

JURNAL
ANALISIS SIFAT MEKANIK BAHAN
KOMPOSIT *HIGHT DENSITY POLYETHYLENE*
BERPENGUAT SERAT PELEPAH PISANG
YANG DIISI SERBUK MINERAL *ZEOLIT*



TUGAS AKHIR

Disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar

Sarjana S-1 pada Jurusan Teknik Mesin

Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Semarang

Disusun Oleh :

RIZKY PUTRA NUGRAHA
C2A014011

FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SEMARANG
2018

ANALISIS SIFAT MEKANIK BAHAN KOMPOSIT *HIGHT DENSITY POLYETHYLENE* BERPENGUAT SERAT PELEPAH PISANG YANG DIISI SERBUK MINERAL *ZEOLIT*

Rizky Putra Nugraha, Dr. Purnomo, S.T, M.Eng dan Muh Amin, ST, MT.

Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Semarang

Email : rizky.pn77@gmail.com

ABSTRAK

Pohon pisang kepok (*Musa acuminata*) banyak dijumpai di Indonesia. Tanaman ini sangat mudah dibudidayakan. Mudahnya pembudidayaan membuat banyak orang khususnya petani yang menanam tanaman pisang, sehingga banyak pelepah pisang yang dibuang setelah panen kemudian menjadi limbah pertanian. Dalam penelitian ini pohon pisang yang merupakan limbah, dimanfaatkan pelepahnya untuk diambil seratnya guna pembuatan komposit. Pada penelitian ini dilakukan untuk mengetahui potensi sifat mekanik serat pelepah pisang yang dikombinasikan dengan serbuk mineral Zeolit, dan HDPE (*High density polyethylene*) sebagai matrik komposit ini. Untuk mengetahui sifat mekanik pada komposit dilakukan uji tarik ASTM D 638 dan uji impak (*impack*) ASTM D256-00. Sebelum dijadikan komposit, serat dilakukan *treatment* menggunakan larutan NaOH 5 % selama 2 jam dan dikeringkan pada suhu kamar selama 3-4 hari. Metode pembuatan komposit yaitu menggunakan injeksi molding (*injection moulding*) yang sebelumnya dilakukan penyerbukan semua bahan agar tercampur sempurna dengan variasi komposisi zeolit:serat berturut-turut 3%:2%, 2%:3%, 1%:4% dan ligamen dengan variasi panjang 6mm, 8mm, 10mm untuk spesimen uji impak. Kesimpulan Dari hasil penelitian dan analisis pengujian serta pembahasan data yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa besarnya kekuatan *impack* spesimen komposit dengan ligamen 10mm, energi tertinggi yang didapatkan yaitu pada spesimen komposit A, dengan nilai 381,33 Kj/m^2 . Nilai pengujian tarik rata-rata tertinggi *Yield strength* (tegangan luluh) pada spesimen komposit komposisi A yaitu sebesar 12,43 N/mm^2 , *tensile strength* (kekuatan tarik) pada spesimen komposit komposisi A yaitu sebesar 15,75 N/mm^2 , *elongation* (pertambahan), pada spesimen komposit komposisi B yaitu sebesar 15,10%. Namun nilai kekuatan tarik spesimen komposit komposisi D (HDPE murni) lebih tinggi, *Yield strength* (tegangan luluh) sebesar 29,50 N/mm^2 , *tensile strength* (kekuatan tarik) 31,7 N/mm^2 , *elongation* (pertambahan), 18,00 %.

Kata Kunci : Komposit, Serat Pelepah Pisang, Zeolit, Injection Molding

PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi material saat ini semakin banyak aplikasinya. Salah satu yang banyak dikembangkan adalah dalam bidang komposit, yaitu dengan penggabungan dua macam bahan yang mempunyai sifat berbeda menjadi satu material baru dengan sifat yang berbeda pula. Komposit adalah suatu jenis bahan baru hasil rekayasa yang terdiri dari dua atau lebih bahan dimana sifat masing-masing bahan berbeda satu sama lainnya baik itu sifat kimia maupun fisiknya dan tetap terpisah dalam hasil akhir bahan tersebut (Nayiroh, 2013). Dengan adanya perbedaan dari material penyusunnya maka komposit antar material harus berikatan dengan kuat, sehingga perlu adanya penambahan *wetting agent*. Salah satu bahan penambah yaitu plastik *high density polyethylene* (HDPE).

Teknologi material komposit dengan menggunakan serat alam sebagai penguat telah banyak dikembangkan untuk dapat menggantikan serat sintetis. Hal ini disebabkan karena serat alam mempunyai berbagai keunggulan, diantaranya; harga murah, mampu meredam suara, ramah lingkungan, mempunyai densitas rendah, dan kemampuan mekanik yang tinggi. Komposit serat alam banyak digunakan sebagai interior mobil, peredam akustik, dan panel pintu. Penggunaan serat alam dapat mengurangi berat sampai 80 % (Schuh, 1999). Serat alam merupakan alternatif *filler* komposit untuk berbagai komposit polimer karena keunggulannya dibanding serat sintetis. Serat alam mudah didapatkan dengan harga yang murah, mudah diproses, densitasnya rendah, ramah lingkungan, dan dapat diuraikan secara biologi (Kusumastuti, 2009). Oleh sebab itu, saat ini banyak peneliti yang tertarik untuk menggunakan serat alam sebagai pengisi material komposit (*filler*). Salah satunya penguat serat alam adalah komposit berpenguat serat pelepah pisang (*banana – stem fibers*).

Serat pelepah pisang (*banana – stem fibers*) adalah salah satu jenis serat yang berasal dari tumbuhan (*vegetable fiber*) yang diperoleh dari batang tanaman pisang (*Musa sp*). Batang pisang merupakan limbah pertanian potensial yang belum banyak dimanfaatkan. Dirjen Bina Produksi Hortikultura menyebutkan bahwa potensi buah pisang mencapai 31,87% dari total produksi buah di Indonesia. Pada tahun 2007 produksi buah pisang mencapai 5,454 juta ton

(Anonim, 2010). Perbandingan bobot segar antara batang, daun, dan buah pisang berturut-turut adalah 63%, 14%, dan 23% (Rachmawati dalam Rahman, 2006). Dari perbandingan tersebut maka akan diperoleh batang segar sebanyak 14,939 juta ton pada tahun yang sama. Batang pisang memiliki berat jenis 0,29 g/cm dengan ukuran panjang serat 4,20 - 5,46 mm dan kandungan lignin 33,51%, (Syafrudin, 2004).

Sifat mekanik dan fisik dari komposit yang diperkuat serat tergantung pada beberapa parameter, salah satunya adalah perlakuan pada serat yaitu perlakuan alkali (NaOH). Berdasarkan penelitian Amin M dan Samsudi R (2012) perlakuan alkali serat rambut manusia dengan bertambahnya waktu perendaman serat rambut didalam larutan 5% NaOH akan meningkatkan harga tegangan tarik, regangan dalam modulus elastisitas. Perendaman serat rambut selama 60 menit menunjukkan harga yang optimum untuk tegangan tarik dengan regangan yaitu 28,862 dan 0,18%. Perlakuan alkali NaOH dilakukan pada serat rambut manusia dengan tujuan untuk meningkatkan gaya ikatan serat dengan matrik. Lama perlakuan alkali NaOH sangat berpengaruh pada tingkatan kekuatan *fracture* pada spesimen, karena semakin lama waktu yang digunakan dalam perlakuan alkali justru akan membuat serat menjadi rusak dan rapuh. Berdasarkan penelitian yang dilakukan perlakuan alkali NaOH sebaiknya tidak dilakukan lebih dari satu jam.

Berdasarkan penelitian Amin M dan Samsudi R (2010) Hasil pengujian Tarik menunjukkan bahwa tegangan tarik dari komposit serat sabut kelapa. Dalam pembuatan helm roda dua *polyester* naik dengan naiknya fraksi volume serat. Tegangan tarik yang paling optimum dimiliki oleh bahan komposit *polyester* yang diperkuat serat sabut kelapa dengan fraksi volume 60% yaitu sebesar 14,7 MPa. Hal ini menunjukkan bahwa pada fraksi volume tersebut merupakan fraksi volume yang efektif untuk meningkatkan kekuatan komposit berpenguat serat sabut kelapa. Pada komposit dengan serat sabut kelapa dengan fraksi volume yang lebih sedikit cenderung rendah tegangan tariknya karena semakin sedikitnya *reinforced* (penguat) pada komposit tersebut sehingga semakin mudah mengalami putus apabila mengalami pembebanan dari pada komposit dengan fraksi volume yang semakin banyak.

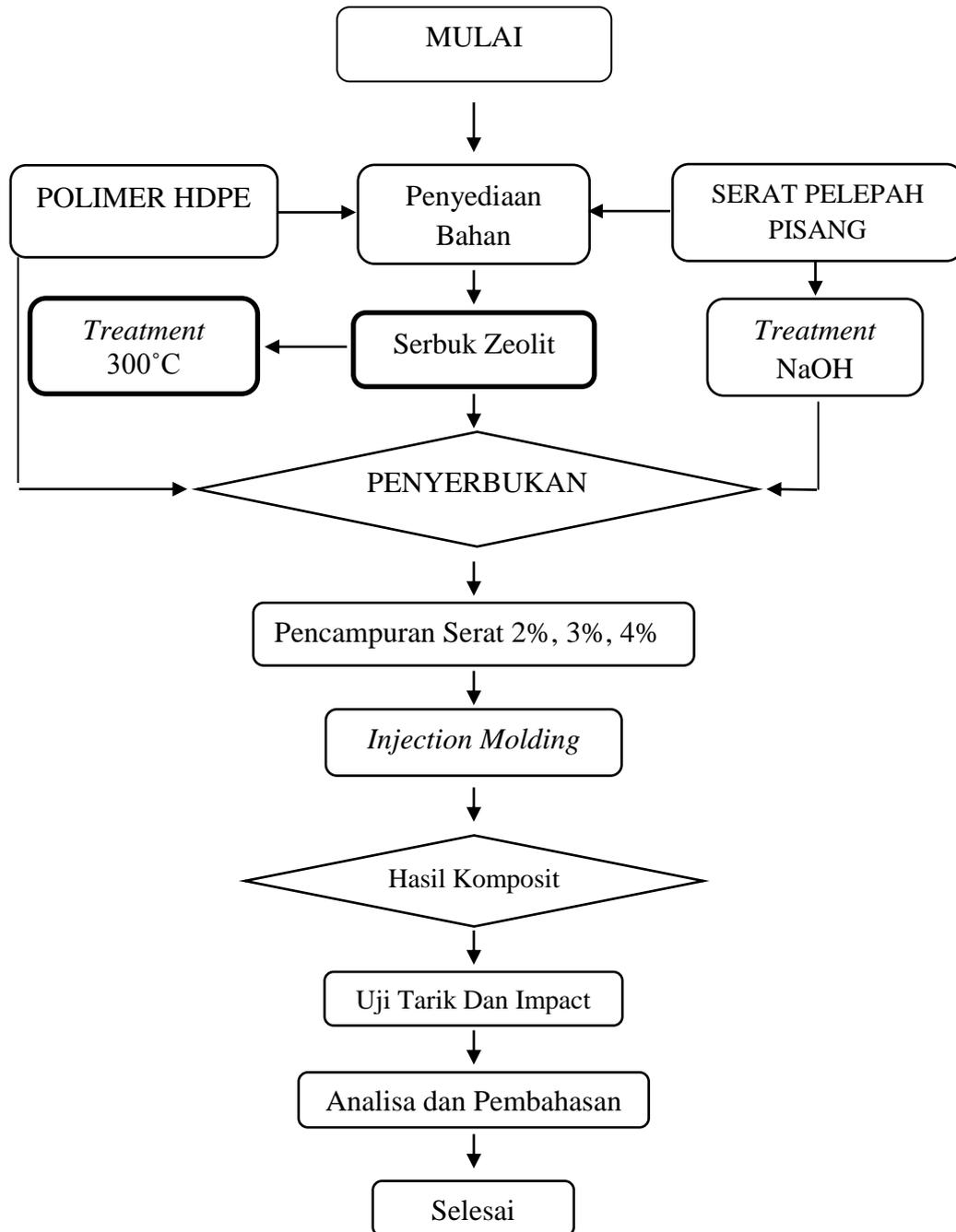
Zeolit merupakan mineral padat berpori yang memiliki kemampuan adsorpsi yang baik (Ansari dkk, 2014). Zeolit terdiri dari unsur alumina, silica dan sodium sebagai penyusun utamanya (Steen dkk, 2004). Kemampuan adsorpsi zeolit dimanfaatkan oleh beberapa peneliti untuk dimodifikasi menjadi membran. Membran zeolit merupakan membran anorganik yang stabil pada suhu yang tinggi (Barbosa, 2016). Pemanfaatan zeolit telah mengalami pengembangan sedemikian rupa sehingga dapat digunakan untuk beberapa keperluan dalam berbagai bidang, antara lain industri, pertanian, serta lingkungan, terutama untuk menghilangkan bau, karena zeolit dapat menyerap molekul-molekul gas seperti CO, CO₂, H₂S dan lainnya. Banyaknya pemanfaatan mineral zeolit diberbagai bidang ini, sehingga perlu adanya eksplorasi mineral zeolit.

Berdasarkan latar belakang diatas, penambahan serat pelepah pisang dan serbuk zeolit ini diharapkan dapat menambah kekuatan pada komposit, Kemudian dengan tulisan ini melaporkan tentang Analisis Sifat Mekanik Bahan Komposit *Hight Density Polyethylene* Berpenguat Serat Pelepah Pisang yang diisi Serbuk Mineral *Zeolit*.

METODE PENELITIAN

a) Alur Penelitian

Penelitian komposit dilakukan secara bertahap dengan memperhatikan diagram alur penelitian, ini merupakan gambaran dari langkah-langkah penelitian yang akan dilakukan (Gambar 1).



Gambar 1 Diagram Alur Penelitian

b) Bahan

Bahan utama pembuatan komposit ini adalah plastik HDPE dalam bentuk butiran bijih plastik yang diperoleh di sebuah CV di daerah kawasan industri Kaligawe, Semarang. Sedangkan bahan tambahan yang diperlukan adalah Serat alam yaitu serat pelepah pisang yang diperoleh dari serat batang tanaman pisang kepok (*Musa acuminata*) yang mudah di jumpai di daerah kampung saya yaitu Bergas Lor (Kabupaten Semarang). Selain serat alam bahan tambahan lainnya adalah serbuk mineral dari batuan zeolit yang di peroleh dari dosen pembimbing. Serat alam yang digunakan harus dilakukan tredmen terlebih dahulu menggunakan bahan kimia, bahan kimia yang dibutuhkan dalam proses tredmen komposit ini adalah larutan NaOH cair yang dibeli di sebuah toko kimia di daerah semarang.

c) Alat

Alat utama yang digunakan pada penelitian ini berupa Injeksi Molding (*Injection Moulding*). Beberapa alat pendukung lainnya berupa Mesin uji impak (*impack*) “GT-7045-MD, Mesin uji tarik “Universal Testing Machine HT 2402, Mesin Uji SEM “ Jeol *JSM – 6510LA*, blender , ayakan, kuas, timbangan digital, gelas ukur, gillette, ragum, oven, gunting, mangkok keramik, cetakan (*molding*).

HASIL DAN PEMBAHASAN

a) Pengujian Tarik

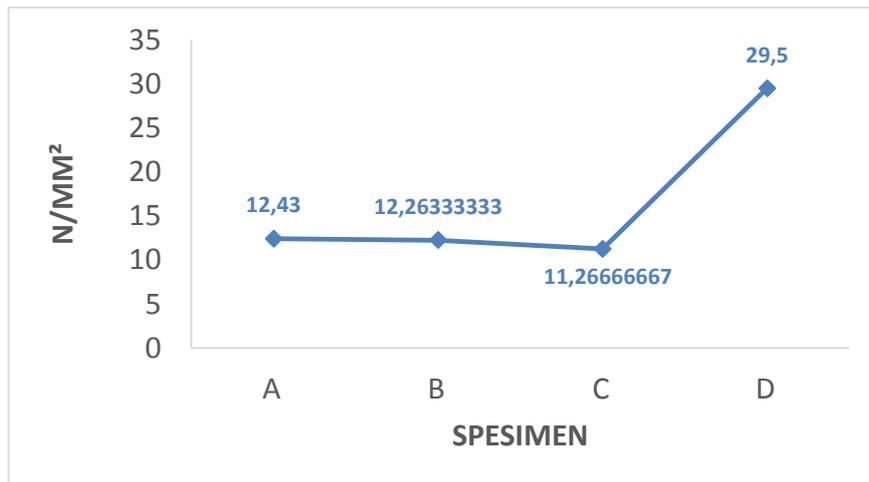
Hasil rata rata pengujian tarik spesimen komposit batang pisang dengan standart ASTM-D 638 sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil rata – rata uji tarik komposisi

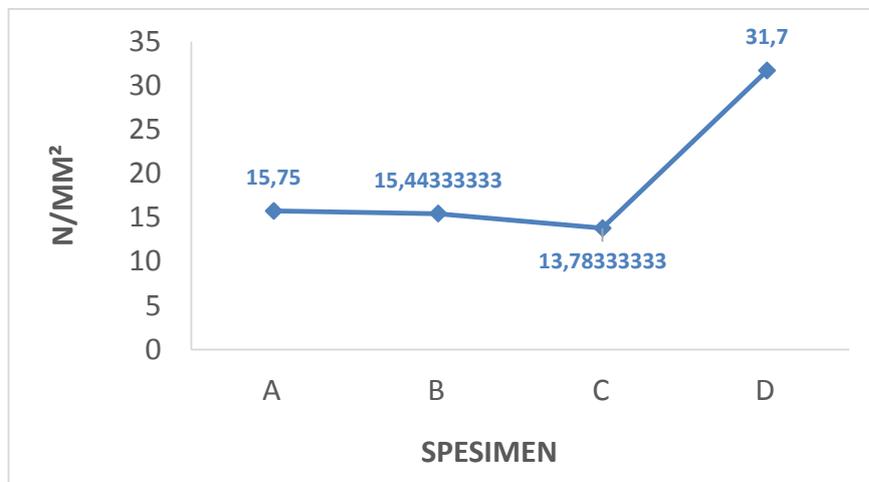
Spesimen	Komposisi	Yield Strength N/mm ²	Tensile Strength N/mm ²	Elongation %
A	Serat Wt 2% Zeolit Wt 3%	12,43	15,75	13,77
B	Serat Wt 3% Zeolit Wt 2%	12,26	15,44	15,10
C	Serat Wt 4% Zeolit Wt 1%	11,267	13,78	11,43
D	HDPE Wt 100%	29,50	31,7	18,00

Pada penelitian ini spesimen komposit komposisi D, yaitu tanpa campuran serat batang pisang dan zeolit 0 % tidak dilakukan, karena untuk pengujian tarik ini sudah dilakukan oleh peneliti terdahulu (Marwan, 2016).

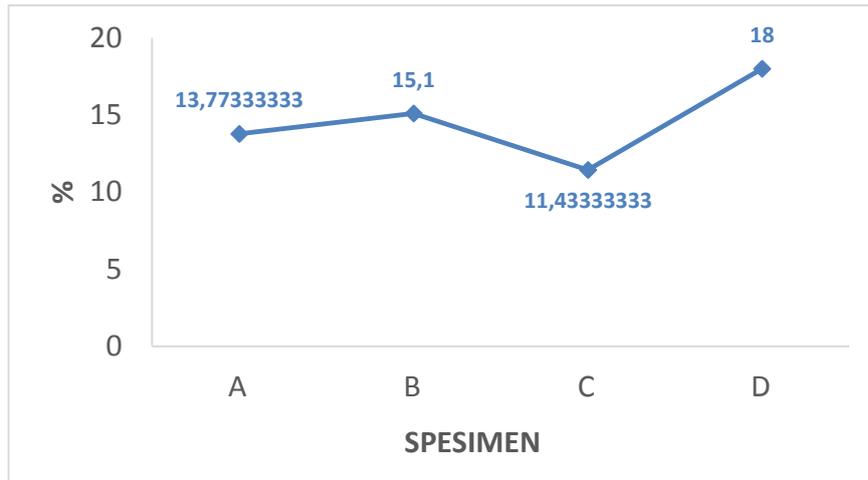
Berikut diagram dari pengujian tarik yang telah dilakukan, lebih jelasnya dapat dilihat pada (Gambar 2,3, dan 4).



Gambar 2. Grafik Tegangan Luluh (*Yield strength*)



Gambar 3. Grafik Kekuatan Tarik (*Tensile Strength*)



Gambar 4. Grafik Pertambahan (*elongation*)

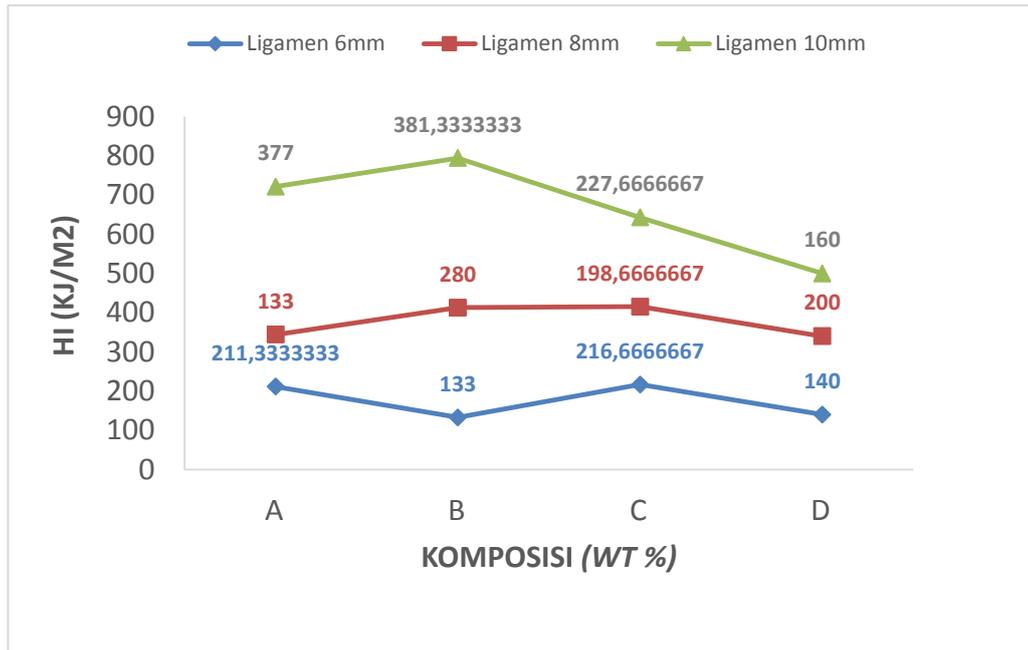
Pada uji tarik spesimen komposit komposisi D memiliki rata-rata *yield strength* 29,50 N/mm², *tensile strength* 31,7 N/mm², *elongation* 18,00 %. Pada uji tarik spesimen komposit dengan komposisi A memiliki rata-rata *yield strength* 12,43 N/mm², *Tensile Strength* 15,75 N/mm², *elongation* 13,77 %. Pada uji tarik spesimen komposit komposisi B memiliki rata-rata *yield strength* 12,26 N/mm², *tensile strength* 15,44 N/mm², *elongation* 15,10 %. Spesimen komposit komposisi C memiliki rata-rata *yield strength* 11,27 N/mm², *tensile strength* 13,78 N/mm² dan *elongation* 11,43 %.

b) Uji Impak

Hasil dari pengujian impak pada komposit berpenguat serat pelepah pisang dan serbuk zeolit dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil uji impak komposit HDPE serat pelepah pisang.

Panjang ligament (mm)	<i>Energy fracture total</i>			
	Serat Wt 2% Zeolit Wt 3% (A)	Serat Wt 3% Zeolit Wt 2% (B)	Serat Wt 4% Zeolit Wt 1% (C)	HDPE Wt 100% (D)
	Energi (KJ/m ²)	Energi (KJ/m ²)	Energi (KJ/m ²)	Energi (KJ/m ²)
6	211,3	133	216,67	140
8	133	280	198,67	200
10	377	381,33	227,67	160

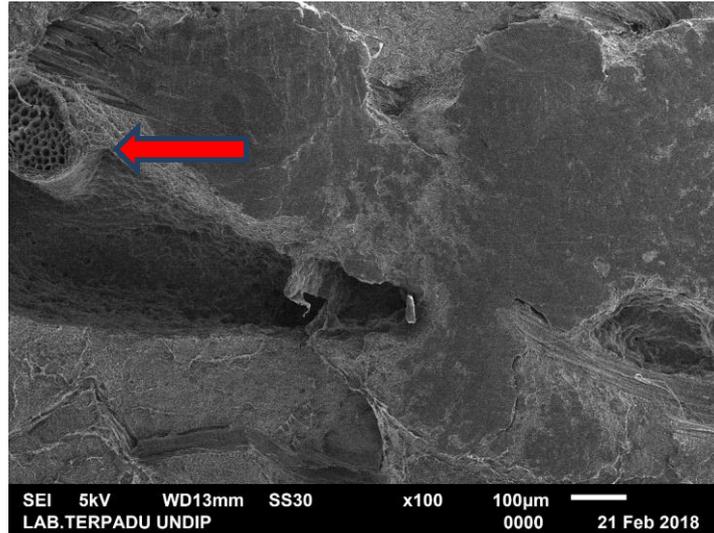


Gambar 5. Grafik keseluruhan uji impact

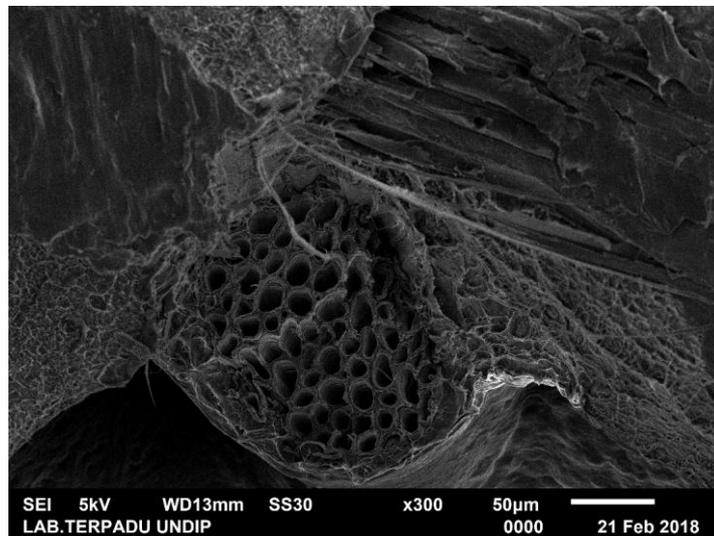
Dari grafik diatas menerangkan bahwa pada pengujian *impact* spesimen komposit komposisi B dengan $I=10$ mm, didapatkan energi tertinggi sebesar $381,33 \text{ KJ/m}^2$, dan energi terendah didapatkan pada spesimen komposit komposisi A dengan $I=8$ mm dan spesimen komposit komposisi B dengan $I=6$ mm dengan nilai energi yang sama yaitu 133 KJ/m^2 .

c) Uji SEM

Hasil yang didapat pada proses pengujian SEM (Gambar 6) dengan jarak 100 micro meter dengan pembesaran $\times 100$ (a). Kenampakan morfologi permukaan bagian sisi bawah terdapat beberapa lubang setelah dilakukan pengujian impact, dan terdapat kenampakan patahan serbuk zeolit yang memiliki pori-pori (panah merah). Untuk lebih jelasnya, kenampakan patahan serbuk zeolit dapat dilihat pada gambar jarak 50 micrometer dengan pembesaran $\times 300$ (b). Berikut hasil uji SEM (*Scanning Electron Microscope*) spesimen komposit komposisi C yaitu serat pelepah pisang 4% zeolit 1% disetiap titik pengujian dapat dilihat pada gambar-gambar berikut :



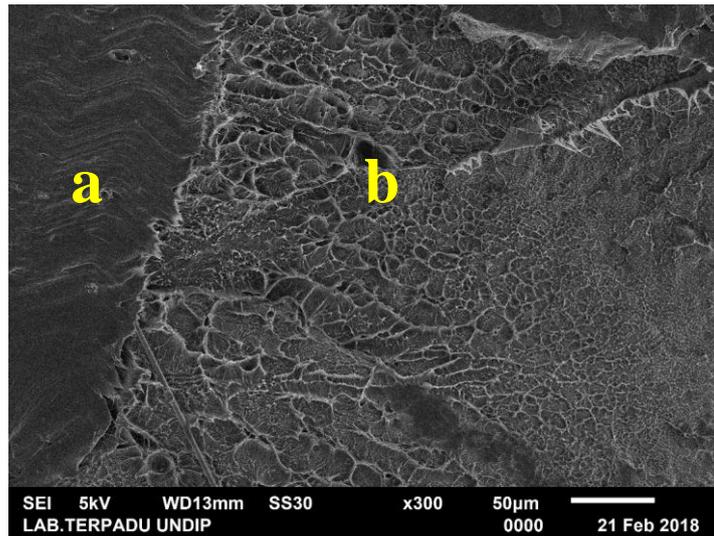
a



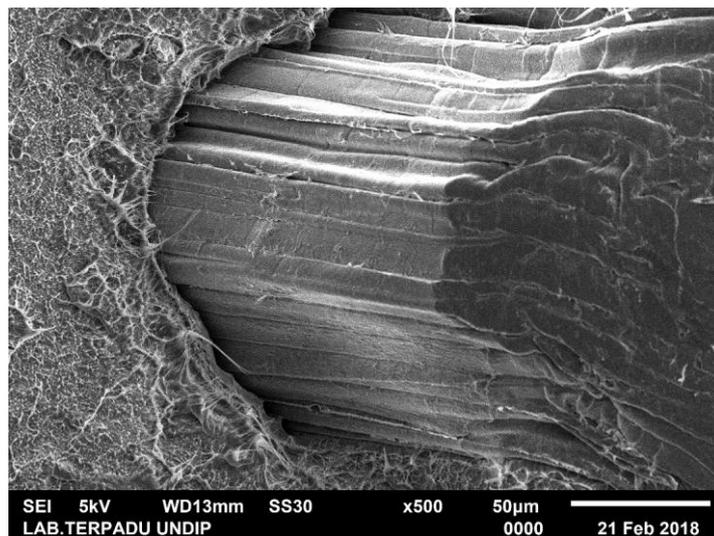
b

Gambar 6. a). Hasil uji SEM sisi bawah pembesaran x100, b).Pembesaran x300.

Pada gambar hasil uji SEM berikutnya (Gambar 4.17) yaitu kenampakan morfologi permukaan bagian sisi tengah pada komposit yang di ambil pada jarak 50 micro meter dengan pembesaran x300, terdapat bekas sayatan silet dari pembentukan ligamen (a), terlihat halus dan beralur rata pada permukaanya dibandingkan dengan permukaan yang telah mengalami pengujian impak (b), permukaan tidak rata terdapat sisa seperti tertrik.



Gambar 7. a). Hasil uji SEM sisi tengah bekas sayatan pembentukan ligamen, b). Hasil uji SEM sisi tengah setelah melalui uji impak



Gambar 8. Hasil uji SEM sisi atas, terdapat serat alam yang patah.

Spesimen yang telah melalui uji SEM pada sisi atas pada jarak 50 micro meter dengan pembesaran x500 (Gambar 4.18), terlihat kenampakan morfologi yaitu serat alam yang mengalami patahan setelah spesimen dilakukan uji impak.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis pengujian serta pembahasan data yang diperoleh dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Nilai pengujian tarik rata-rata tertinggi *Yield strength* (tegangan luluh) pada spesimen komposit komposisi A yaitu sebesar 12,43 N/mm², *tensile strength* (kekuatan tarik) pada spesimen komposit komposisi A yaitu sebesar 15,75 N/mm², *elongation* (pertambahan), pada spesimen komposit komposisi B yaitu sebesar 15,10%. Namun nilai kekuatan tarik spesimen komposit komposisi D (HDPE murni) lebih tinggi, *Yield strength* (tegangan luluh) sebesar 29,50 N/mm², *tensile strength* (kekuatan tarik) 31,7 N/mm², *elongation* (pertambahan), 18,00 %.
2. Besarnya kekuatan *impact* spesimen komposit dengan $I=10\text{mm}$, energi tertinggi yang didapatkan yaitu pada spesimen komposit komposisi A, dengan nilai 381,33 Kj/m².

UCAPAN TERIMAKASIH

Selama pelaksanaan Tugas Akhir ini penulis telah banyak mendapat bantuan dan dukungan yang sangat berarti dari berbagai pihak untuk itu penulis ingin menyampaikan rasa hormat dan ucapan terima kasih khususnya kepada :

- ALLAH SWT karena atas berkat kehendaknya penulis mampu menyelesaikan kewajiban ini.
- Keluarga terutama kepada Ibu, Ayah, Kakak–kakak saya yang selalu memberikan motivasi dan semangat untuk menjalankan Tugas Akhir.
- Dr. RM Bagus Irawan, S.T, M.Si, IPP. selaku dekan Teknik UNIMUS.
- Dr. Purnomo, S.T M. Eng selaku ketua program studi Teknik Mesin UNIMUS.
- Muhammad Subri, S.T, M.T. selaku koordinator Tugas Akhir UNIMUS.
- Dr. Purnomo, S.T M. Eng selaku pembimbing I Tugas Akhir.
- Muh. Amin, ST,MT selaku pembimbing II Tugas Akhir.
- Kepala Laboratorium Universitas Negeri Semarang (UNNES).
- Kepada Laboratorium Terpadu Universitas Diponegoro (UNDIP).
- Seluruh dosen dan staf karyawan Universitas Muhammadiyah Semarang khususnya Fakultas Teknik Mesin.
- Teman-teman Fakultas Teknik Mesin angkatan Tahun 2013 yang telah menjadi teman baik dalam suka duka selama kuliah di UNIMUS.
- Saudara Hardiman NC yang turut bekerja sama dalam pembuatan tugas akhir ini.
- Untuk teman-teman dekatku yang selalu memberi semangat.

Penulis menyadari bahwa dalam penyelesaian Tugas Akhir dan penyusunan laporan masih banyak kekurangan, untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan penyusunan laporan selanjutnya. Semoga ini bermanfaat bagi penulis pada khususnya dan bagi pembaca pada umumnya.

Semarang, Februari 2018

Rizky Putra Nugraha

C2A014011

DAFTAR PUSTAKA

- Adelya, 2017. *Larutan dan Konsentrasi*. <http://adelyadesi.lecture.ub.ac.id>. (di akses 10 Agustus 2018)
- Agustina, Dewi, 2009. *Kadar Lignin dan Tipe Monomer Penyusun Lignin pada kayu Akasia*, Skripsi Departemen Hasil Hutan Fakultas Kehutanan IPB, tidak diterbitkan, Bogor.
- Amin M, Samsudi R. 2010. *Pemanfaatan Limbah Serat Sabut Kelapa Sebagai Bahan Pembuat Helm Pengendara Kendaraan Roda Dua*. PROSIDING SEMINAR NASIONAL. UNIMUS. Semarang
- Amin M, Samsudi R. 2012. *Pengembangan Bahan Alternatif Interior dan Eksterior Otomotif dengan Limbah Rambut Manusia*. Laporan Penelitian Hibah Bersaing. UNIMUS. Semarang
- Amin, Sarmidi, (2009). *COCOPRENEURSHIP*. Aneka Peluang Bisnis dari Kelapa Yogyakarta. Lily Publisher. 166 hal.
- Anonim.2010. *Produksi Tanaman Buah-buahan di Indonesia Periode 2003-2008* Direktorat Jendral Bina Produksi Hortikultura Kementrian Pertanian. Jakarta. [http:// www.hortikultura.go.id](http://www.hortikultura.go.id), diakses tanggal 28 Februari 2018.
- Ansari, M., Aroujalian, A., Raisi, A., Dabir, B., & Fathizadeh, M. (2014). *Preparation and characterization of nano-NaX zeolite by microwave assisted hydrothermal method*. *Advanced Powder Technology*, 25(2), 722–727. <http://doi.org/10.1016/j.appt.2013.10.021>.
- ASTM D 638, *Standard Test Method for Tensile Properties of Plastic*.
- ASTM D-256, 2002, *Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics*, An American National Standard.
- Ayu Zahrotul Wahidah Winarni, Siti Zulaikah, Abudulloh Fuad. 2006. *Identifikasi Batuan Yang Mengandung Mineral Zeolit Sebagai Absorben Logam Berat Berdasarkan Sifat Fisika Batuan Di Desa Kedung Banteng Kecamatan Sumbermanjing Wetan Kabupaten Malang*. Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Malang.
- Barbosa, G. P., Debone, H. S., Severino, P., Souto, E. B., & Da Silva, C. F. (2016). *Design and characterization of chitosan/zeolite composite films* -

- Effect of zeolite type and zeolite dose on the film properties. Materials Science and Engineering C*, 60, 246–254.
<http://doi.org/10.1016/j.msec.2015.11.034>
- Billmeyer, W. F. 1994, *Textbook of Polymer Science*. 3rd Edition, Jhon Wiley & Son, New York
- Bismarck A, Askargorta IA, Lamphe T, Wielaye B, Stamboulis A, Skenderovich I, Limbach HH. 2002, “*Surface Characterization of Flax, Hemp and Cellulose Fibres: Surface Properties and the Water Uptake Behavior*”, *Polymer Composite* Vol 23, no. 5
- BPOM, 2008, *Informatorium Obat Nasional Indonesia*, Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia, Jakarta
- Bryce D. M., 1998, *Plastic Injection Molding Mold Design and Construction Fundamentals*, Society of Manufacturing Engineers, Dearborn, Michigan
- Diharjo, K., 2006. Pengaruh Perlakuan Alkali terhadap Sifat Tarik Bahan Komposit Serat Rami-Polyester. Tugas Akhir Jurusan Teknik Mesin UNS
- Diharjo, K., dan Triyono, T., 2003, Buku Pegangan Kuliah Material Teknik, Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral kabupaten Malang. 2010. *Data Sumber Daya Mineral di Kabu-paten Malang*. Malang: Dinas E dan S D M kabupaten Malang.
- Febryanto, Hanry. 2013. *Pengaruh Variasi Temperatur dan Paduan Polypropylene dengan Serbuk Arang Kayu terhadap Kekuatan Impact pada Proses Injection Moulding*. Skripsi: Universitas Jember.
- Febryanto, Hanry. 2013. *Pengaruh Variasi Temperatur dan Paduan Polypropylene dengan Serbuk Arang Kayu terhadap Kekuatan Impact pada Proses Injection Moulding*. Skripsi: Universitas Jember.
- George, J., Janardhan, R., Anand, J.S., Bhagawan, S. S. & Thomas, S. (1996). *Melt rheological behavior of short pineapple fiber reinforced low density polyethylene composites. Polymer*, 37(24), 5421-5431.
- Gibson RF. 1994, “*Principles Processing and Composite Material*”. Mc-Granhill Book Company, New York.

- Goud, Govardhan.; and Rao, R,N. 2011. “*Effect of Fibre Content and Alkali Treatment on Mechanical Properties of RoystoneaRegia-Reinforced Epoxy Partially Biodegradable Composites*”.*Bulletin of Materials Science*.Vol. 34. No. 7, December 2011, pp. 1575-1581
- Harahap, S, (2006), “*Kajian Bahan Laporan Akhir, Badan Penelitian dan Pengembangan Propinsi Sumatera Utara, Medan.*
- Harper. 1975. *Handbook of Plastic and Elastomer*. Westing House Electric Corporation. Baltimore. Maryland
- Jones, M. R., 1975, *Mechanics of Composite Material*, Mc Graww Hill Kogakusha, Ltd
- Jones, R, M, 1999, *Mechanise of Compasite Material*. International Student Edition New York
- Kusumastuti, A., 2009, *Aplikasi Serat Sisal sebagai Komposit Polimer, Jurusan Teknologi Jasa*
- Lokantara, P., 2012, *Analisis Kekuatan Impact Komposit Polyester-Serat Tapis Kelapa Dengan Variasi Panjang Dan Fraksi Volume Serat Yang Diberi Perlakuan NaOH*. Fakultas Teknik, Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran, Bali, Indonesia.
- Matthews, F.L., Rawlings, RD., 1993, *Composite Material Engineering And Science, Imperial College Of Science, Technology And Medicine*, London, UK.
- Mediastika, Christian E. 2013. *Hemat Energi dan Lestari Lingkungan Melalui Bangunan*. Yogyakarta : Katalog Dalam Terbitan
- Moerbani, J., 1999, Plastic Moulding, Jurnal Akademi Teknik Mesin Industri (ATMI), Surakarta.
- Muhammad Said, Arie Wagi Prawati, Eldis Murenda. 2008. *Atifasi Zeolit Alam Sebagai Adsorbent Pada Adsorbsi Larutan Iodium*. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
- Mujiarto, Iman. 2005. *Sifat dan Karakteristik Material Plastik dan Bahan Aktif*. Jurnal Traksi. Vol. 3. No. 5
- Nasution, A. 2011. *Pembuatan Papan Partikel Komposit Polietilena Kerapatan Rendah Daur Ulang Dan Tandan Kosong Kelapa Sawit*. Diakses :

20,2017,

dari:<http://www.google.com/url?q=http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/4/Chapter%252011.pdf>

Ni'mah, Y.L., Atmaja, L., dan Juwono, H., (2009), *Synthesis and Characterization of HDPE Plastic Film for Herbicide Container Using Fly Ash Class F as Filler*, *Indo.J. Chem* 9(3) : 348-354.

Noni Nopriantina, Astuti. *Pengaruh ketebalan Serat Pelelepah Pisang Kepok (Musa paradisiaca) Terhadap Sifat Mekanik Material Komposit Poliester-Serat Alam*. Jurusan Fisika FMIPA Universitas Andalas Kampus Unand, Limau Manis, Padang, 25163

Nurmaulita, 2010. "*Pengaruh Orientasi Serat Sabut Kelapa Dengan Resin Polyester Terhadap Karakteristik Papan Lembaran*". Universitas Sumatera Utara.

Oktaviana, T. D. 2002. *Pembuatan dan Analisa Film Bioplastik dari Kitosan Hasil Iradiasi Kitin yang Berasal dari Kulit Kepiting Bakau (Scylla serata)*. (Skripsi). Universitas Pancasila. Jakarta

Paryanto Dwi Setyawan, dkk 2012 *Pengaruh Orientasi dan Fraksi Volume Serat Daun Nanas (Ananas Comosus) Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Polyester Tak Jenuh (UP)*.

Putera, RizkyDirgaHarya. 2012.

Ekstraksi Serat Selulosadari Tanaman Eceng Gondok (Eichornia Crassipes) dengan Variasi Pelarut. Skripsi: Universitas Indonesia.

Rahman, H., 2006. *Pembuatan Pulp dari Batang Pisang Uter (Musa paradisiaca Linn. var uter) Pascapanen dengan Proses Soda*. Skripsi, Fakultas Kehutanan. Yogyakarta : Universitas Gadjah Mada.

Schuh G.T., 1999, *Renewable Materials for Automotive Applications*, UNESP-Sao Paulo state University.

Schuler K., 2008. Smart Plastic Guide Healthier Food uses of Plastic. Institute for Agriculture and Trade Policy. Minneapolis Minnesota. Retrieved from http://www.iatp.org/files/421_2_102202.pdf www.refractedradio.com/3-reasons-why-youre-likely-to-get-cancer-and-its-right-under-your-nose/
Disposable Plastic Food Container and Its... (PDF Download

Available).

Available

from:https://www.researchgate.net/publication/287873577_Disposable_Plastic_Food_Container_and_Its_Impacts_on_Health [accessed Apr 14 2018].

Sendi Dwi Oktaviandi., 2012, Analisa Pengaruh Parameter Tekanan dan Waktu Penekanan Terhadap Sifat Mekanik dan Cacat Penyusutan Dari Produk Injection Molding Berbahan Polyethylene (PE), Skripsi S-1 Teknik Mesin, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Cilegon.

Sitepu, I.P., 2009, pengaruh konsentrasi maleat anhidrat terhadap derajat grafting maleat anhidrat pada HDPE dengan inisiator benzoil peroksida, Skripsi USU, Medan.

Stevens, M. P. 2001. *Kimia Polimer*, Edisi Pertama. Jakarta: Pradnya Paramita.

Supardi, Edi, 1999, Pengujian Logam, Angkasa Bandung, Bandung.

Surdia T., (1995). Pengetahuan Bahan Teknik, Pradya paramita: Jakarta.

Surono, U. B. 2013. *Berbagai Metode Konversi Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar Minyak*. Jurusan Teknik Mesin Universitas Janabadra. Yogyakarta

Syafrudin, 2004. *Pengaruh Konsentrasi Larutan dan Waktu Pemasakan Terhadap Rendemen dan Sifat Fisis Pulp Batang Pisang Kepok (Musa spp) Pascapanen*. Skripsi, Fakultas Kehutanan. Yogyakarta : Universitas Gadjah Mada.

Syafrudin. 2004. Pengaruh Konsentrasi Larutan dan Waktu Pemasakan terhadap Rendemen dan Sifat Fisis Pulp Batang Pisang Kepok (Musa sp) Pascapanen. Skripsi. Yogyakarta: Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada.

Taslimah, Tono Eko Prayitno, Salih Muharam, Damin Sumardjo. 2004, Pengaruh Perlakuan Hidrotermal Terhadap Komposisi Mineral Penyusun Zeolit Alam, J. Kim. Sains & Apl. Vol. VII. No. 2 Agustus 2004, Fakultas MIPA Universitas Diponegoro.

Taslimah, Tono Eko Prayitno, Salih Muharam, Damin Sumardjo. 2004. *Pengaruh Perlakuan Hidrotermal Terhadap Komposisi Mineral Komposisi Mineral Zeolit Alam*. Jurusan Kimia Fakultas MIPA Universitas Diponegoro, Semarang.

- Witono, dkk. 2013. Pengaruh Perlakuan Alkali (NaOH) Terhadap Morfologi dan Kekuatan Tarik Serat Mendong. *Jurnal Rekayasa Mesin* Vol. 4, No. 3 Tahun 2013; 227-234 Universitas Brawijaya.
- Wulan Safrihatini Atikah. 2017. *Potensi Zeolit Alam Gunung Kidul Teraktivasi Sebagai Media Absorben Pewarna Tekstil*. Politeknik STTT Bandung.
- Yuniari, A., 2011, *Morfologi dan Sifat Fisika Polipaduan Low Density Polyethylene-Pati Tergrafting Maleat Anhidrat*, *Jurnal Riset Industri*, 5: 239-247
- Yuwono, Akhmad Herman. 2009. *Buku Panduan Karakteristik Material I Pengujian Merusak (Destructive Testing)*. Departemen Metalurgi Dan Material Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Jakarta.
- Zulfikar, 2010. *Keseimbangan Larutan*. <http://www.chem-is-try.org>. (1 Agustus 2011).