

PENGARUH PENAMBAHAN NANOPARTIKEL ZEOLIT TERHADAP SIFAT MEKANIK KOMPOSIT PVA/ZEOLIT

M. Sirait

Jurusan Fisika FMIPA, Universitas Negeri Medan, Medan, Indonesia

email : makmursirait@yahoo.com

ABSTRAK

Telah disintesis nanokomposit Polyvinyl Alkohol/Zeolit dengan metode sol-gel. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan nanokomposit campuran zeolit dengan Polyvinyl Alkohol (PVA/Zeolit). Nanopartikel zeolit dicampur dengan variasi 2%, 4%, 6% dan 8% berat. PVA 200 gr dilarutkan dengan 200 ml aquades, zeolit 2 % dilarutkan dengan 100 ml aquades kemudian kedua larutan ini dicampur sambil diaduk dengan magnetik stirer dan dipanasi sekitar suhu (80-90) °C, setelah aquades menguap dan sampel seperti gel, maka dimasukkan ke dalam cetakan dan dibiarkan sampai kering dan mengeras. Sampel dibentuk dengan ISO 527-2-1A dan diuji Sifat Mekanik dengan Universal Testing Machine Orientec Model UCT-5T. Hasil Uji Sifat Mekanik pada campuran 8% zeolit diperoleh Modulus elastisitas terbesar 411,12 MPa, tegangan adalah 27,14 MPa dan perpanjangan putus 159,94 mm. Semakin besar campuran zeolit maka semakin besar pula modulus elastisitasnya.

Kata kunci: mekanik, nanokomposit, PVA, zeolit

ABSTRACT

Nanocomposite Polyvinyl Alcohol/Zelite have been synthesized with sol-gel method. This study aims to produce nanocomposite mixture of zeolite with Polyvinyl Alcohol (PVA/Zelite). Zeolite nanoparticles are mixed with a variation of 2%, 4%, 6% and 8% by weight. PVA 200 g dissolved in 200 ml of aquades, 2% zeolite diluted with 100 ml of aquades and then both of solutions are mixed with a magnetic stirring and heated to a temperature of (80-90)°C. Samples inserted into the mold and allowed to dry and harden. Samples molded with ISO 527-2-1A and mechanical tested by Universal Testing Machine Orientec UCT-5T model. Mechanical test results show the largest modulus of elasticity is 411.12 MPa, yield stress is 27.14 MPa and break point elongation is 159.94 mm. The increase of zeolite in the mixture the bigger the modulus of elasticity.

Keywords : Mechanical, Nanocomposite, PVA, Zeolite

PENDAHULUAN

Komposit adalah suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material, dimana sifat mekanik dari material pembentuknya berbeda-beda. Karena karakteristik pembentuknya berbeda-beda, maka akan dihasilkan material baru yaitu komposit yang mempunyai sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda dari material-material pembentuknya. Secara umum bentuk dasar suatu bahan komposit adalah tunggal dimana merupakan susunan dari dua unsur yang bekerja bersama untuk menghasilkan sifat-sifat bahan yang berbeda terhadap sifat-sifat unsur bahan penyusunnya. Dalam prakteknya komposit terdiri dari 2 bagian utama yaitu matriks (fase kontinu) dan filler (fase diskontinu). Matriks berfungsi untuk perekat atau pengikat dan pelindung. Matriks

yang umum digunakan adalah karbon, glass, kevlar dan lain-lain. Filler (pengisi) berfungsi sebagai penguat dari matriks. Filler yang umum digunakan adalah karbon, glass, aramid dan kevlar [1].

Pembentukan komposit bertujuan untuk memperbaiki sifat mekanik dan sifat spesifik tertentu, mempermudah design yang sulit pada manufaktur, menjadikan bahan lebih ringan. Ciri-ciri bahan komposit adalah energi retakan besar, mudah dibuat dari berbagai zat penguat dan matriks, memiliki sifat kekuatan yang besar, dapat dibuat sangat tegar (kaku), rapatnya rendah (ringan), kuat lelehan (*fatigue*) besar dan sifat produk dapat diatur sesuai penggunaannya. Secara garis besar ada 3 macam jenis komposit berdasarkan penguat (*reinforcement*) yang digunakan, yaitu komposit serat, komposit laminat atau komposit struktur dan komposit partikel.

Nanokomposit merupakan gabungan antara pengisi dan matriks. Pengisi yang digunakan harus berdimensi nanometer. Jika pelbagai pengisi digunakan dalam penyediaan komposit, sekurang-kurangnya satu daripada pengisi tersebut berdimensi nanometer untuk dinyatakan sebagai nanokomposit [2]. Polimer Nanokomposit merupakan gabungan matriks polimer dan bahan pengisi yang berukuran nanometer. Apabila bahan pengisi berukuran nanometer ditambahkan kepada matriks polimer, bahan tersebut tersebar sebagai partikel halus, berstruktur seperti jarum atau sebagai lapisan dalam matriksnya. Secara tidak langsung, kehadiran bahan pengisi ini mempengaruhi kekuatan komposit yang dihasilkan. Kuantitas bahan pengisi yang bertipe sangat kecil atau dalam dimensi nanometer hanya perlu digunakan dalam jumlah yang sedikit saja karena zarah nano menyediakan luas permukaan yang tinggi dan kebanyakan atom pada partikel tersebut berada pada permukaannya [3]. Hal ini memberikan suatu kelebihan yang mempengaruhi partikel karena kereaktifan permukaan atom dapat digunakan sepenuhnya. Nanokomposit merupakan material yang dibuat dengan menyisipkan nanopartikel (seperti clay, logam, CNT) bertindak sebagai filler dalam sebuah matriks. Nanokomposit dihasilkan dari pencampuran dalam sejumlah fase yang berbeda. Nanokomposit memperlihatkan sifat-sifat baru yang lebih unggul dibandingkan dengan material asal. Setelah menambahkan nanopartikel ke dalam material matriks, nanokomposit yang dihasilkan dapat menunjukkan sifat-sifat yang sangat berbeda dibandingkan dengan sifat material sebelumnya.

Zeolit merupakan salah satu sumber daya alam Indonesia yang mempunyai potensi untuk dikembangkan menjadi bahan unggulan yang bernilai komoditas tinggi, baik dalam bidang industri (farmasi, kosmetik, katalis dan cat), bidang pertanian, peternakan, perikanan, proses penjernihan air, penyerap logam-logam berat dan deterjen [4,5]. Zeolit mempunyai beberapa sifat antara lain mudah melepas air akibat pemanasan, tetapi juga mudah mengikat kembali molekul air dalam udara lembap [6]. Zeolit memiliki dan menyerap zat organik, dapat berlaku sebagai penukar kation, dan sebagai katalis untuk berbagai reaksi.

PVA merupakan salah satu jenis polimer yang hidrofilik yang banyak digunakan dalam berbagai bidang khususnya kimia, farmasi dan kesehatan. Hidrogel PVA telah dibuat sebagai material pengganti tulang rawan yang hidrofilik dan memiliki struktur penyerapan yang sangat kecil [7]. Hidrogel PVA ini semakin banyak digunakan sebagai

tiruan tulang rawan dalam tubuh dibanding dengan material tiruan lainnya [8,9,10,11]. PVA dapat dicampur dengan material lain untuk mendapatkan komposit yang lebih baik sesuai dengan kegunaannya. Dekun [12] menambahkan hydroxyapatite (HA) pada PVA untuk membentuk komposit PVA/HA. Hasil campuran ini diperoleh kekuatan tarik maksimum pada konsentrasi 7,5%. Zheng dkk [13] menunjukkan bahwa kekuatan tarik dan modulus PVA/HA semakin meningkat dengan penambahan HA. Sifat merekat gabungan hidrogel ditingkatkan dan tekanan relaksasinya maka komposit dapat menyerupai tulang rawan alami. Li dkk [14] menemukan kekuatan tarik gabungan hidrogel PVA/HA meningkat. Gea [15] telah mencampur PVA dengan selulosa bakteri untuk mendapatkan modulus elastisitas yang tinggi, Campos, dkk [16] mencampur PVA dengan perak (Ag) untuk mendapatkan sifat konduktivitas yang lebih tinggi. Zhang [17] menambah graphene oxide pada PVA untuk menghasilkan komposit yang memiliki kekuatan tarik yang tinggi. Makmur, dkk [18] telah mencampur PVA dengan nanopartikel ZnS didapat modulus Young terbesar pada campuran ZnS 2%. Produk yang dihasilkan akibat proses ini umumnya mempunyai sifat fisik yang baik, tidak beracun dan mempunyai kemampuan menyerap air yang relatif tinggi dan biokompatibel. Campuran zeolit dapat mempengaruhi sifat mekanik dan termal suatu komposit [19,20]. Pada penelitian dilakukan pencampuran nanopartikel zeolit dengan polyvinyl alkohol untuk mengetahui sifat mekaniknya.

METODOLOGI

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimen. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Fisika FMIPA Unimed dan karakterisasi dilakukan di LIPI Serpong Tangerang dan Bandung. Alat-alat dan bahan yang digunakan dalam pembuatan sampel antara lain : nanopartikel zeolit, PVA, aquades, magnet stirer, hotplate dan beaker gelas.

Pembuatan nanokomposit PVA/Zeolit digunakan dengan metode sol-gel. PVA ditimbang 20 gr dilarutkan ke dalam 200 ml aquades dan diaduk menggunakan magnetik stirer sambil dipanasi. Nanopartikel zeolit (74 nm) dilarutkan ke dalam 100 ml aquades. Kemudian kedua larutan ini dicampur dan diaduk menggunakan magnetik stirer sambil dipanasi dengan hot plate pada suhu (80-90) °C. Setelah aquades menguap dan larutan mengental seperti gel, dimasukkan ke cetakan kaca yang telah dibentuk dan dibiarkan sampai kering dan mengeras. Kemudian sampel di *hot press* dan dicetak sesuai alat uji yang digunakan dengan ISO 527-2-1A. Universal Testing Machine buatan Orientec Co. Ltd, Model UCT-5T digunakan untuk mengetahui tegangan, perpanjangan putus, regangan, modulus Young dan energi yang digunakan. Variasi campuran nanopartikel zeolit dengan PVA (PVA/zeolit) adalah 2%, 4%, 6% dan 8% berat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

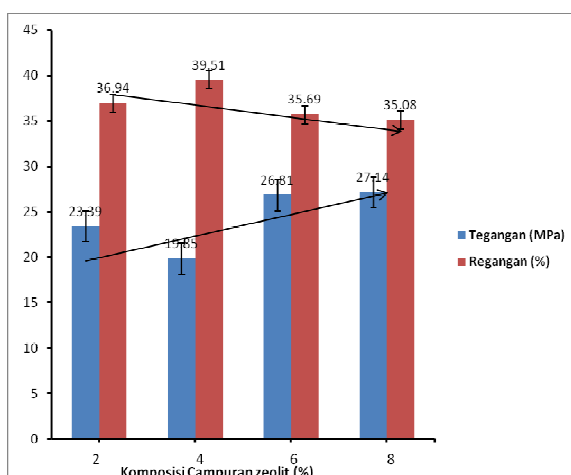
Pembentukan nanokomposit PVA/zeolit dilakukan dengan metode sol-gel. PVA dilarutkan dengan aquades dan mencampur dengan larutan zeolit, kemudian distirer sambil dipanasi pada suhu 80 °C sampai larutan seperti gel. Kemudian dimasukkan ke dalam

cetakan dan dibiarkan sampai kering dan mengeras. Di *hot press* dan dibentuk untuk uji tarik dengan ISO 527-2-1A masing-masing sampel dibuat 3 spesimen seperti Gambar 1. Dengan menggunakan mikrometer digital diperoleh panjang, lebar dan tebal masing-masing 90 mm, 10 mm dan 0,852 mm.

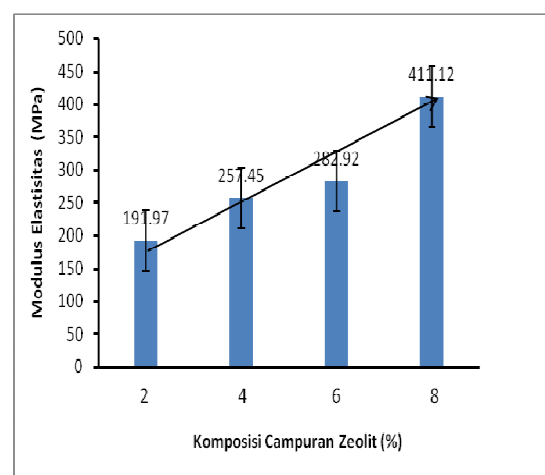


Gambar 1. Sampel dengan ISO 527-2-1A

Universal Testing Machine Model UCT-5T digunakan untuk mengUji Sifat Mekanik dengan hasil seperti pada Tabel 1. Sifat mekanik yang diperoleh adalah tegangan, regangan, modulus elastisitas dan energi yang digunakan sampai putus. Campuran 8% zeolit diperoleh tegangan dan modulus elastisitas terbesar yaitu 27,14 MPa dan 411,12 MPa. Pada keadaan ini didapat titik perpanjangan putus terendah yaitu 177,71 %, ini sesuai dengan hukum fisika bahwa perpanjangan putus berbanding terbalik dengan sifat elastisitas suatu bahan. Penambahan campuran nanopartikel zeolit terhadap PVA mempengaruhi sifat mekanik nanokomposit PVA/Zeolite. Semakin besar campuran partikel zeolit maka modulus elastisitasnya semakin besar, demikian juga kekuatan tariknya. Penambahan nanopartikel zeolit akan menambah ikatan silang (cross-linking) antar molekul yang mempengaruhi sifat mekanis. PVA dengan jumlah ikatan silang yang sedikit akan menjadi fleksibel dan lembut dari pada PVA yang memiliki ikatan silang yang lebih banyak. Penambahan serat logam pada PVA dapat meningkatkan kekuatan tarik [21].



(a)



(b)

Gambar 2. Diagram Batang (a). Tegangan dan Regangan (b) Modulus Elastisitas

Gambar 2 ini menunjukkan pengaruh zeolit terhadap sifat mekanik dari nanokomposit PVA/zeolit. Semakin banyak campuran zeolit maka tegangan cenderung semakin tinggi dan regangannya semakin kecil, dan modulus elastisitas semakin tinggi. Campuran zeolit dapat meningkatkan adhesi antara pengisi dan polimer matriks. Fraksi, dispersi, susunan pengisi (*filler*) dan interaksi antara pengisi dan matriks dapat mempengaruhi sifat dari nanokomposit [22,23,24]. Penambahan aditif terhadap suatu matriks PVA dapat mengubah struktur lapisan dan permeabilitasnya [25]. Nanopartikel zeolit mempunyai luas permukaan yang besar sehingga dapat meningkatkan interaksi dengan matriks yaitu PVA yang menimbulkan sifat mekaniknya lebih baik.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dengan menggunakan metode sol-gel diperoleh nanokomposit PVA/zeolit. Pada campuran zeolit 8% diperoleh modulus elastisitas terbesar yaitu 411,12 MPa dan tegangan sebesar 27,14 MPa dan memiliki regangan terkecil sebesar 35,08 %. Semakin besar campuran zeolit maka modulus elastisitasnya semakin besar. Penambahan nanopartikel zeolit memberi sifat mekanik yang semakin baik.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada pihak Direktorat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi yang telah membiayai penelitian Hibah Bersaing ini dengan Nomor : 016A/UN33.8/KU/2015. Selain itu, ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Rektor dan Ketua Lembaga Penelitian Universitas Negeri Medan serta pihak-pihak terkait lainnya yang telah mendukung hingga terselesaikannya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D.D.L, Chung. Composite Materials Science and Applications, New York, Springer London Dordrecht Heidelberg, 2010, pp.1-34
- [2] Manias E, Polizos G, Nakajima H, dan Heidecker MJ, Fundamental of Polymer Nanocomposite Technology, John Wiley & Sons, Inc, 2007.
- [3] S. Anandhan and S. Bandyopadhyay. "Polymer Nanocomposites: from Synthesis to Applications," in Nanocomposites and Polymers with Analytical Methods, J.Cuppoletti, Intechweb.org, 2011, pp. 1-24
- [4] G.Asgari, A.S.Mohammadi, A. Ebrahimi, and E. Hosseinzadeh. "Adsorption of Phenol from Aqueous Solution by Modified Zeolite with $FeCl_3$ ". International Journal Environmental Health Engineering., Vol. 2 (1), pp. 1- 6, 2013.
- [5] A.S. Mohammadi , B. Bina, A. Ebrahimi, Y.Hajizadeh, M.Amin , and H. Pourzamani, "Effectiveness of Nanozeolite Modified by Cationic Surfactant in the Removal of Disinfection by-Product Precursors from Water Solution". International Journal Environmental Health Engineering., Vol. 1 (1), pp. 14-19, 2012.

- [6] R.R.Mukti, H.Hirahara, A.Sugawara, A.Shimajima, and T.Okubo, "Direct Hydrothermal Synthesis of Hierarchically Porous Siliceous Zeolite by Using Alkoxysilylated Nonionic Surfactant", *Langmuir*, Vol. 26 (4). pp. 2731-2735. 2009.
- [7] M.Kobayashi, J.Toguchida, M.Oka, "Preliminary Study of Polyvinyl Alcohol/hydrogel (PVA-H) Artificial Meniscus", *Biomaterials*, Vol. 24, pp. 639-647., 2003
- [8] A.N. Suci, T.Iwatsubo, M.Matsuda, T.Nishino., "A Study upon Durability of the Artificial Knee Joint with PVA Hydrogel Cartilage". *JSME International Journal: Series C*, Vol. 47, pp. 199-208, 2004.
- [9] Y.S.Pan, D.S. Xiong, "Recent Development on Biotribology of Poly (Vinyl Alcohol) Hydrogel". *Tribology*, 26, pp.188-192, 2006.
- [10] L.Chou, B.Marek and W.R.Wagner. "Effects of Hydroxylapatite Coating Crystallinity on Biosolubility, Cell Attachment Efficiency and Proliferation in Vitro", *Biomaterials*, Vol. 20. pp. 977-985, 1999.
- [11] J.F.Mano, C.M.Vaz, S.C.Mendes, R.L.Reis, A.M. Cunha, "Dynamic Mechanical Properties of Hydroxyapatite Reinforced and Porous Starch-based Degradable Biomaterials". *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*, Vol. 10, pp. 857-862, 1999.
- [12] D. Zhang, J. Duan, D. Wang, S. Ge, "Effect of Preparation Methods on Mechanical Properties of PVA/HA Composite Hydrogel". *Journal of Bionic Engineering*, Vol. 7, pp. 235-243, 2010.
- [13] Y.Zheng, Y.Wang, X.Chen, Q.Liu, Y.Lu, "Studies of Poly(Vinyl Alcohol)/Hydroxylapatite Hydrogels Compounds For Cartilage Implantation". *Journal of Biomedical Engineering*, Vol. 20, pp. 401-403, 2003.
- [14] H.D.Li, J. Xiao, F.M.Cheng, X.X.Chen. "Preparation and Properties of Hydroxyapatite/Polyvinyl Alcohol Compound Hydrogels". *Journal of Changchun University of Technology (Natural Science Edition)*, Vol. 28, pp. 338-340, 2007.
- [15] S. Ge, E.Bilotti, C.T.Reynolds, N.Soykeabkeaw, T.Peijs, "Bacterial Cellulose-Poly(vinyl alcohol) Nanocomposites Prepared by an In-situ Process", *Materials Letters*, Vol. 64. pp. 901-904, 2010
- [16] J.B.Campos, E.Prokhorov, I.C.Sanchez, J.Barceñas, G.L.Ramirez, A.M.Hernandez, Y.L. Castro, E.R.Rosa, "Molecular Dynamics Analysis of PVA-AgNP Composites by Dielectric Spectroscopy". *Journal of Nanomaterials*, pp. 1-11, 2012.
- [17] L.Zhang, Z. Wang, C.Xu, Y. Li, J. Gao, W.Wang and Y.Liu, "Strength Graphene Oxide/Polyvinyl Alcohol Composite Hydrogels". *Journal of Materials Chemistry*, Vol. 21, pp. 10399-10406, 2011.
- [18] M.Sirait, S. Ge, Motlan, E.Marlianto, "Effect of Mixed Nanoparticles ZnS and Polyvinyl Alcohol (PVA) against Nanocomposite Mechanical Properties of PVA / ZnS". *American Journal of Physical Chemistry*, Vol. 3 (1), pp. 5-8. 2014.
- [19] N.D.Zaharri, and Z.A.M. Ishak, 2013, "Effect of Zeolite Modification via Cationic Exchange Method on Mechanical, Thermal, and Morphological Properties of Ethylene Vinyl Acetate/Zeolite Composites", *Advances in Materials Science and Engineering*, Vol. 2013, pp. 1-9, 2013.

- [20] S. N. Azizi, A. A. Daghigh, and M. Abrishamkar, “Phase Transformation of Zeolite P to Y and Analcime Zeolites due to Changing the Time and Temperature”. *Journal of Spectroscopy*, Vol. 2013, pp. 10-14, 2013.
- [21] K.M.A.Hossain, M.Lachemi, M.Sammour, M.Sonebi, “Strength and Fracture Energy Characteristics of Self-Consolidating Concrete Incorporating Polyvinyl Alcohol, Steel and Hybrid Fibres”, *Constructions and Building Materials*, Vol. 45, pp. 20-29. 2013.
- [22] A.Andreas, Sapalidis, K.Fotios, Katsaros and N.K. Kanellopoulos, “PVA / Montmorillonite Nanocomposites: Development and Properties”. in *Nanocomposites and Polymers with Analytical Methods*, J.Cuppoletti, Intechweb.org, 2011, pp. 29-50.
- [23] Y. Sang and H. Xiao, “Preparation and Application of Cationic Cellulose Fibers Modified by in situ Grafting of Cationic PVA, *Colloids and Surfaces*”, *Physicochemical and Engineering Aspects*, Vol, 335A, pp. 121–127, 2009.
- [24] R.N.Oliveira, R.Rouze, B.Quilty, G.G.Alves, G.D.A.Soares, “Mechanical Properties and in Vitro Characterization of Polyvinyl Alcohol Nano-Silver Hydrogel Wound Dressings”, *Interface Focus*, Vol. 4, pp. 1-11, 2014
- [25] W.Y.Chuang, T.H.Young , W.Y.Chiu, C.Y.Lin, “The Effect of Polymeric Additives on the Structure and Permeability of Poly(Vinyl Alcohol) Asymmetric Membranes”, *Polymer*, Vol. 41, pp. 5633–5641, 2000.