

TRAKSI

**EVALUASI SIFAT MEKANIK *HIGH DENSITY POLYETHYLENE*
YANG DIISI SERAT BATANG PISANG DAN PARTIKEL
ZEOLIT ALAM**



TRAKSI TUGAS AKHIR

**Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar
Sarjana S-1 Pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Semarang**

DI SUSUN OLEH :

HARDIMAN NURCAHYANTO

C2A014008

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SEMARANG

2018

**EVALUASI SIFAT MEKANIK *HIGH DENSITY POLYETHYLENE*
YANG DIISI SERAT BATANG PISANG DAN PARTIKEL
ZEOLIT ALAM**

Hardiman Nurcahyanto (C2A014008)
Email : hardimann.c@gmail.com

Pohon pisang yang merupakan limbah, dimanfaatkan pelepahnya untuk diambil seratnya guna pembuatan komposit. Pada penelitian ini dilakukan untuk mengetahui potensi sifat mekanik serat batang pisang yang dikombinasikan dengan serbuk mineral Zeolit, dan HDPE (*Hight density polyethylene*) sebagai matrik komposit ini. Untuk mengetahui sifat mekanik pada komposit dilakukan uji tarik ASTM D 638-02 dan DENT. 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 serat:zeolit berturut-turut 2%:3%, 3%:2%, 4%:1% dan ligamen dengan variasi panjang 6 mm, 8 mm, dan 10 mm untuk spesimen uji. Hasil yang didapatkan komposit pengujian komposit dalam penelitian ini berupa uji kekuatan tarik menurut standart ASTM D 638-02 dan DENT. Hasil pengujian tarik dengan standart ASTM D 638-02 didapat nilai tertinggi *maximum force*, *elongation*, *modulus young*, dan *tensile strength* terdapat pada HDPE murni dengan nilai *maximum force* 678,90 Newton, *elongation* 16%, *modulus young* 514,50 N/mm² dan *tensile strength* 22,63 N/mm². Ketangguhan *fracture We* (*essensial kerja*) komposit terdapat pada spesimen komposit serat 4% zeolit 1% dengan nilai 203,27 kJ/m². Dapat disimpulkan komposit serat 4% zeolit 1% memiliki hubungan linier *we* (*essensial kerja*) yang baik dibandingkan pada komposit lainnya.

Kata Kunci: Serat Batang Pisang, Zeolit, HDPE, *Injection Molding*, Uji Tarik, Uji SEM.

PENDAHULUAN

Komposit banyak sekali digunakan karena strukturnya yang kuat namun memiliki berat yang ringan. Diantaranya sebagai bahan dasar bodi mobil, bahkan pesawat yang membutuhkan struktur bahan yang kuat namun memiliki berat yang ringan. Komposit merupakan bahan yang terdiri atas fase penguat dan matriks. Hal ini yang menyebabkan komposit memiliki struktur yang kuat namun memiliki berat

yang cukup ringan, sehingga sangat cocok digunakan sebagai bahan dasar berbagai macam bahan baku industri (Clareyna dan Mawarani, 2013).

Material komposit adalah material yang terbuat dari dua bahan atau lebih yang tetap terpisah dan berbeda dalam level makroskopik selagi membentuk komponen tunggal. Bahan 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 (bahan komposit). Karena karakteristik pembentuknya berbeda-beda maka akan diperoleh suatu material baru yang lebih baik dari material pembentuknya. Material pembentuk komposit ada 2, yaitu penguat (*reinforcement*) dan pengikat (*matriks*). Sifat komposit bahan sangat dipengaruhi oleh sifat dan distribusi unsur penyusunnya, serta interaksi antara keduanya. Parameter yang lain yaitu bentuk, ukuran orientasi dan distribusi dari penguat dan sifat-sifat matriksnya (Kartini dkk, 2002).

Salah satu dari plastik sintetis adalah HDPE. HDPE memiliki nilai kuat tarik sebesar 3100-5500 Psi dengan elongasi sebesar 100%. HDPE memiliki sifat bahan yang lebih keras, kuat, buram, dan lebih tahan terhadap suhu yang tinggi. HDPE mempunyai sedikit cabang, yang membuat HDPE memiliki ikatan *intermolecular* dan kekuatan tarik yang lebih besar dari LDPE. HDPE juga lebih keras dan opak, dan tahan temperatur tinggi. Meskipun memiliki kekuatan mekanik yang tinggi plastik ini tidak dapat didegradasi oleh lingkungan, untuk mengatasi masalah tersebut dilakukan pembuatan *plastic biodegradable* dengan mencampurkan plastik sintetis dengan polimer alam. Polimer alam memiliki beberapa kelemahan diantaranya sifat mekanik yang rendah, tidak tahan pada suhu tinggi, dan getas. Oleh karena itu pencampuran antara plastik sintetis dengan polimer alam diharapkan menghasilkan plastik yang memiliki sifat mekanik yang tinggi, dan mampu terurai oleh mikroorganisme (Inggaweni dan Suyatno, 2015).

Batang pisang merupakan limbah pertanian yang belum banyak dimanfaatkan. Sekarang ini serat batang pisang mulai diperhatikan oleh peneliti sebagai serat pakaian dan juga kertas, namun pemanfaatannya belum optimal. Selain itu juga banyak dimanfaatkan sebagai pintalan benang untuk kain rajut, interior mobil, *furniture*, dan kontruksi ringan. Hal ini berarti, jika limbah batang

pisang bisa dimanfaatkan dengan baik, maka masalah limbah menjadi berkurang, serat batang pisang memiliki berat jenis 0,29 gram/ cm³ dengan ukuran panjang serat 4,2 - 5,46 mm dan kandungan lignin 33,51% (Khotimah dkk, 2015).

Umemura, (2006) menyebutkan bahwa pemanfaatan bahan baku dari alam daripada bahan baku sintesis merupakan isu lingkungan yang sudah lama berkembang. Hal ini berkaitan dengan beberapa kelebihan bahan baku alam seperti lebih ramah lingkungan dan potensinya yang cukup banyak dan dapat diperbaharui. Aini dan Indriati (2007) menggunakan zeolit sebagai pengisi kertas untuk menggantikan kaolin. Chen, dkk (2011) menambahkan zeolit pada sisi luar karton bergelombang sehingga karton lebih tahan terhadap kelembaban dan membantu sisi dalam bertahan lebih lama. Zeolit adalah nama umum untuk kelompok zeolit yang mana kristal- kristalnya merupakan aluminosilikat logam alkali dan alkali tanah yang mengandung air. Zeolit adalah zat berpori dengan pori-pori berskala nanometer (Mc.Bain, 1932). Penelitian Serat Batang Pisang dan Zeolit ini dilakukan untuk mendapatkan data tentang sifat-sifat mekanis dengan melakukan uji struktur serta uji tarik sebagai pertimbangan utama dalam pemilihan untuk bahan dasar alternatif pengganti serat sintesis sehingga terciptanya komposit baru yang dapat digunakan dalam industri khususnya dibidang otomotif interior mobil khususnya *dashboard*.

Penelitian perlakuan alkali juga pernah dilakukan oleh Amin.M dan Raharjo.S (2012) Perlakuan alkali serat rambut dilakukan guna menghilangkan lapisan minyak pada bagian luar rambut manusia. Lapisan minyak pada rambut tersebut akan menghalangi gaya ikat antara matrik dan penguatnya sehingga *mechanical properties* komposit akan rendah. Sehingga sebelum serat rambut dipergunakan sebagai penguat pada matrik *epoxy* terlebih dahulu dilakukan perlakuan alkali serat. Perlakuan alkali serat dilakukan dengan melakukan perendaman serat kedalam 5% larutan NaOH selama (0, 30, 60, 90 dan 120) menit. Hasil penelitian pengaruh perlakuan alkali serat rambut manusia yaitu dengan bertambahnya waktu perendaman serat rambut didalam larutan 5% NaOH akan meningkatkan harga tegangan tarik, regangan dan modulus elastisitas. Perendaman serat rambut selama 60 menit menunjukkan harga yang optimum untuk tegangan tarik dan regangan yaitu 28,862 MPa dan 0,18 %. Pada serat rambut yang tidak

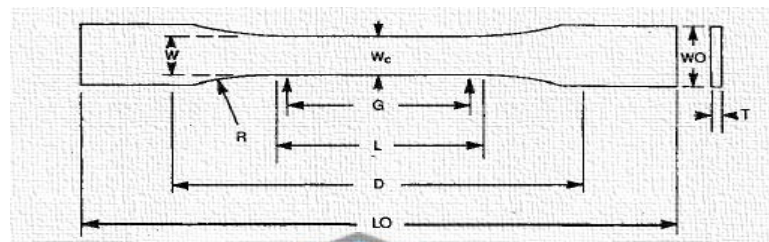
dilakukan perlakuan alkali memiliki *mechanical bending* yang lemah karena ikatan antara serat dengan matrik tidak dapat sempurna karena terhalang oleh adanya lapisan minyak pada rambut manusia. Dengan perlakuan alkali serat untuk menghilangkan lapisan minyak pada rambut agar dapat terjadi ikatan yang kuat antara serat dengan matriknya. Akan tetapi dengan perlakuan alkali yang terlalu lama akan menyebabkan rusaknya serat rambut (serat rambut menjadi rapuh). Sehingga komposit yang diperkuat dengan serat dengan waktu perendaman yang lebih lama menyebabkan turunnya kekuatan Tarik.

Berdasarkan Penelitian yang dilakukan oleh Amin.M dan Raharjo.S (2010) yang berjudul Pemanfaatan Limbah Serat Sabut Kelapa Sebagai Bahan Pembuat Helm Pengendara Kendaraan Roda Dua, dengan bahan serat sabut kelapa dan *polyester* dilakukan pembuatan spesimen dengan variasi jumlah spesimen sebanyak 5 yaitu spesimen 1 (27% SSK-73% PE), spesimen 2 (30% SSK-70% PE), spesimen 3 (36% SSK-64% PE), spesimen 4 (42% SSK-58% PE) dan spesimen 5 (60% SSK-40% PE). Hasil pengujian tarik yang diperoleh menunjukkan bahwa dengan bertambahnya fraksi volume serat akan meningkatkan tegangan tarik komposit serat sabut kelapa *polyester*. Berarti bahwa tegangan tarik dari serat sabut kelapa memiliki harga yang lebih tinggi dari matrik yaitu polyester. Tegangan tarik dari komposit serat sabut kelapa-*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 fraksi volume tersebut merupakan fraksi volume yang paling efektif untuk meningkatkan kekuatan komposit berpenguat serat sabut kelapa. Pada komposit dengan serat sabut kelapa dengan fraksi volume yang lebih sedikit cenderung lebih 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.

Pengujian Tarik

Pengujian tarik (*tensile test*) adalah pengujian mekanik secara statis dengan cara sampel ditarik dengan pembebanan pada kedua ujungnya dimana gaya tarik yang diberikan sebesar P (Newton). Tujuannya untuk mengetahui sifat-sifat

mekanik tarik (kekuatan tarik) dari komposit yang diuji. Pertambahan panjang (Δl) yang terjadi akibat gaya tarikan yang diberikan pada sampel uji disebut deformasi. Regangan merupakan perbandingan antara pertambahan panjang dengan panjang mula-mula. Regangan merupakan ukuran untuk kekenyalan suatu bahan yang harganya biasanya dinyatakan dalam persen (Sears, 2002). Pengujian tarik dilakukan dengan mesin uji tarik atau *universal testing* standart pengujian ASTM D-638-02 dan DENT. Spesiemen pengujian tarik menurut standart ASTM D-638-02 dan DENT ditunjukkan pada **Gambar 1** dan **2**.



Gambar 1 Standart ASTM D 638-02 Pengujian Tarik (ASTM International).



Gambar 2 Standart DENT (Kusharjanta, 2008).

EWF (*Essensial Work Of Fracture*)

Metode EWF adalah bahwa saat benda padat ulet dengan retakan yang dikenai beban maka akan mengalami proses perpatahan, retakan tersebut diambil dari dua tempat di dua daerah yang berbeda, yaitu daerah proses bagian dalam (*the inner process zone*) dan daerah proses bagian luar (*the outer process zone*). Pada *Iner process zone* terjadi proses retakan dan pertumbuhan retak sampai spesimen patah terbagi menjadi 2 bagian. Pada *outer process zone* terjadi fenomena terbentuknya daerah plastis. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6, banyak sekali penelitian yang mengkaji tentang metode EWF.

Penelitian tentang EWF pernah dilakukan oleh Hashemi (1997) Dalam penelitiannya, Hashemi menggunakan spesimen tipe geometri DENT (*Double Edge Notch Tension*). Penelitian juga membahas tentang syarat panjang ligamen maksimum. Syarat panjang ligamen harus: $(3t \leq \ell \leq 5t \leq W/3)$.

Dimana:

t = Tebal Spesimen

ℓ = Lebar Ligamen

W = Lebar Spesimen

Proses pembebanan yang terjadi pada material akan mengalami keadaan mulur dan di lanjutkan dengan timbulnya retakan awal. Hal ini terjadi pada daerah (w_e), kemudian retakan akan menjalar hingga akhir spesimen. Hal ini terjadi pada daerah (w_p). Di dalam prosesnya perpatahan yang terjadi pada material polimer ulet (w_e) diperlukan untuk membentuk dan akhirnya untuk merobek daerah retakan takikan. Seperti ditunjukkan pada **Gambar 3**.



Gambar 3 w_e untuk membentuk dan akhirnya merobek daerah retakan pada takikan. (Wu dan Mai, 2006).

(w_e) Merupakan kerja dari permukaan dan sebanding dengan panjang ligamen (l), sedangkan (w_p) adalah jumlah dari kerja dan sebanding dengan (l^2) dengan demikian kerja total dari perpatahan di tulis kembali dari Pers 1 dan Pers 2 :

$$wf = w_e + \beta w_p t l^2 \quad (1)$$

Dan kerja patah takik spesifikasinya :

$$wf = \frac{wf}{tl} = \frac{w_e}{tl} + \frac{\beta w_p t l^2}{tl}$$

$$wf = \frac{wf}{tl} = we + \beta wpl \quad (2)$$

Dimana :

We = Kerja *essensial* perpatahan

Wp = Kerja *Non-essensial* spesifik perpatahan

β = Faktor bentuk dari daerah plastis

Pengaplikasian komposit HDPE, serat batang pisang dengan zeolit dibidang otomotif diantaranya untuk interior mobil maka pokok permasalahan yang ada dipenelitian ini yaitu:

1. Bagaimana sifat tarik komposit HDPE yang diisi serat batang pisang dan zeolit.
2. Bagaimana ketangguhan fraktur komposit HDPE yang diisi serat batang pisang dan zeolit.

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui sifat tarik komposit HDPE yang diisi serat batang pisang dan zeolit.
2. Mengetahui ketangguhan fraktur material komposit HDPE yang diisi serat batang pisang dan zeolit.

METODE PENELITIAN

1. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut:

a. HDPE

HDPE merupakan polimer *polyethylene* yang memiliki struktur rantai lurus. Proses pembuatan rantai dari plastik HDPE dilakukan pada proses dengan tekanan rendah. HDPE mempunyai sifat kristalinitas yang lebih tinggi dan kaku apabila dibandingkan dengan LDPE (Nasution, 2011).



Gambar 4 HDPE

b. Serat Batang Pisang

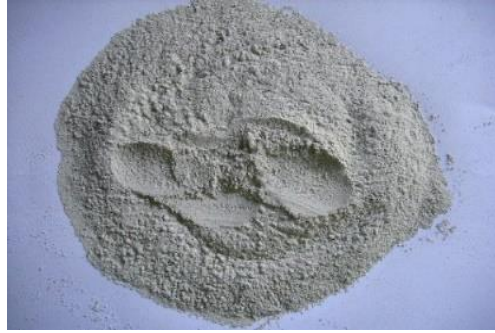
Serat merupakan ukuran panjang yang relatif jauh lebih besar dari pada ukuran lebarnya, begitupun serat pelepah pisang. Serat batang pisang diperoleh dari batang semu pisang. Batang semu ini terbentuk dari pelepah daun panjang yang saling menelungkup dan menutupi dengan kuat dan kompak sehingga bisa berdiri tegak seperti batang tanaman. Tinggi batang semu berkisar 3,5 - 7,5 meter tergantung jenisnya (Suyanti, 1993).



Gambar 5 Serat Batang Pisang

c. Zeolit

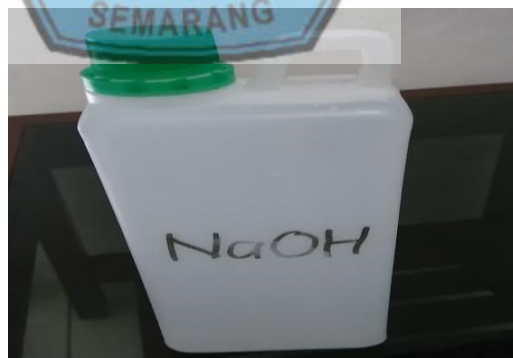
Zeolit merupakan mineral padat berpori yang memiliki kemampuan adsorpsi yang baik (Ansari dkk, 2014). Zeolit terdiri dari unsur alumina, silica dan sodium sebagai penyusun utamanya (Steen dkk, 2004). Kemampuan adsorpsi zeolit dimanfaatkan oleh beberapa peneliti untuk dimodifikasi menjadi membran. Membran zeolit merupakan membran anorganik yang stabil pada suhu yang tinggi (Barbosa, 2016).



Gambar 6 Zeolit

d. NaOH

Sifat alami serat adalah *hyrophilic*, yaitu suka terhadap air berbeda dari polimer yang *hidrophilic*. Pengaruh perlakuan alkali terhadap sifat permukaan serat alam selulosa telah diteliti dimana kandungan optimum air mampu direduksi sehingga sifat alami *hidropholic* serat dapat memberikan ikatan *interfacial* dengan matriks secara optimal (Bismarck dkk, 2002). Goud dan Rao (2011) juga membuktikan bahwa *skin* berbahan dasar serat yang diperlakukan dengan perendaman NaOH mempunyai nilai kekuatan tarik lebih besar dibanding tanpa perlakuan alkali. Menurut Yuliono dkk (2013) Bahwa sifat mekanis kekuatan tarik dapat ditingkatkan dengan perlakuan NaOH kadar 5% selama 2 jam yaitu sebesar 35,404 MPa. NaOH seperti ditunjukkan pada **Gambar 7**.



Gambar 7 NaOH

2. Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut:

1. Blender
2. *Box* atum
3. Ayakan

4. Sendok
5. Papan kayu
6. Timbangan digital
7. Gelas ukur
8. Gergaji pita
9. *Gillette* (silet)
10. Toples kaca
11. Penjepit specimen
12. Ragum penjepit
13. Oven
14. Gunting
15. Mesin Injection Molding
16. Mesin Uji Tarik
17. Mesin Uji SEM

3. Prosedur Penelitian

a. Proses Pembuatan Serbuk HDPE

Proses pembuatan serbuk dari biji plastik HDPE bertujuan supaya serbuk biji plastik HDPE sebagai matrik dengan serat batang pisang dan zeolit sebagai *filler* tercampur sempurna sehingga material komposit mempunyai hasil yang maksimal. Pembuatan serbuk HDPE ini dengan cara biji plastik HDPE dihaluskan dengan bantuan alat blender.

b. Proses Menghilangkan Lignin Serat Batang Pisang

Persiapan bahan dalam proses pembuatan spesimen komposit ini dilakukan dengan membersihkan kotoran yang menempel pada serat batang pisang, pembersihan serat ini bertujuan agar serat batang pisang terbebas dari zat-zat yang tidak terpakai pada proses pembuatan spesimen komposit serat batang pisang dan zeolit seperti lignin dan zat-zat lainnya yang terkandung dalam serat batang pisang. Proses selanjutnya memilih serat yang paling bagus (panjang), serat batang pisang selanjutnya akan melalui proses *treatment* atau perendaman serat terlebih dahulu sebelum proses pembuatan spesimen komposit HDPE yang diisi serat batang pisang dan zeolit. Bahan kimia yang digunakan untuk proses *treatment* dalam pembuatan

komposit ini menggunakan larutan NaOH dan air sebagai pelarut dengan perbandingan 5% NaOH dari 500 ml air, yaitu dengan kadar NaOH 25 ml dengan air 475 ml, setelah itu direndam di toples kaca selama 2 jam perendaman, setelah 2 jam perendaman serat batang pisang diangkat dan ditiriskan dan langsung dibilas menggunakan air yang mengalir bertujuan untuk menghilangkan sisa-sisa larutan NaOH yang masih menempel pada serat batang pisang. Serat batang pisang yang sudah dikeringkan dengan menggunakan oven sebelum pencampuran dengan serbuk HDPE untuk pembuatan spesimen komposit serat batang pisang dan zeolit. Selanjutnya serat batang pisang yang sudah dikeringkan akan dipotong dengan ukuran memendek sekitar 1 mm sampai 4 mm untuk proses pencampuran dengan serbuk HDPE dan zeolit.

c. Proses Kalsinasi Zeolit

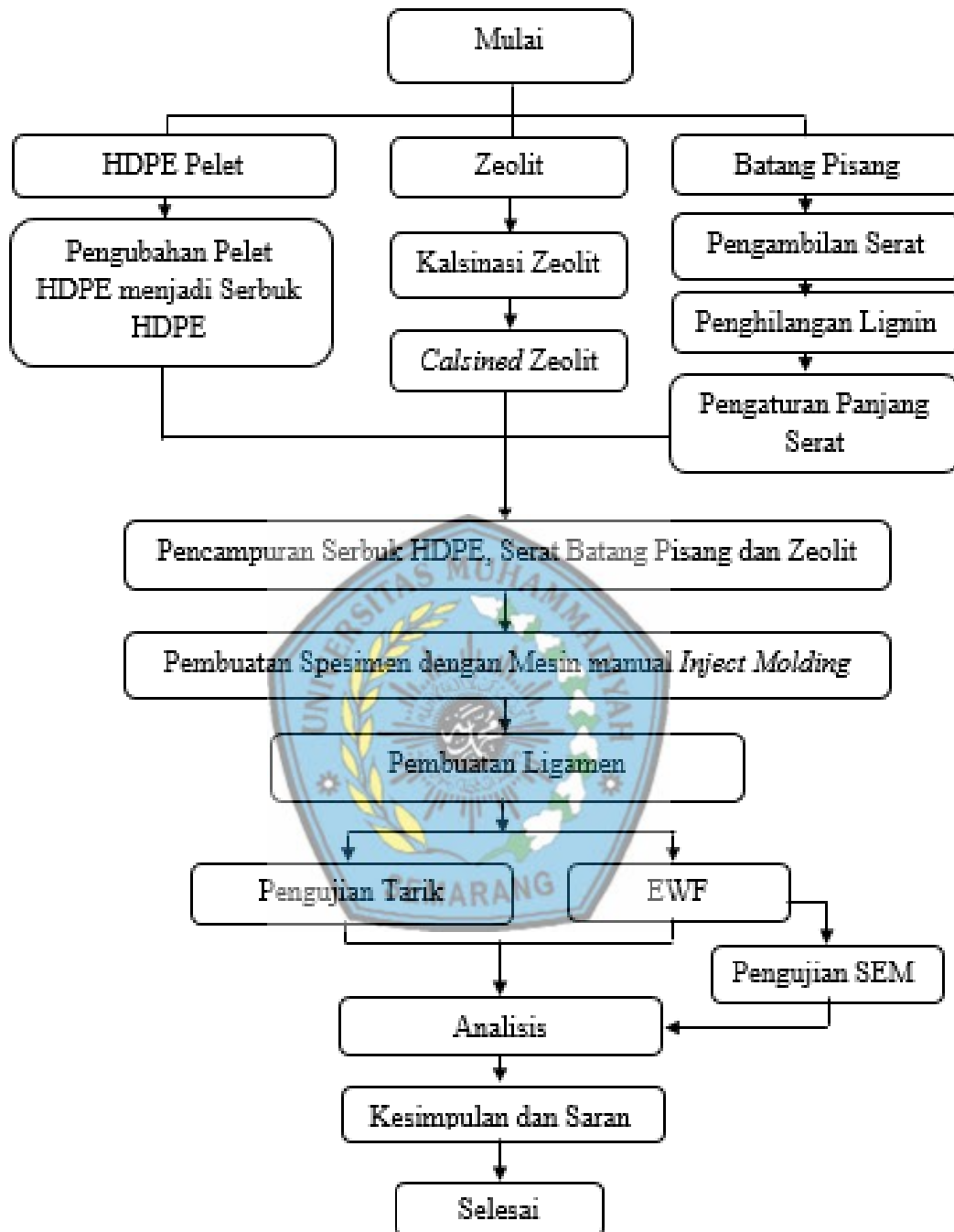
Proses *treatment* zeolit, zeolit di panaskan ke dalam oven untuk menghilangkan kandungan air yang terdapat pada serbuk zeolit. Proses ini disebut proses kalsinasi dengan suhu konstan 500°C selama 3 jam.

d. Injection molding

injection molding adalah proses pembentukan suatu benda atau produk dari material plastik dengan bentuk dan ukuran tertentu yang mendapat perlakuan panas dan pemberian tekanan dengan menggunakan alat bantu berupa cetakan atau *mold* (Bryce, 1998). *Injection molding* sangat berguna sekali dalam melakukan penelitian ini dimana mesin ini berfungsi untuk melelehkan material spesimen komposit. Material yang meleleh akibat pemanasan *heater* kemudian panas tersebut disalurkan ke *barrell* dan material yang sudah meleleh tersebut akan keluar kecetakan dengan proses penginjekan sehingga hasil sesuai yang diinginkan.

Diagram Alur Penelitian

Diagram alur penelitian dapat dilihat pada **Gambar 8**.



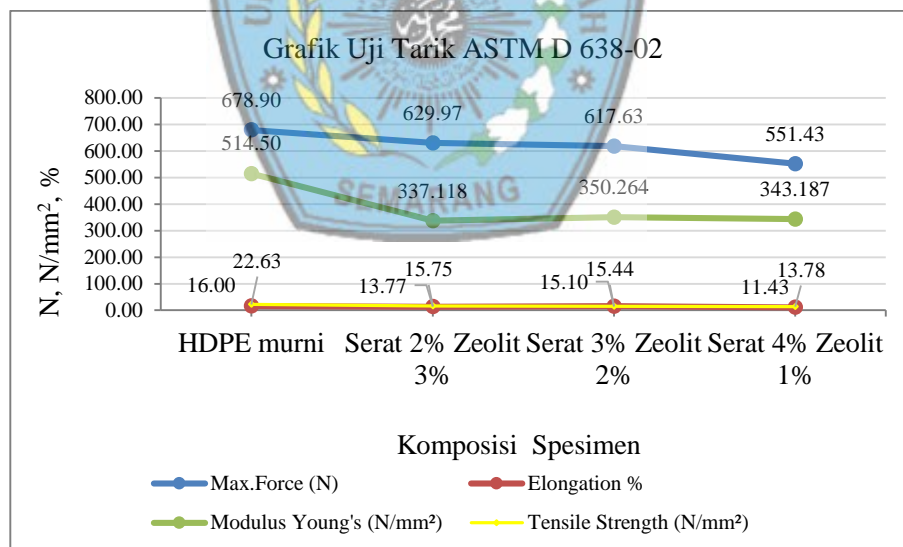
Gambar 8 Diagram Alur Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Rata-rata Pengujian Tarik Standart ASTM D 638-02

Hasil rata-rata pengujian tarik spesimen komposit dengan standart pengujian ASTM D 638-02 dan standart DENT pada komposisi 0% (HDPE Murni), serat 2% zeolit, serat 3% zeolit 2% dan serat 4% zeolit 1% dengan presentase HDPE tetap sebesar 95%. Seperti yang ditampilkan pada tabel dan grafik pada **Gambar 9**.

No	Komposisi	Max. Force (N)	Elongation (%)	Modulus Young (N/mm ²)	Tensile Strength (N/mm ²)
1	HDPE Murni	678,9	16,00	514,50	22,63
2	Serat 2 % Zeolit 3 %	629,97	13,77	337,118	15,75
3	Serat 3 % Zeolit 2 %	617,63	15,10	350,264	15,44
4	Serat 4 % Zeolit 1 %	551,43	11,43	343,187	13,78



Gambar 9 Grafik *Maximum Force*, *elongation*, *modulus Young* dan *tensile strength*

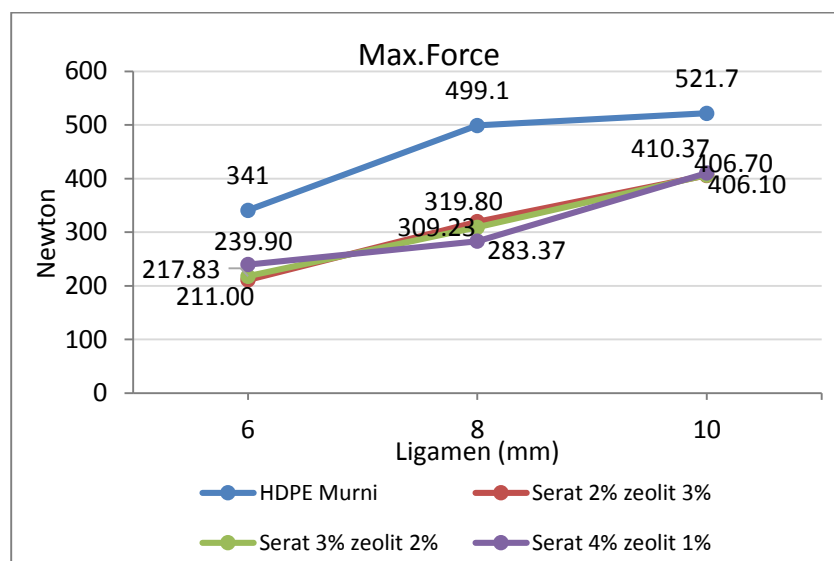
Berdasarkan hasil rata-rata pengujian tarik dengan standart ASTM D 638-02 didapat nilai tertinggi *maximum force*, *elongation*, *modulus young*, dan *tensile strength* terdapat pada HDPE murni dengan nilai *maximum force* 678,90 Newton, *elongation* 16%, *modulus young* 514,50 N/mm² dan *tensile strength* 22,63 N/mm².

2. Hasil Rata-rata Pengujian Tarik Standart DENT

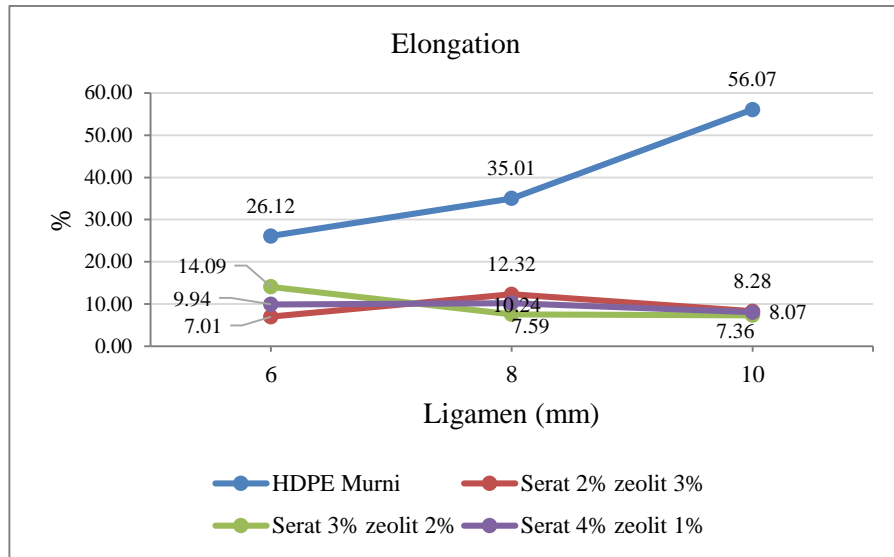
Fraksi Komposit	Ligamen	Max. Force (N)	Elongation (%)	Modulus Young (N/mm ²)
HDPE Murni	6	341	26,12	902,432
	8	499,1	35,01	994,402
	10	521,7	56,07	1006,499
Serat 2% Zeolit 3%	6	211	7,01	302,843
	8	319,8	12,31	531,979
	10	406,1	8,27	807,905
Serat 3% Zeolit 2%	6	217,833	14,09	539
	8	309,233	7,59	914,749
	10	406,7	7,36	858,823
Serat 4% Zeolit 1%	6	239,166	9,93	742,145
	8	283,366	10,24	792,329
	10	410,37	8,07	1115,778

Hasil rata – rata dari pengujian tarik dalam penelitian spesimen komposit serat batang pisang dan zeolit, seperti ditampilkan pada **Gambar 10, 11** dan **12**.

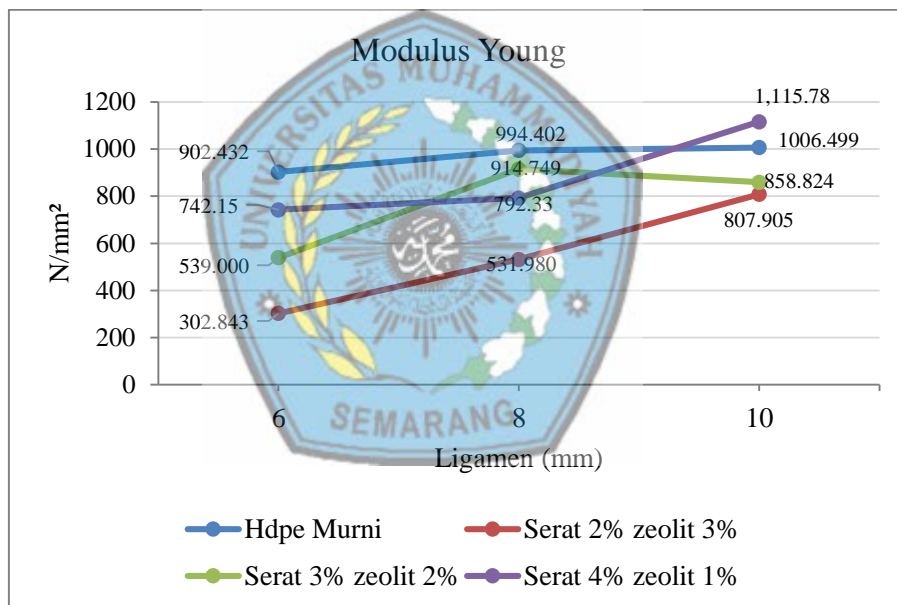
a. Grafik Pengujian Tarik Spesimen DENT



Gambar 10 Grafik *Maximum Force*



Gambar 11 Grafik *Elongation*

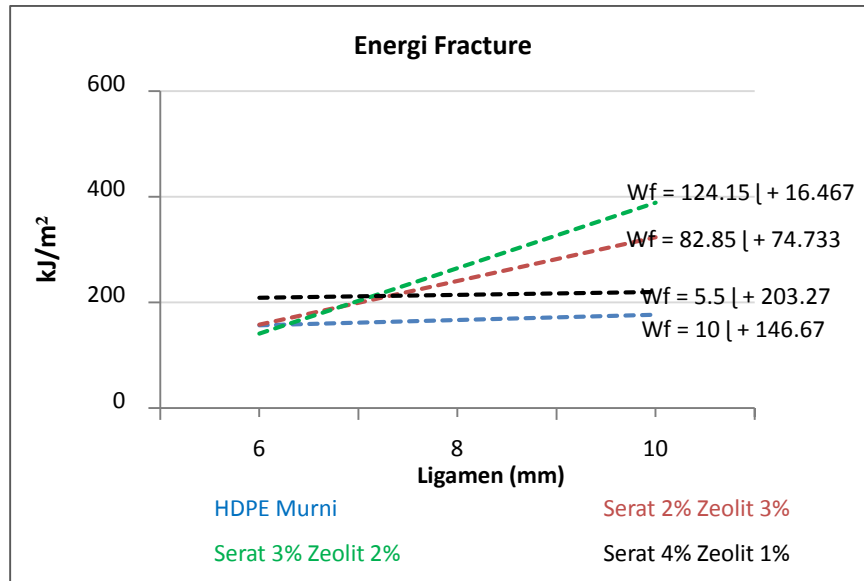


Gambar 12 Modulus Young

Berdasarkan hasil rata-rata pengujian tarik dengan standart DENT Dapat disimpulkan bahwa nilai tertinggi gaya maksimum, *elongation* dan *modulus Young* pada masing-masing lebar ligamen terdapat pada spesimen uji Tarik HDPE murni.

3. Energi *Fracture* Komposit HDPE Yang Diisi Serat Batang Pisang dan Zeolit

Hasil rata – rata yang didapat untuk energi *fracture* komposit 0% (HDPE Murni), serat 2% zeolit 3%, serat 3% zeolit 2%, dan serat 4% zeolit 1% sebagaimana ditunjukkan pada grafik seperti yang ditampilkan pada **Gambar 13**.



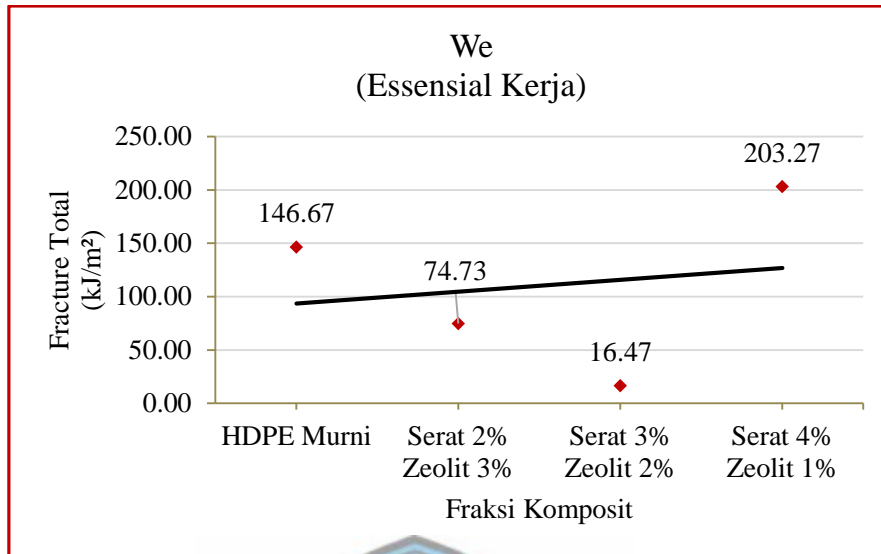
Gambar 13 Energi Fracture

Nilai Energi *Fracture* yang didapat dari spesimen dengan ligamen 6 mm, 8 mm, dan 10 mm dari komposisi 0% serat dan zeolit (HDPE murni) dengan $W_f = 10 l + 146,67$ dari hasil tersebut kerja dari essential patah spesifik (W_e) untuk komposisi serat dan zeolit 0% (HDPE murni) adalah 146,67 kJ/m² sedangkan non-essential patah spesifik (β_{wp}) adalah 10 kJ/m². Hasil rata – rata yang didapat untuk energi *fracture* pada spesimen komposit serat 2% zeolit 3% diperoleh nilai untuk $W_f = 82,85 l + 74,733$ dengan nilai β_{wp} (non – essential kerja) dengan hasil rata – rata 82,85 kJ/m² serta untuk nilai W_e (essential Kerja) dengan hasil rata – rata yaitu 74,733 kJ/m². Energi *Fracture* spesimen komposit serat batang pisang 3% zeolit 2% diperoleh hasil rata – rata hubungan linier adalah $W_f = 124,15 l + 16,467$ dengan nilai β_{wp} (non – essential patah) sebesar 124,15 kJ/m² dan untuk nilai W_e (essential patah) sebesar 16,467 kJ/m². Energi *Fracture* spesimen komposit serat batang pisang 4% zeolit 1% diperoleh hasil rata – rata hubungan linier adalah $W_f = 5,5 l + 203,27$ dengan nilai β_{wp} sebesar 5,5 kJ/m² dan untuk nilai W_e sebesar 203,27 kJ/m².

Nilai W_e dan β_{wp}

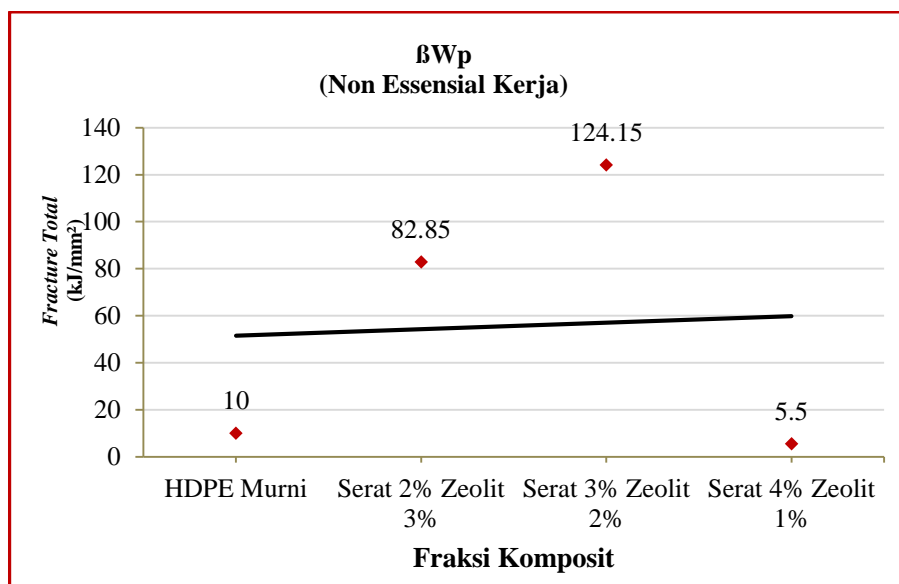
Nilai W_e (Essensial kerja patahan) tertinggi terdapat pada komposit dengan kandungan serat 4% zeolit 1% dengan nilai 203,27 kJ/m² dibandingkan

dengan campuran 0% (HDPE murni), serat 2% zeolit 3%, dan campuran serat 3% zeolit 2% sebagaimana ditunjukkan pada **Gambar 14**.



Gambar 14 Nilai Essensial Kerja (We)

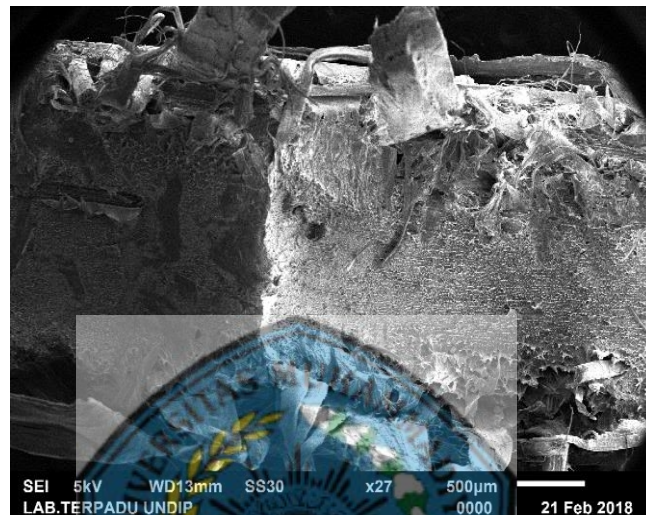
Ditunjukkan pada **Gambar 15** merupakan hasil rata rata dari Non- Essensial Kerja Spesifik (β_{wp}), untuk komposit dengan komposisi serat 3% zeolit 2% merupakan nilai tertinggi 124,15 kJ/m² sedangkan komposisi serat 4% zeolit 1% merupakan hasil terendah dengan nilai 5,5 kJ/m², komposisi serat 2% zeolit 3% dengan nilai rata-rata 82,85 kJ/m² dan komposisi serat zeolit 0% (HDPE murni) dengan nilai 10 kJ/m².



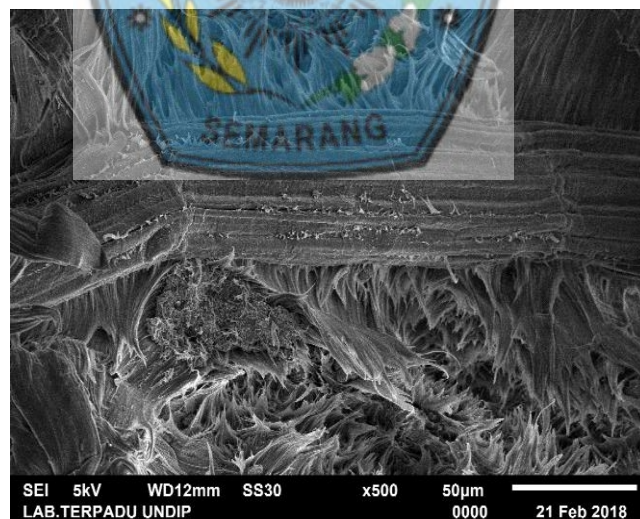
Gambar 15 β_{wp} (Non – Essensial Kerja)

UJI SEM

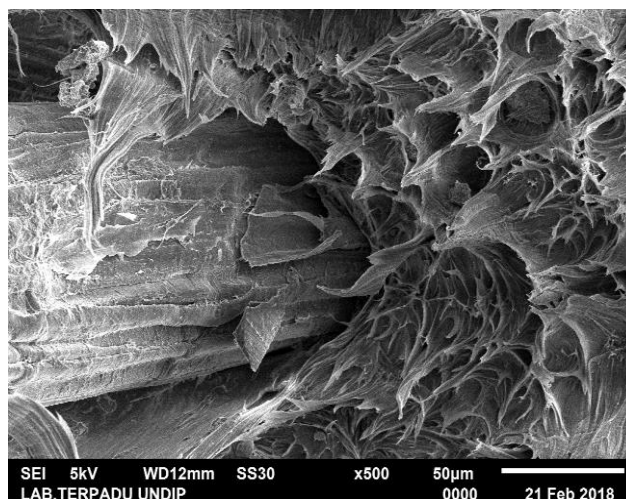
Uji SEM adalah sebuah pengujian yang bertujuan untuk mengetahui kandungan-kandungan dari sebuah material seperti kandungan morfologi, model struktural, dan *interface* khususnya pada spesimen komposit serat batang pisang sebagai *filler*, zeolit sebagai pengisi dan HDPE sebagai matrik. Dalam penelitian ini hasil uji SEM dapat dilihat pada **Gambar 16**.



1. Sisi Bagian Keseluruhan



2. Sisi Bagian Tengah



3. Sisi Bagian Tepi



4. Sisi Bagian Luar (Sisa patahan)

Gambar 16 Hasil Pengujian SEM

1. Sisi Bagian Keseluruhan 1

Hasil yang didapat pada proses pengujian SEM yang ditunjukkan pada **Gambar 16** (1) dengan pembesaran 27 x dalam pengujiannya. Pengujian SEM menunjukkan morfologi permukaan dari sisi bagian keseluruhan pada sisi saat spesimen putus dari hasil pengujian tarik, dalam pengujian ini terlihat sisa hasil patahan saat proses pengujian tarik yang tercampur oleh serat batang pisang dan zeolit.

2. Sisi Bagian Tengah 2

Sempel pengujian SEM yang di tunjukan pada **Gambar 16** (2) Sempel pengujian SEM menunjukkan bahwa pencampuran serat dan zeolit merata dan

tataletak serat tidak teratur sehingga mengakibatkan letak serat tidak searah dapat dilihat dengan garis – garis pada morfologi permukaan dari hasil sisa pengujian tarik dengan pembesaran 500 x dengan WD atau *Working Distance* jarak antar detektor dengan sampel yaitu 12 mm. Hasil yang didapat menunjukkan morfologi dari permukaan pada pencampuran HDPE, serat batang pisang dan zeolit.

3. Sisi Bagian Tepi 3

Sampel pengujian SEM dilakukan pada penelitian spesimen komposit serat batang pisang dan zeolit dapat dilihat hasil dari pengujian dengan garis – garis pada morfologi permukaan dari hasil sisa pengujian tarik dengan pembesaran 500 x dengan WD atau *Working Distance* jarak antar detektor dengan sampel yaitu 12 mm. Hasil yang didapat menunjukkan morfologi terlihat serat batang pisang mengalami perpatahan saat pengujian tarik sebagaimana ditunjukkan pada **Gambar 16 (3)**.

4. Sisi bagian luar (Sisa patahan) 4

Pengujian SEM dengan menggunakan pembesaran 500 x dan WD (*Working Distance*), morfologi dari permukaan yang dapat dilihat permukaan komposit sisa dari pengujian tarik memiliki perpanjangan antar serat batang pisang merata dan saling mengikat satu dengan yang lain, terlihat sisa dari perpanjangan komposit pada saat dilakukan pengujian tarik sebagaimana ditunjukkan pada **Gambar 16 (4)**.

KESIMPULAN

Setelah dilakukan penelitian komposit serat batang pisang dan zeolit dengan komposisi 0% (HDPE murni) , komposisi serat 2% zeolit 3%, serat 3% zeolit 2%, dan serat 4% zeolit 1% hasil pengujian tarik dengan standart ASTM D 638-02 HDPE Murni untuk gaya maksimum diperoleh nilai 678,9 N, *elongation* diperoleh 16,0%, *modulus Young* dengan nilai 514,50 N/mm² dan *tensile strength* 22,63 N/mm². Pada komposisi serat 2% zeolit 3% didapat gaya maksimum 629,97 N, *elongation* 13,77%, *modulus Young* 337,118 N/mm² dan *tensile strength* 15,75 N/mm². Pada komposisi serat 3% zeolit 2% didapat gaya maksimum 617,63 N, *elongation* 15,10%, *modulus Young* 350,264 N/mm². dan *tensile strength* 15,44 N/mm². Pada komposisi serat 4% zeolit 1% didapat gaya maksimum 551,43 N,

elongation 11,43%, *modulus Young* 343,187 N/mm² dan *tensile strength* 13,78 N/mm².

Energi *fracture* pada ligamen 6 mm , 8 mm dan 10 mm mendapatkan hasil rata-rata kekuatan tarik tertinggi pada spesimen komposit dengan komposisi serat 4% zeolit 1% dengan nilai 203,27 kJ/m², dapat disimpulkan komposit dengan campuran serat 4% zeolit 1% memiliki hubungan linier yang baik dibandingkan dengan komposit dengan komposisi serat dan zeolit lainnya.

SARAN

Sebelum dilakukan pengujian tarik HDPE yang diisi serat batang pisang dan zeolit untuk lebih baiknya dilakukan pengujian tarik terlebih dahulu terhadap komposit HDPE dengan zeolit pada masing-masing komposisi campuran supaya dapat diketahui kekuatan pengaruh zeolit tersebut. Pembuatan material komposit harus lebih presisi baik dari bentuk cetakan, ukuran ligamen, pengaturan suhu dan pencampuran serat harus benar-benar merata, sehingga material komposit yang dihasilkan lebih baik pada akhirnya dapat memperoleh hasil nilai-nilai yang akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- 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.
- Amin. Muh & Raharjo. S . 2010. Pemanfaatan Limbah Serat Sabut Kelapa Sebagai Bahan Pembuat Helm Pengendara Kendaraan Roda Dua. Prosiding Seminar Nasional UNIMUS. ISBN:978.979.704883.9. Program Studi teknik Mesin. Fakultas Teknik. Universitas Muhammadiyah Semarang.
- Amin. Muh & Raharjo. S. 2012. Pengembangan Bahan Alternatif Interior Dan Eksterior Otomotif Dengan Limbah Rambut Manusia. Universitas Muhammadiyah Semarang.
- ASTM International. West Conshohocken, PA 19428-2959, ASTM D 638-02. “Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics” United States.
- 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.
- 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
- Clareyna Eqitha Dea, Lizda Johar Mawarani, 2013. Pembuatan dan Karakteristik Komposit Polimer Berpenguat *Bagasse*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), ISSN: 2337-3539.
- Goud, Govardhan.; and Rao, R.N. 2011. “*Effect of Fibre Content and Alkali Treatment on Mechanical Properties of Roystonea Regia-Reinforced Epoxy Partially Biodegradable Composites*”. *Bulletin of Materials Science*. Vol. 34. No. 7, December 2011, pp. 1575-1581.
- Inggaweni Luy, Suyatno, 2015, Karakterisasi Sifat Mekanik Plastik *Biodegradable* dari Komposit *HDPE* dan Pati Kulit Singkong, Universitas Negeri Surabaya, ISBN: 978-602-0951-05-8.
- Kartini, Ratni. dkk. 2002. Pembuatan dan Karakterisasi Komposit Polimer berpenguat Serat Alam. *Jurnal Sains Material Indonesia*, Vol.3, No.3 hal: 30-38. ISSN :1411-1098.
- Kusharjanta Bambang Dan Dody Ariawan. 2008. “Kajian Pengaruh Faktor Panjang Ukur Pada Metode *Essential Work Of Fracture* Terhadap Hasil Pengujian Ketangguhan Retak *Polypropylene*”. Seminar Nasional Aplikasi Sains dan Teknologi – IST AKPRIND Yogyakarta.
- Khotimah Khusnul, Susilawati, Harry Soeprianto 2015. Sifat Penyerapan Bunyi Pada Komposit Serat Batang Pisang (SBP) – Polyester. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA (JPPIPA)*, e-ISSN : 2407-795X, p-ISSN : 2460-2582, Universitas Mataram.
- Mc.Bain, J.W, (1932), “The Sorption of Gases and Vapors by Solids”, Chapter 5, Rutledge and Sons, London.
- Nasution, A. 2011. Pembuatan Papan Partikel Komposit Polietilena Kerapatan Rendah Daur Ulang Dan Tandan Kosong Kelapa Sawit.
- Suyanti dan Supriyadi, Ahmad. 2008. Pisang Edisi Revisi : Budidaya, Pengelolaan dan Prospek Pasar. Jakarta : Penebar Swadaya.
- Steen, E. Van, Callanan, L. H., & Division, C. (2004). Synthesis and characterization of the nanocrystalline zeolite ZSM-35.pdf, *154(1)*, 189–194.
- Sears, Zemansky. (2002). *Fisika Untuk Universitas*. Jilid 2. Erlangga. Jakarta.
- Stevens, M. P. 2001. *Kimia Polimer*, Edisi Pertama. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Yuliono Eko Nugroho, Agus Yulianto, dan Mahardika Prasetya Aji. “Kuat Tarik Tali Berbahan Dasar Serat Batang Pisang”. *Jurnal Fisika* Vol. 3 No. 1, Mei 2013. Jurusan Fisika, FMIPA Universitas Negeri Semarang.