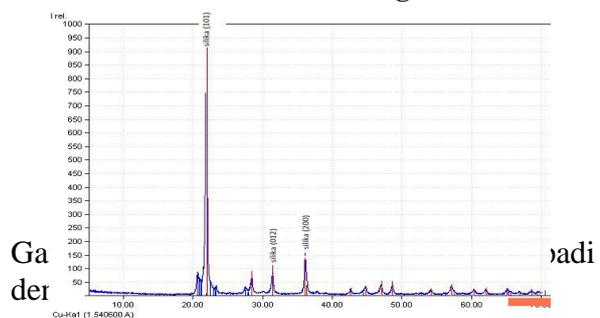
Kemudian dilakukan pembuatan komposit yang dilakukan didalam *Internal Mixer* dengan suhu *blending* 150 °C dan kecepatan rotor 60 rpm selama 10 menit. Bahan yang dicampurkan sesuai dengan tabel 2

Tabel 2. Komposisi pencampuran nanokomposit

Sampel	Bahan					
	Zeolit Alam + Abu Sekam Padi	C1	C2	C3	C4	C5
S ₀	100	0	-	-	-	-
S ₁	88	2	10	-	-	-
S ₂	88	2	-	10	-	-
S ₃	88	2	-	-	10	-
S ₄	88	2	-	-	-	10
S ₅	88	2	-	-	-	10

Bahan-bahan yang telah tercampur dicetak dan dimasukkan ke mesin *hot press* yang dilakukan selama 10 menit, dilanjutkan dengan tekanan dingin. Sampel yang dihasilkan berupa lembaran dan di *dumbell* dengan standart JIS K 6781 yang akan digunakan untuk uji mekanik

HASIL DAN PEMBAHASAN
Hasil Analisi Sekam Padi Dengan XRD



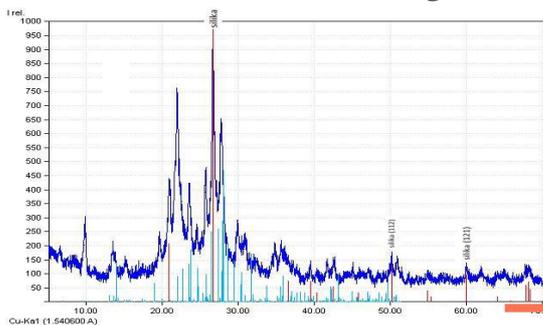
Berdasarkan gambar 1, abu sekam padi yang telah diaktivasi dan digiling

selama 15 jam memiliki fase dominan SiO₂ (Cristobalite) dengan nomor acuan 96-900-9687. Terdapat puncak-puncak khas yang merupakan puncak dari ASP yang dirakterisasi pada 2 21,95°; 36,11°; 31,43° dengan intensitas 2083,9; 307,8; 154,5, sedangkan intensitas untuk Cristobalite standar pada database yaitu 2062,9; 291,3; 235,4. Terdapat fase-fase lain seperti Porphyrazine aluminium chloride (C₁₆AlClN₁₆S₄), aluminium phosphate (AlPO₄), Tridymite(SiO₂).

Abu sekam padi dengan fase Cristobalite ini memiliki sistem kristal tetragonal dengan nilai a = 4.9709 Å c = 6.9278 Å, dengan memiliki massa jenis 2,330 g/cm³. Dari pola gambar terlihat abu sekam padi memiliki struktur Kristal. Untuk menentukan ukuran partikel abu sekam padi dapat dihitung menggunakan formula scherrer:

Dengan K adalah tetapan mesin (k : 0,916), λ adalah panjang gelombang tabung 1,5406 , dan θ_B Adalah sudut Bragg dan B adalah Full Width Half Maximum (FWHM) (Pauzan, et al., 2013). Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan abu sekam padi untuk penggilingan selama 15 jam memiliki ukuran partikel 29,75-106,59 nm dengan rata-rata 53,12 nm

Karakterisasi Zeolit Alam Dengan XRD



Gambar 2. Pencocokan Fase zeolit alam dengan Quartz

Berdasarkan gambar 2, zeolit alam yang telah diaktivasi dan digiling selama 15 jam memiliki fase dominan Al₂CaO₈Si₂ (Anorthite), serta beberapa lainnya seperti SiO₂ (Quartz),. dapat dilihat pola zeolit alam yang dikarakterisasi (warna biru) cocok dengan pola Quartz (merah)

berdasarkan database XRD dengan nomor acuan 96-901-3322. Terdapat puncak-puncak pada zeolit yang dikarakterisasi pada 2 26,66°; 50,15°; 59,94° dengan intensitas berturut-turut 1000; 104,6; 72,5. Sedangkan intensitas untuk Quartz standar pada database yaitu 1029,7; 130,5; 94,9. Terdapat fase-fase lain seperti Porphyrazine aluminium chloride (C₁₆AlClN₁₆S₄), Neyite (Ag_{2.074}Bi_{26.38}Cu₆Pb_{24.54}S₆₈).

Zeolit alam dengan fase Quartz ini memiliki sistem kristal trigonal, dengan nilai parameter kisi a= 4.9134 Å c= 5.4051 Å. Fase Quartz memiliki massa jenis 2,649 g/cm³. Dari pola gambar diketahui zeolit alam memiliki struktur amorf.

Untuk menentukan ukuran partikel zeolit alam dihitung menggunakan formula scherrer. Berdasarkan hasil perhitungan, didapatkan zeolit alam untuk penggilingan selama 15 jam memiliki ukuran partikel 24,63-70,26 nm dengan rata-rata 44,46 nm.

Analisa Hasil Uji Mekanik Nanokomposit

Experimental pattern: Zeolit (Z)
[96-900-1260] Al₂ Ca O₈ Si₂ Anorthite
[96-901-3322] O₂ Si Quartz

Gambar 3. Grafik hubungan antara kekuatan tarik terhadap perbandingan kombinasi pengisi

Gambar 4. Grafik hubungan antara perpanjangan putus terhadap perbandingan kombinasi pengisi

Gambar 5. Grafik hubungan antara modulus elastis terhadap perbandingan kombinasi pengisi

Pada gambar 3 dapat dilihat besar kekuatan tarik nanokomposit secara umum

mengalami penurunan jika dibandingkan dengan HDPE murni, akan tetapi pada kombinasi 60/40 terjadi peningkatan kekuatan tarik yang sangat signifikan yaitu sebesar 38.764 MPa. Kenaikan ini cukup jelas jika dibandingkan dengan HDPE murni yaitu sebesar 23.54 MPa. Hal ini kemungkinan disebabkan adanya penyebaran nanosilika yang merata yang akan memperluas daerah antar muka serta penyusupan partikel-partikel akan lebih cepat dan dengan adanya kompatibilizer meningkatkan kekuatan rantai-rantai polimer.

Perpanjangan putus pada nanokomposit dengan hasil terbaik diperoleh oleh pengisi dengan kombinasi zeolit alam dan abu sekam padi 60/40 sebesar 257.41mm. Kenaikan ini cukup signifikan melebihi nilai perpanjangan putus dari HDPE itu sendiri sebesar 221.25 mm. Hal ini dapat disebabkan adanya pepaduan antara HDPE dengan bahan pengisi oleh PE-g-MA sebagai kompatibilizer yang menjadikan campuran lebih stabil melalui ikatan intermolekuler (Mehta dan Jain, 2007).

Gambar 5 memperlihatkan nilai modulus elastis terbesar diperoleh oleh pengisi dengan kombinasi abu zeolit alam dan sekam padi 40/60 sebesar 931.49 MPa. Kenaikan ini cukup signifikan melebihi nilai dari HDPE itu sendiri sebesar 547.80 MPa. Inilah yang menjadi keunggulan dari penambahan nanosilika yang bersifat kaku yang akan meningkatkan kekakuan dari plastik komposit itu sendiri..

KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil karakterisasi mekanik meliputi kekuatan tarik, perpanjangan putus, modulus elastis terbesar diperoleh pada kombinasi zeolit alam dan abu sekam padi 60/40 sebesar 38.764 MPa, 257.41 mm, 931.49 MPa. Hasil Karakterisasi dengan XRD menunjukkan zeolit alam yang telah diaktivasi dan digiling selama 15 jam menggunakan *ball mill* memiliki ukuran partikel rata-rata 44,46 nm, sedangkan untuk abu sekam padi memiliki

ukuran partikel rata-rata 53,12 nm. Penentuan fase bahan menggunakan XRD menunjukkan zeolit alam mengandung fase dominan $Al_2CaO_8Si_2$ (Anorthite) dengan sistem kristal triclinic, terdapat juga fase SiO_2 (Quartz) dan beberapa lainnya, sedangkan abu sekam padi mengandung fase Cristobalite (SiO_2) dengan sistem kristal tetragonal, juga terdapat senyawa Aluminium Phosphate ($AlPO_4$) dan beberapa lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

1. Fatimah, I., (2000), Penggunaan Na-Zeolit Alam Teraktivasi sebagai Penukar Ion Cr^{3+} dalam Larutan, *Logika*, Vol. 4, No. 5.
2. Gunawan, I., Deswita, K.K., Aloma, Sudirman, (2008), Sintesis Dan Karakterisasi Komposit High Density Polyethylene-Pati Tapioka. *Indonesian journal of materials science*. ISSN : 1411-1098.
3. Khalil, R., (2008), *Impact of the surface chemistry of rice hull ash on the properties of its composites with polypropylene*, Tesis, RMIT University, Melbourne.
4. Marlina, L., Sriyanti, I., Iskandar, F., Khairurijal, (2012), Pengaruh Komposisi Sekam Padi dan Nano Silika Terhadap Kuat Tekan Material Nanokomposit, *Jurnal Penelitian Sains*, Vol.15 No.3 (B).
5. Mehta, AK., dan Jain, D., (2007), Polymer blends and alloys part-I compatibilizers- a general survey, *Pluss Polymers Pvt. Ltd.*
6. Pauzan M., Kato, T., Iwata, S., Suharyadi, (2013), Pengaruh Ukuran Butir dan Struktur Kristal terhadap Sifat Kemagnetan pada Nanopartikel Magnetit Fe_3O_4 , *Prosiding Pertemuan Ilmiah XXVII HFI Jateng & DIY*, ISSN : 0853-0823
7. Ram, R., (2008), *Karakteristik Termoplastik Polietilena Dengan Serat Batang Pisang Sebagai Komposit Untuk Bahan Palet Kayu*, Tesis, USU, Medan.
8. Rosyadi, I., Mudzakir, A., Anwar, B., (2010), Preparasi Dan Karakterisasi

Bentonit Termodifikasi Surfaktan Kationik Fatty Imadizolinium, *Jurnal Sains dan Teknologi Kimia*, **Vol. 1**

9. Sitompul, J.P., Himawan, C., Wanadri, A., (1999), Penerapan Spouted-Bed Dalam Pembuatan Natrium Silikat Dari Abu Sekam Padi: Hidrodinamika, Perpindahan Massa, Dan Perolehan Silika, *PROC. ITB*, **Vol.31**.

10. Subaer, (2007), *Pengantar Fisika Geopolimer*, Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi, Makassar.

11. Susetyaningsih, R., Kismolo, E., Prayitno, (2009), Karakterisasi Zeolit Alam Pada Reduksi Kadar Chrom Dalam Limbah Cair, *Seminar Nasional V*, **ISSN : 19780176**.

12. Wahyudi, A., Amalia, D., Rochani, S., (2010), Sintesis Nanopartikel Zeolit Secara Top Down Menggunakan Planetary Ball Mill dan Ultrasonikator, *M&E*, **Vol.8, No.1**

13. Zebarzad, S.M., Sajjadi, S.A, Tahani, M., Lazzeri, A., (2006), A study on thermal behaviour of HDPE/CaCO nanocomposites, *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, **Vol 17**.