



**PENGARUH PENAMBAHAN FRAKSI VOLUME
SERAT BATANG JAMBU BIJI (*PSIDIUM GUAJAVA*)
TERHADAP KEKUATAN TARIK, KEKERASAN DAN
KEKUATAN *BENDING* PADA KOMPOSIT
RESIN *EPOXY* BERBAHAN SERBUK *TITANIA* (TiO_2)**

Skripsi

Skripsi ini ditulis sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan
Program Studi Pendidikan Teknik Mesin

oleh
Romario Bagoes Prakoso
5201412081
UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
2016**

HALAMAN PENGESAHAN

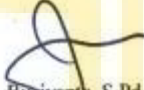
Skripsi dengan judul Pengaruh Penambahan Fraksi Volume Serat Batang Jambu Biji (*Psidium Guajava*) terhadap Kekuatan Tarik, Kekerasan dan Kekuatan *Bending* pada Komposit Resin Epoxy Berbahan Serbuk *Titania* (TiO_2) telah dipertahan di depan sidang Panitia Ujian Skripsi Fakultas Teknik UNNES pada tanggal 14 bulan September tahun 2016.

Oleh

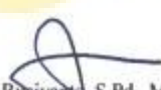
Nama : Romario Bagoes Prakoso
NIM : 5201412081
Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin S1

Panitia

Ketua Panitia


Rusiyanto, S.Pd., M.T.
NIP. 197403211999031002


Sekretaris


Rusiyanto, S.Pd., M.T.
NIP. 197403211999031002


Penguji Utama


Dr. Rahmat Doni W, ST, MT.
NIP. 197509272006041002

Pembimbing I


Drs. Masugyo, M.Pd.
NIP. 195209211980121001


Pembimbing II


Drs. Sunyoto, M.Si.
NIP. 196511051991021001

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik UNNES




Dr. Nur Qadus, M.T.
NIP. 196911301994031001

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Romario Bagoes Prakoso

NIM : 5201412081

Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin S1

Fakultas : Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi dengan judul “**Pengaruh Penambahan Fraksi Volume Serat Batang Jambu Biji (*Psidium Guajava*) terhadap Kekuatan Tarik, Kekerasan dan Kekuatan *Bending* pada Komposit Resin Epoxy Berbahan Serbuk *Titania* (TiO_2)**” ini merupakan hasil karya saya sendiri dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi manapun, dan sepanjang pengetahuan saya dalam skripsi ini tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

Semarang, 14 September 2016

Yang membuat pernyataan



Romario Bagoes Prakoso
NIM. 5201412081

ABSTRAK

Bagoes, Romario. P. 2016. Pengaruh Penambahan Fraksi Volume Serat Batang Jambu Biji (*Psidium Guajava*) terhadap Kekuatan Tarik, Kekerasan dan Kekuatan *Bending* pada Komposit Resin *Epoxy* Berbahan Serbuk *Titania* (TiO₂).

Material komposit dibentuk dengan menggabungkan dua bahan atau lebih sehingga memiliki karakteristik lebih baik daripada bahan konvensional. Pada saat mengkombinasikan material pada umumnya kekuatan dan keuletan tidak sejalan, namun ahli teknik kadang kala harus memadu keduanya untuk mencapai optimasi persyaratan yang diinginkan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan fraksi volume serat batang jambu biji (*Psidium Guajava*) terhadap kekuatan tarik, kekerasan dan kekuatan *bending* pada komposit resin *epoxy* berbahan serbuk *titania* (TiO₂).

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian eksperimen untuk mengetahui sebab akibat berdasarkan perlakuan yang diberikan oleh peneliti yaitu berupa penambahan fraksi volume serat batang jambu biji (*Psidium Guajava*) pada komposit resin *epoxy* berbahan serbuk *titania* (TiO₂), fraksi volume serbuk tetap sebesar 15% kemudian variasi penambahan serat dengan fraksi volume sebesar 10%, 20% dan 30%. Pengujian yang dilakukan adalah uji tarik, *vickers* dan *bending*. Analisis data yang digunakan pada penelitian ini adalah analisis deskriptif, dimana data yang diperoleh dirata-rata dan disajikan dalam bentuk grafik kemudian dideskripsikan dan disimpulkan.

Hasil penelitian pengujian tarik, *vickers* dan *bending* nilai rata-rata tegangan tarik material komposit resin *epoxy* kekuatan tarik sebesar 27,64 MPa, nilai kekerasannya 1065 VHN dan tegangan *bending* 114,2 MPa. resin *epoxy* berbahan serbuk *titania* (TiO₂) 15% kekuatan tariknya sebesar 10,94 MPa, nilai kekerasannya 1727 VHN dan tegangan *bending* 69,4 MPa. Pada penambahan fraksi volume serat batang jambu biji (*Psidium Guajava*) sebesar 10% kekuatan tariknya 15,86 MPa, nilai kekerasannya 1460 VHN dan tegangan *bending* 80,0 MPa. Pada penambahan fraksi volume serat batang jambu biji (*Psidium Guajava*) sebesar 20% kekuatan tariknya 13,36 MPa, nilai kekerasannya 1446 VHN dan tegangan *bending* 74,7 MPa dan nilai terkecil pada penambahan fraksi volume serat batang jambu biji (*Psidium Guajava*) sebesar 30% dengan kekuatan tarik 7,76 MPa, nilai kekerasan 1344 VHN dan tegangan *bending* 67,5 MPa. Jadi dapat disimpulkan semakin kecil fraksi volume serat kekuatannya lebih besar daripada penambahan fraksi volume serat dengan jumlah yang lebih besar, namun kekuatan tarik dan *bending* masih belum melebihi material resin *epoxy* dan untuk nilai kekerasannya masih melebihi kekerasan resin *epoxy*, jadi penggunaan serat batang jambu biji (*Psidium Guajava*) masih belum optimal untuk dijadikan bahan penguat komposit.

Berdasarkan hasil di atas peneliti memberi saran untuk memperhatikan massa jenis penguat (*filler*) pada komposit dan untuk penelitian selanjutnya dapat menggunakan serat atau serbuk lainnya.

Kata kunci: komposit resin *epoxy*, serbuk *titania* (TiO₂), serat batang jambu biji (*psidium guajava*), kekuatan tarik, kekerasan, *bending*.

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

1. Allah dulu – Allah lagi – Allah terus.
2. Tak ada kesuksesan yang didapat tanpa merasakan sakit (No Pain No Gain).
3. Jika ingin berhasil ya harus segera mulai “Gak pake nanti, Gak pake tapi”

PERSEMBAHAN

Karya ini saya persembahkan untuk:

1. M. Syarief Hidayat dan Eko Yuli Andarini
orangtuaku yang selalu memberikan semangat,
bimbingan doa dan kasih sayang.
2. Adikku Ronaldo Bagoes Prabowo yang bisa
diminta filmnya atau bermain game.
3. Mas Ahmad dan Mbak Ifa yang telah memberikan
bimbingan dan arahan.
4. Teman-teman Brutal yang selalu memberi hiburan
dengan tingkah konyol dan kekocakannya.
5. Teman-teman Jangkrik, PPL, KKN dan PTM
2012.
6. Terakhir buat Shella Prahasti yang memberikan
warna di hidupku, susah senang lalui bersama.

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas segala limpahan rahmat, hidayah dan karunia-Nya sehingga proposal skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Proposal skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik di Universitas Negeri Semarang.

Dalam Kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu menyelesaikan Laporan Skripsi ini, terutama kepada :

1. Bapak Dr. Nur Qudus, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
2. Bapak Rusiyanto, S.Pd., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin dan Ketua Program Studi Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
3. Bapak Drs. Masugino, M.Pd., selaku Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyusunan skripsi.
4. Bapak Drs. Sunyoto, M.Si., selaku Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyusunan skripsi.
5. Bapak Dr. Rahmat Doni W, S.T., M.T., selaku Penguji yang telah memberikan pengarahan dalam Penyusunan skripsi
6. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan proposal skripsi ini.

Semarang, 14 September 2016



Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iii
ABSTRAK.....	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	v
PRAKATA.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Identifikasi Masalah.....	5
C. Pembatasan Masalah.....	5
D. Rumusan Masalah.....	6
E. Tujuan Penelitian.....	6
F. Manfaat Penelitian.....	7
BAB II. LANDASAN TEORI.....	8
A. Kajian Teori.....	8
B. Kajian Penelitian yang Relevan.....	23
C. Kerangka Pikir Penelitian.....	24
BAB III. METODE PENELITIAN.....	25
A. Bahan Penelitian.....	25
B. Alat dan Skema Peralatan Penelitian.....	26
C. Variabel Penelitian.....	29
D. Prosedur Penelitian.....	30
1. Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian.....	30
2. Proses Penelitian.....	32

3. Data Penelitian.....	38
4. Analisis Data	39
BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	40
A. Hasil Penelitian	40
1. Hasil Pengujian Tarik	40
2. Hasil pengujian <i>Vickers</i>	41
3. Hasil Pengujian <i>Bending</i>	42
B. Pembahasan.....	44
1. Pengaruh Penambahan Serat pada Uji Tarik	44
2. Pengaruh Penambahan Serat pada Uji <i>Vickers</i>	45
3. Pengaruh Penambahan Serat pada Uji <i>Bending</i>	46
BAB V. SIMPULAN DAN SARAN	48
A. Simpulan.....	48
B. Saran.....	50
DAFTAR PUSTAKA	52
LAMPIRAN.....	54

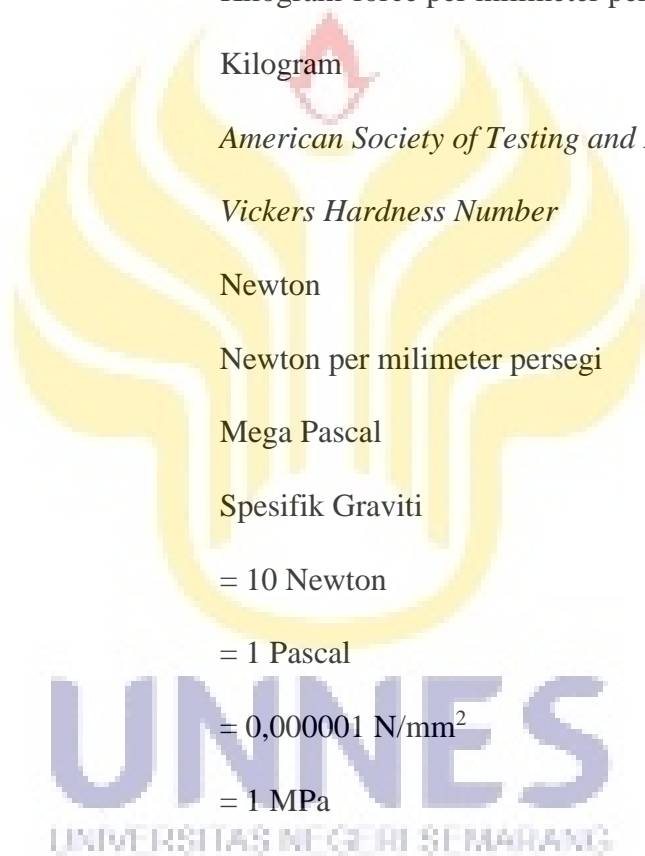


DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

Simbol	Arti
$^{\circ}\text{C}$	Derajat Celcius
%	Persen
F	Gaya
A_0	Luas mula dan penampang
L	Panjang batang Uji
P	Beban yang digunakan
V	Volume
<i>m</i>	Massa
ρ	Massa Jenis
μm	Mikromili
θ	Sudut antara permukaan intan yang berlawanan
σ	Kekuatan / Tegangan
b	Lebar batang uji
d	Tebal batang uji

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

Singkatan	Arti
Cm ³	Centimeter kubik
gr	Gram
mm	Milimeter
mm ²	Milimeter persegi
Kgf/mm ²	Kilogram-force per milimeter persegi
Kg	Kilogram
ASTM	<i>American Society of Testing and Material</i>
VHN	<i>Vickers Hardness Number</i>
N	Newton
N/mm ²	Newton per milimeter persegi
MPa	Mega Pascal
SG	Spesifik Graviti
1 Kg	= 10 Newton
1 N/m ²	= 1 Pascal
1 Pascal	= 0,000001 N/mm ²
1 N/mm ²	= 1 MPa



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Spesifikasi <i>Titania</i>	10
2. Pengujian Tarik	38
3. Pengujian <i>Vickers</i>	38
4. Pengujian <i>Bending</i>	39
5. Hasil Pengujian Tarik.....	40
6. Hasil Pengujian <i>Vickers</i>	42
7. Hasil Pengujian <i>Bending</i>	43



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1. Skema Klasifikasi Material Komposit	11
2.2. Struktur Kimia Tanin	12
2.3. Proses Perlakuan Alkali	13
2.4. Struktur Kimia <i>Epoxy</i>	14
2.5. Pengujian Tarik	15
2.6. Profil Data Pengujian Tarik	17
2.7. Pengujian <i>Vickers</i>	19
2.8. Pengujian <i>Three Point Bending</i>	21
2.9. Pengujian <i>Four Point Bending</i>	22
2.10. Kerangka Pikir Penelitian	24
3.1. Resin <i>Epoxy</i>	25
3.2. Serbuk <i>Titania</i> (TiO_2)	26
3.3. Serat batang Jambu Biji	26
3.4. Mesin Uji Tarik.....	27
3.5. Mesin Uji <i>Vickers</i>	28
3.6. Mesin Uji <i>Bending</i>	29
3.7. Diagram Alir Penelitian	31
3.8. Rendaman Serat	33
3.9. Penataan Serat	33
3.10. Penuangan Resin epoksi.....	34
3.11. Proses Meratakan dengan Rol.....	34

3.12. Proses Pembuatan Ukuran Spesimen.....	34
3.13. Spesimen Uji <i>Bending</i> ASTM D 6272.....	35
3.14. Pengujian <i>Bending</i>	35
3.15. Spesimen Uji <i>Vickers</i>	36
3.16. Pengujian Uji <i>Vickers</i>	36
3.17. Spesimen Uji Tarik ASTM E8/EM8-09	37
3.18. Pengujian Tarik	37
4.1. Grafik Kekuatan Tarik	41
4.2. Grafik Nilai kekerasan	42
4.3. Grafik Kekuatan <i>Bending</i>	43



UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Surat Keterangan Penelitian Lab Kimia MIPA UNNES	55
2. Perhitungan Campuran Komposit dan Dokumentasi	56
3. Dokumentasi Pencetakan dan Pembuatan Spesimen Komposit	60
4. Dokumentasi Uji Tarik.....	62
5. Surat Keterangan Penelitian Uji Tarik	63
6. Hasil Penelitian Uji Tarik	64
7. Hasil dan Perhitungan Tegangan Tarik.....	70
8. Dokumentasi Pengujian <i>Vickers</i>	76
9. Surat Keterangan Penelitian Uji <i>Vickers</i>	77
10. Hasil Penelitian Uji <i>Vickers</i>	78
11. Surat Keterangan Penelitian Uji <i>Bending</i>	79
12. Dokumentasi Pengujian <i>Bending</i>	80
13. Hasil dan Perhitungan Tegangan <i>Bending</i>	81
14. ASTM E8	87
15. ASTM D6272.....	89

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Ilmu pengetahuan dan teknologi yang semakin berkembang seiring perubahan zaman yang memunculkan penemuan–penemuan diberbagai bidang. Dunia teknik merupakan salah satu bidang yang menunjukkan perkembangan yang sangat pesat. Terobosan–terobosan baru senantiasa dilakukan dalam rangka mencapai suatu hasil yang bermanfaat bagi umat manusia. Material merupakan salah satu perkembangan di bidang teknik yang mengalami perkembangan yang sangat pesat. “Salah satu material yang paling umum digunakan dalam semua jenis industrial yaitu material komposit” (Nurasmi, dkk, 2015: 200).

Menurut Van Vlack (1985: 591) “komposit terdiri dari dua atau lebih bahan yang berbeda yang membentuk suatu kesatuan.” Surdia dan Saito (1985: 280) juga menyatakan bahwa “pada umumnya bahan komposit adalah kombinasi dari dua atau lebih tiga bahan yang memiliki sejumlah sifat yang tidak mungkin dimiliki oleh masing–masing komponennya, berbeda bentuk baik secara fisika maupun kimia dan tidak saling melarutkan antara materialnya.” Maryanti, dkk (2011: 124) menyatakan bahwa komposit adalah “kombinasi antara dua material atau lebih dimana material yang satu sebagai penguat dan material yang lainnya berfungsi sebagai pengikat.” Bahan penguat yang biasa digunakan untuk campuran komposit yaitu serbuk dan serat.

Penggunaan serbuk sebagai bahan penguat komposit sudah banyak digunakan dan diteliti, salah satu material yang digunakan sebagai penguat berbahan serbuk adalah *titanium dioksida/titania*. *Titanium dioksida/titania* sebagai bahan penguat berdampak positif dan terdapat peningkatan pada sifat mekanik material, yaitu pada nilai kekerasan mengalami peningkatan namun pada kekuatan tarik justru mengalami penurunan. Van Vlack (1985: 7) menyatakan bahwa “kekuatan dan keuletan umumnya tidak sejalan.” Hal ini sudah dibuktikan dalam penelitian Salam (2007). Dalam penelitiannya Salam melakukan percobaan dengan menambahkan serbuk *titanium dioksida/titania* sebagai bahan penguat komposit yang divariasikan fraksi volumenya yaitu 0%, 10%, 15%, dan 20%.

Hasil dari penelitian tersebut menyatakan bahwa setiap penambahan fraksi volume serbuk *titanium dioksida/titania* nilai kekerasan (VHN/*Vickers Hardness number*) mengalami peningkatan, dengan nilai fraksi volume TiO₂ 0% yaitu 50,37 kgf/mm², TiO₂ 10% yaitu 68,19 kgf/mm², TiO₂ 15% yaitu 79,45 kgf/mm², TiO₂ 20% yaitu 42,21 kgf/mm². Dari hasil diatas nilai kekerasan mengalami peningkatan dari fraksi volume TiO₂ 0% ke 10% meningkat 35%, fraksi volume TiO₂ 0% ke 15% meningkat 57% dan fraksi volume TiO₂ 0% ke 20% menurun 16%. Sedangkan penambahan fraksi volume TiO₂ menyebabkan nilai kekuatan tarik komposit menurun. Nilai kekuatan tarik fraksi volume TiO₂ 0% adalah 34,93 Mpa, TiO₂ 10% adalah 14,76 Mpa, TiO₂ 15% adalah 16,03 Mpa dan TiO₂ 20% adalah 6,20 Mpa. Dari hasil diatas nilai tarik mengalami penurunan dari fraksi volume TiO₂ 0% ke 10% menurun 57%, fraksi volume TiO₂ 0% ke 15% menurun 54% dan fraksi volume TiO₂ 0% ke 20% menurun 82%. Semakin tinggi

penambahan fraksi volume TiO_2 komposit akan menjadi semakin getas. Untuk mengatasi kekurangan itu peneliti menduga dengan menambahkan serat sebagai bahan penguat akan berdampak positif terhadap peningkatan nilai kekuatan tarik komposit berbahan TiO_2 tersebut.

Penggunaan serat sebagai bahan penguat juga sudah banyak diteliti, terutama penggunaan serat alam. Menurut Maryanti, dkk (2011: 123) “serat alam merupakan kandidat sebagai bahan penguat untuk dapat menghasilkan bahan komposit yang ringan, kuat, ramah lingkungan, serta ekonomis.” Salah satu serat alam yang menjadi obyek penelitian ini adalah serat batang pohon jambu biji. Mengapa menggunakan serat batang pohon jambu biji, karena serat batang pohon jambu biji mempunyai sifat ulet “mengandung zat tanin yang dimanfaatkan sebagai bahan perekat” (Adinegara, 2015: 8), sehingga sifatnya ulet dan tidak mudah patah atau getas. Lestari (2010: 7) menyatakan bahwa “kandungan tanin pada kulit batang pohon jambu lebih banyak dibandingkan pada daun, pada kulit batang kadar tanin sebesar 12-30% sedangkan pada daun sebesar 11-17%.” Penggunaan serat batang jambu biji masih jarang digunakan dalam penelitian sebagai bahan penguat komposit. Selain karena kandungan yang telah disebutkan, alasan mengapa memilih serat batang jambu biji karena merupakan sumber daya hayati yang cukup potensial di Indonesia, meskipun tidak 100% bisa disebut limbah akan tetapi seiring berkembangnya teknologi, tanaman jambu biji tidak hanya dimanfaatkan untuk dikonsumsi buahnya saja “saat ini jambu biji telah ditingkatkan pemanfaatannya sehingga memberikan nilai yang lebih tinggi” (Lestari, 2010: 7).

Pada penelitian ini akan digunakan resin *epoxy* berbahan *titanium dioksida/titania* (TiO_2) sebagai *matrix*, sedangkan serat batang jambu sebagai penguat (*reiforcement*). Dari pengamatan peneliti, penelitian tentang penambahan material pada komposit hanya sebatas meneliti satu macam bahan penguat saja yang ditambahkan pada komposit dan beberapa penelitian yang menggunakan penguat berupa serbuk maka kekuatan tekannya mengalami peningkatan dan kekuatan tariknya cenderung menurun, sedangkan beberapa penelitian yang menggunakan penguat berupa serat maka kekuatan tariknya meningkat. Agar penelitian ini lebih terfokus maka peneliti hanya meneliti dari serat batang jambu biji yaitu dari variasi penambahan fraksi serat jambu biji pada komposit berbahan *titanium dioksida/titania* (TiO_2) yang sudah ditentukan komposisi terbaik dari penelitian yang sudah dilakukan yaitu penambahan volume TiO_2 sebanyak 15%. Peneliti ingin membahas lebih dalam penambahan serat batang jambu biji mempengaruhi kekuatan tarik komposit berbahan *titanium dioksida/titania* (TiO_2) namun tidak mengesampingkan kekerasannya sehingga dapat memberikan informasi yang bermanfaat kepada peneliti lain maupun ahli bahan agar dapat menghasilkan material yang baik dari segi sifat mekaniknya. Material yang baik dari segi sifat mekaniknya yaitu kekuatan tarik, kekerasan dan kekuatan *bending* ini untuk diaplikasikan diberbagai bidang. Pengaplikasian bahan komposit saat ini antara lain : Peralatan olahraga yang sering dijumpai seperti raket badminton, pemukul golf dan tenis. Dalam bidang transportasi darat juga sudah banyak dijumpai seperti bodi-bodi sepeda motor, bumper mobil, dan bahan untuk lantai ataupun dinding kereta api yang sudah menggunakan bahan komposit. Di bidang lainnya juga bisa

digunakan sebagai rompi anti peluru dan pancing ikan yang membutuhkan sifat bahan yang kuat dan ulet dalam pemakaiannya.

B. Identifikasi Masalah

1. Penggunaan bahan penguat berupa serbuk mengakibatkan peningkatan nilai kekerasan, sedangkan kekuatan tariknya cenderung mengalami penurunan.
2. Penggunaan bahan penguat berupa serat mengakibatkan peningkatan kekuatan tariknya, sedangkan nilai kekerasannya cenderung mengalami penurunan.
3. Kekuatan dan keuletan pada umumnya tidak sejalan.
4. Bahan penguat serbuk *titanium dioksida/titania* (TiO_2) berdampak positif terhadap kenaikan nilai kekerasan komposit namun kekuatan tariknya menurun.
5. Kriteria material yang diinginkan adalah material yang baik nilai kekerasan dan keuletannya.
6. Peneliti ingin menganalisis penggabungan dua material sebagai bahan penguat yaitu dengan variasi penambahan fraksi serat batang jambu biji terhadap peningkatan nilai kekerasan dan keuletannya.

C. Pembatasan Masalah

Penelitian ini hanya fokus pada pengaruh penambahan fraksi volume serat batang jambu biji terhadap komposit resin *epoxy* berbahan serbuk *titanium dioksida/titania* (TiO_2), serat batang jambu biji dibuat model *lamina* 2 lapis atau

bentuk horizontal dan vertikal dengan tebal 1 mm dan direndam dalam larutan NaOH selama 2 jam, serbuk *titanium dioksida/titania* yang dicampurkan dalam resin *Epoxy* sebesar 15%. Sifat mekanik yang diuji adalah kekuatan tarik, kekerasan, dan kekuatan *bending*.

D. Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh penambahan fraksi volume serat batang jambu biji terhadap kekuatan tarik komposit resin *epoxy* berbahan *titanium dioksida/titania* (TiO_2)?
2. Bagaimana pengaruh penambahan fraksi volume serat batang jambu biji terhadap kekerasan komposit resin *epoxy* berbahan *titanium dioksida/titania* (TiO_2)?
3. Bagaimana pengaruh penambahan fraksi volume serat batang jambu biji terhadap kekuatan *bending* komposit resin *epoxy* berbahan *titanium dioksida/titania* (TiO_2)?

E. Tujuan

1. Untuk mengetahui pengaruh penambahan fraksi volume serat batang jambu biji terhadap kekuatan tarik komposit resin *epoxy* berbahan *titanium dioksida/titania* (TiO_2).
2. Untuk mengetahui pengaruh penambahan fraksi volume serat batang jambu biji terhadap kekerasan komposit resin *epoxy* berbahan *titanium dioksida/titania* (TiO_2).

3. Untuk mengetahui pengaruh penambahan fraksi volume serat batang jambu biji terhadap kekuatan *bending* komposit resin *epoxy* berbahan *titanium dioksida/titania* (TiO_2).

F. Manfaat Penelitian

1. Secara Teoritis

- a. Dapat digunakan sebagai acuan dalam ilmu bahan.
- b. Dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam mencari tingkat kriteria spesifik material yang baik dalam ilmu bahan.

2. Secara Praktis

- a. Bagi ilmu pengetahuan
 - 1) Memberikan informasi tentang variasi penambahan fraksi serat batang jambu biji terhadap peningkatan kriteria spesifik yang mengalami kekurangan pada komposit resin *epoxy*/ TiO_2 .
 - 2) Memberikan motivasi bagi para peneliti untuk melakukan penelitian lebih lanjut mengenai penambahan penguat/*matrix* untuk pembuatan komposit agar mencapai kriteria spesifik material yang diinginkan.
- b. Bagi Instansi
 - 1) Menambah pustaka keilmuan dalam dunia pendidikan.
 - 2) Sebagai referensi dalam meneliti penambahan penguat/*matrix* untuk pembuatan komposit.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Kajian Teori

1. Komposit

Komposit adalah kombinasi dua material atau lebih, menurut Astika, dkk (2013: 116) “komposit adalah suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material, dimana sifat mekanik dari material pembentuknya berbeda-beda dimana satu material sebagai pengisi dan lainnya sebagai fasa penguat.” Widodo (2008: 2) juga menyatakan bahwa “komposit adalah suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material pembentuknya melalui campuran yang tidak homogen, dimana sifat mekanik dari masing-masing material pembentuknya berbeda.” Pengertian komposit juga dinyatakan oleh Reddy (2004: 81) material komposit “dibentuk dengan menggabungkan dua atau lebih bahan pada skala makroskopik sehingga mereka memiliki sifat rekayasa yang lebih baik daripada bahan konvensional”. Mengkombinasikan dua material atau lebih untuk membentuk komposit ini dilakukan untuk mendapatkan suatu bahan yang mempunyai sifat mekanik sesuai dengan apa yang diinginkan dan untuk diaplikasikan diberbagai bidang.

Pengaplikasian bahan komposit saat ini sudah banyak diberbagai bidang, antara lain : Peralatan olahraga yang sering dijumpai seperti raket badminton, pemukul golf dan tenis. Dalam bidang transportasi darat juga sudah banyak dijumpai seperti bodi-bodi sepeda motor, bumper mobil, dan bahan untuk lantai

ataupun dinding kereta api yang sudah menggunakan bahan komposit. Di bidang lainnya juga bisa digunakan sebagai rompi anti peluru dan pancing ikan yang membutuhkan sifat bahan yang kuat dan ulet dalam pemakaiannya. Menurut Pandu (2008: 3) “komposit juga sudah mampu bersaing dengan bahan konvensional lainnya”. Sebagai contoh “komposit dapat dibuat sehingga mempunyai kekuatan dan kekakuan yang sama dengan baja, tetapi lebih ringan hingga 70%, bahan komposit lainnya seperti karbon *epoxy* tiga kali lebih kuat dibandingkan bahan aluminium (bahan yang digunakan dalam pesawat), serta 60% lebih ringan.”

Hartomo (1992) dalam Pandu (2008) Menyatakan bahwa “faktor lain yang membuat bahan plastik ini menarik untuk aplikasi pemesinan memungkinkannya peningkatan kekuatan plastik dengan penguat serbuk maupun dengan serat sesuai tujuan yang diinginkan, disamping itu pula plastik juga memiliki sifat ketahanan kimia (*chemical resistance*) yang baik.” Kombinasi material tersebut mempunyai fungsi masing-masing, material yang satu berfungsi sebagai penguat (*reinforcement*) dan material yang lain berfungsi sebagai pengikat (*matrix*). Penguat yang digunakan untuk membuat komposit adalah serbuk dan serat, dalam penelitian ini menggunakan dua bahan penguat yaitu penguat serbuk dan serat. Penguat serbuk dalam penelitian ini menggunakan serbuk *Titanium dioksida/titania* (TiO_2) dan untuk penguat serat menggunakan serat alam, serat alam yang digunakan dalam penelitian ini adalah serat batang pohon jambu biji.

Perhitungan campuran komposit variasi fraksi volume :

$$V_c = V_f + V_m = \frac{m_f}{\rho_f} + \frac{m_m}{\rho_m} \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan :

V_c = Volume Komposit (Cm^3)

V_f = Volume *Filler* (Cm^3)

V_m = Volume *Matrix* (Cm^3)

m_f = Massa *Filler* (gr)

m_m = Massa *Matrik* (gr)

ρ_m = Massa Jenis *Matrix* (gr/Cm^3)

ρ_f = Massa Jenis *Filler* (gr/Cm^3)

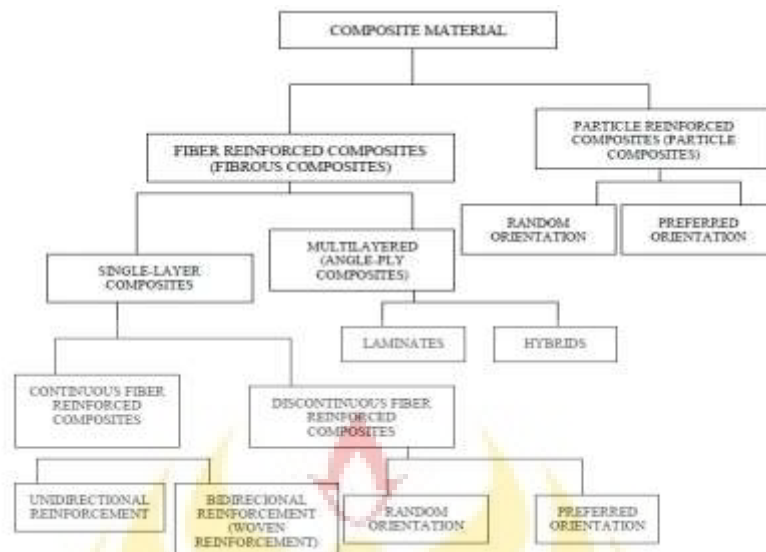
2. Serbuk Titanium dioksida/titania (TiO_2)

Titanium dioksida/titania merupakan salah satu material yang sering digunakan sebagai penguat dalam pembuatan komposit. *Titanium dioksida/titania* dengan rumus kimia TiO_2 berbentuk partikel berukuran $0,3 - 0,05 \mu\text{m}$, modulus elastisitas, *microhardness*, dan properti lainnya yang terdapat dalam tabel berikut :

Tabel 1. Spesifikasi *Titanium dioksida/titania* (Salam, 2010)

<i>Property Density</i>	<i>Per Unit 4,25 gcm⁻³</i>
<i>Porosity</i>	0%
<i>Modulus of Ruputure</i>	140 Mpa
<i>Compressive Strength</i>	680 Mpa
<i>Poisson's Ratio</i>	0,27
<i>Fracture Toughness</i>	3,2 $\text{Mpa}\cdot\text{m}^{-1/2}$
<i>Shear Modulus</i>	90 Gpa
<i>Modulus of Elasticity</i>	230 Gpa
<i>Microhardness (HV0.5)</i>	880
<i>Resistivity (25 °C)</i>	10^{12} ohm.cm
<i>Resistivity (700 °C)</i>	$2,5 \times 10^4$ ohm.cm
<i>Dielectric Constant (1MHz)</i>	85
<i>Dissipation factor (1MHz)</i>	5×10^{-4}
<i>DielectricStrenght</i>	4 kVmm^{-1}
<i>Thermal Expansion (RT-1000 °C)</i>	9×10^{-6}
<i>Thermal Conductivity (25 °C)</i>	11,7 WmK^{-1}

Secara umum klasifikasi material komposit dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 2.1. Skema Klasifikasi Material Komposit

(Suwanto, nd:5)

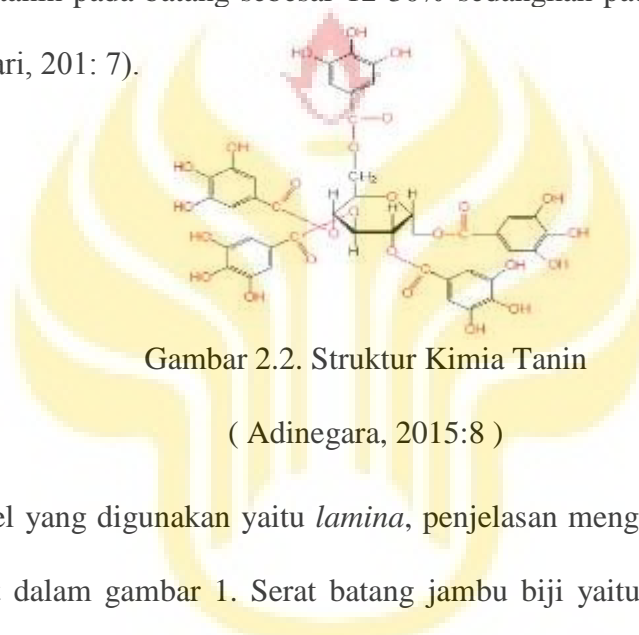
Serbuk (*Particle*) dalam penelitian ini adalah *titanium dioksida/titania* sebagai bahan resin *epoxy* menggunakan model *random* karena lebih praktis.

Dalam penelitian ini fraksi volume serbuk *titanium dioksida/titania* yang digunakan sebagai bahan resin *epoxy* sebesar 15% yaitu berdasarkan penelitian Salam (2007) fraksi campuran serbuk *titanium dioksida/titania* sebesar 15% terjadi nilai kekerasan optimum. Oleh karena itu, dalam penelitian ini dipakai campuran serbuk *titanium dioksida/titania* sebagai bahan campuran resin *epoxy* sebesar 15%.

3. Serat Batang Pohon Jambu Biji (*Psidium Guajava*)

Salah satu sumber daya hayati yang cukup potensial di Indonesia adalah tanaman jambu biji (*Psidium Guajava*). Pemanfaatan tanaman jambu biji ini adalah sebagai obat tradisional untuk batuk dan diare, namun seiring berkembangnya teknologi pemanfaatan tanaman jambu biji telah ditingkatkan untuk menaikkan

nilainya menjadi lebih tinggi. Salah satu pemanfaatannya adalah “sebagai perekat alami pada papan partikel” (Adinegara, 2015: 2). Pemanfaatan tersebut dilakukan karena “ditemukannya zat tanin pada daun, kulit batang, dan daging buah jambu biji”. Zat tanin inilah yang dimanfaatkan sebagai perekat dan “kandungan zat tanin yang terdapat pada kulit batang jambu biji ini lebih banyak dibandingkan pada daun, kadar tanin pada batang sebesar 12-30% sedangkan pada daun sebesar 11-17%.” (Lestari, 201: 7).



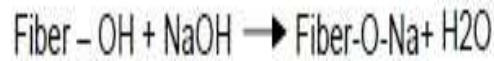
Gambar 2.2. Struktur Kimia Tanin

(Adinegara, 2015:8)

Model yang digunakan yaitu *lamina*, penjelasan mengenai model tersebut dapat dilihat dalam gambar 1. Serat batang jambu biji yaitu berupa serat kasar sehingga menggunakan dua lapis (*Multilayered*) kemudian menggunakan model *lamina* atau ditata dalam bentuk *horizontal* dan *vertikal*. Selanjutnya serat direndam dalam larutan NaOH selama dua jam.

Perendaman serat dalam larutan NaOH adalah sebuah proses alkali yang dimana proses ini sering dilakukan pada serat alam dan digunakan “untuk menghilangkan kotoran atau *lignin* pada serat dengan sifat alami serat adalah *hyrophilic*, yaitu suka terhadap air, berbeda dengan polimer yang *hidrophilic*” (Oroh, dkk, nd:4). Mengapa memilih NaOH karena “NaOH merupakan larutan basa yang tergolong mudah larut dalam air dan termasuk basa kuat yang dapat terionisasi

dengan sempurna” (Nurudin, dkk 2011:210). Reaksi berikut menggambarkan proses yang terjadi saat perlakuan alkali pada serat:



Gambar 2.3. Proses Perlakuan Alkali

(Maryanti, dkk, 2011: 125)

NaOH yang digunakan dalam penelitian ini sebesar 5% berdasarkan penelitian Nurudin, dkk (2011) “perlakuan alkalisasi serat menggunakan NaOH 5% selama 2 jam memberikan pengaruh terhadap peningkatan kekuatan tarik dan kekuatan bending komposit”.

Dalam penelitian ini fraksi volume serat batang jambu biji yang digunakan sebagai variasi sebesar 10%, 20% dan 30% yaitu berdasarkan penelitian–penelitian sebelumnya, fraksi campuran serat berkisar antara 0% sampai 50%. Jadi dalam penelitian ini peneliti mengambil variasi 10%, 20% dan 30% untuk penambahan fraksi volume serat batang jambu biji.

4. Resin Epoxy

Resin *epoxy* merupakan salah satu matrik yang digunakan dalam membuat komposit. “Resin ini mempunyai kegunaan yang luas dalam industri teknik kimia, listrik, mekanik dan sipil sebagai perekat, cat pelapis, pencetakan cor dan benda–benda cetakan” (Surdia dan Saito,1985: 258). Resin ini mempunyai sifat tahan kimia dan stabilitas dimensi yang baik, tahan aus, tahan kejut, dan sifat listrik yang baik. Bahan resin *epoxy* ini berwarna putih bening dan *hardener* berwarna coklat.

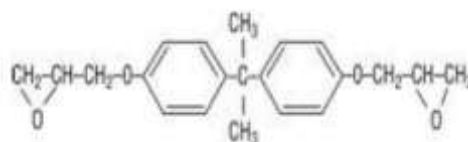
Resin *epoxy* sendiri mempunyai keluarga besar yang memiliki kemampuan tinggi, seperti yang sudah dijelaskan bahwa “*epoxy* memiliki sifat mekanik dan

ketahanan terhadap pengaruh akibat lingkungan dimana komponen-komponennya diaplikasikan dalam pembuatan pesawat terbang, kapal dan lain sebagainya” (Suwanto, nd: 8). Resin *epoxy* terdiri dari grup epoksi bukan dari grup ester hal ini mengakibatkan *epoxy* mempunyai ketahanan terhadap air, dibandingkan dengan resin lain. *Epoxy* memiliki ketangguhan, kekakuan dan ketahanan terhadap panas yang baik. Atas dasar itulah dalam penelitian ini menggunakan resin *epoxy* karena sifat yang dimiliki *epoxy* sesuai dengan kriteria pengujian yang akan dilakukan.

Resin *epoxy* yang dipakai adalah tipe general purpose (Bisphenol A-epichlorohydrin) Bakelite EPR 174 yang didapat di toko kimia yang berada di Semarang.

Sepesifikasi resin dari pabrik sebagai berikut :

- | | |
|---|-------------------------------|
| 1. Viskositas pada 25 °C | 13.000 + 2.000 mPa .s |
| 2. Nomor Epoksi | 22,7 + 0,6 % |
| 3. Ekuivalen Epoksi | 189 + 5 g/equiv |
| 4. Nilai Epoksi | 0,53 + 0,01 equiv /100g |
| 5. Total kandungan klorin | < 0,2 % |
| 6. Kandungan klorin <i>hydrolysable</i> | < 0,05 % |
| 7. Warna | < 1 Gardner |
| 8. Densitas pada 25 °C | 1,17 + 0,01 g/cm ³ |



Gambar 2.4. Struktur Kimia *Epoxy*

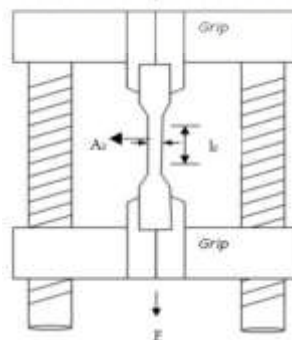
(Suwanto, nd:9)

5. Sifat Mekanik Material

Sifat mekanik sering dikaitkan dengan kemampuan suatu bahan untuk menerima perlakuan ataupun gaya yang bekerja baik dari luar maupun dalam yang mempengaruhi sifat dan kemampuan bahan. Beberapa sifat mekanik yang sering diteliti diantaranya kekuatan, kekerasan, keuletan, perlakuan panas, dan lain sebagainya. Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah untuk menguji sifat mekanik bahan kekuatan, kekerasan, dan keuletan bahan. Pengujian tersebut meliputi :

1. Uji Tarik

Uji tarik adalah suatu metode yang digunakan untuk menguji kekuatan suatu bahan/material dengan cara memberikan beban gaya yang berlawanan arah dalam satu garis lurus. Pengujian uji tarik digunakan untuk mengukur ketahanan suatu material terhadap gaya statis yang diberikan secara lambat. Calister (1997) dalam Salam (2007) menyatakan “benda yang di uji tarik diberi pembebanan pada kedua arah sumbunya”. Pemberian beban pada kedua arah sumbunya diberi beban yang sama besarnya. Beban yang diberikan pada bahan yang di uji ditransmisikan pada pegangan bahan yang di uji. Dimensi dan ukuran pada benda uji disesuaikan dengan standar baku pengujian.



Gambar 2.5. Pengujian Tarik

Rumus perhitungan pengujian tarik :

1. *Engineering Stress*

$$\sigma = \frac{F}{A_0} \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana :

σ = *Engineering Stress* (N/mm²) / (MPa)

F = Beban yang diberikan dalam arah tegak lurus terhadap penampang spesimen (N)

A₀ = Luas penampang mula-mula spesimen sebelum diberikan pembebanan (mm²)

2. *Engineering Strain*

$$\varepsilon = \frac{\delta_1}{l_0} \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana :

ε = *Engineering Strain* (%)

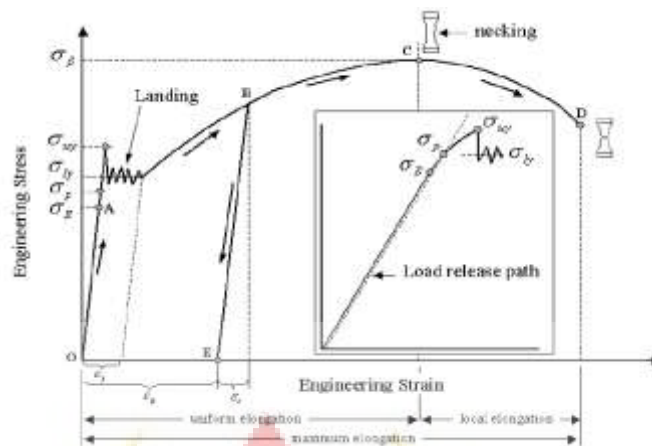
δ_1 = Pertambahan panjang (mm)

l_0 = Panjang mula-mula spesimen sebelum diberikan pembebanan (mm)

3. Hubungan tegangan dan regangan (Modulus elastisitas E)

$$E = \frac{\sigma_p}{\varepsilon} \text{ (Mpa)} \dots\dots\dots(2.4)$$

Selain *Engineering Stress* dan *Engineering Strain* dalam pengujian tarik dapat memperoleh data yang ditunjukkan dalam grafik berikut :



Gambar 2.6. Profil Data Pengujian Tarik
(Sastranegara, 2006:3)

Dari gambar di atas dapat diuraikan dengan pengertian berikut ini :

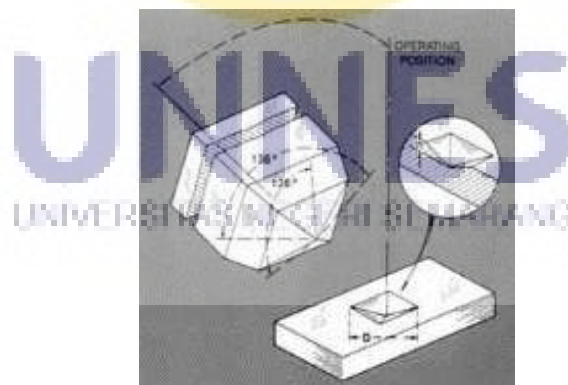
- Batas elastis σ_E (*elastic limit*) yaitu dinyatakan pada titik A dimana bila bahan diberi beban sampai di titik A kemudian bebannya dihilangkan bahan tersebut kembali ke kondisi semula pada titik O dan bila bahan diberi beban melebihi titik A bahan akan mengalami perubahan permanen atau hukum Hooke tidak lagi berlaku.
- Batas proporsional σ_P (*proportional limit*) yaitu batas di mana penerapan hukum Hooke masih bisa di tolelir.
- Deformasi plastis (*plastic deformation*) yaitu batas dimana bahan mengalami perubahan bentuk dan tidak dapat kembali ke bentuk semula.
- Tegangan luluh atas σ_{uy} (*upper yield stress*) yaitu peralihan deformasi elastis ke plastis atau tegangan maksimum sebelum bahan memasuki fase daerah *landing*.
- Tegangan luluh bawah σ_{ly} (*lower yield stress*) yaitu tegangan rata-rata daerah *landing* sebelum memasuki fase deformasi plastis.

- f. Regangan luluh ϵ_y (*yield strain*) yaitu regangan permanen saat bahan akan memasuki fase deformasi plastis.
- g. Regangan elastis ϵ_e (*elastic strain*) yaitu regangan yang diakibatkan perubahan elastis bahan (pada saat beban dilepaskan regangan ini akan kembali ke posisi semula).
- h. Regangan plastis ϵ_p (*plastic strain*) yaitu regangan yang diakibatkan perubahan plastis bahan (pada saat beban dilepaskan regangan ini tetap tinggal sebagai perubahan permanen bahan).
- i. Tegangan tarik maksimum TTM σ_B (*UTS, ultimate tensile strength*) yaitu besar tegangan maksimum yang didapatkan dalam uji tarik.
- j. Kekuatan patah (*breaking strength*) yaitu besar tegangan di mana bahan yang di uji patah.
- k. Kelenturan (*ductility*) yaitu sifat mekanik bahan yang menunjukkan derajat deformasi plastis yang terjadi sebelum bahan putus atau gagal pada uji tarik.
- l. Derajat kelentingan (*resilience*) yaitu kapasitas suatu bahan menyerap energi dalam fase perubahan elastis.
- m. Derajat ketangguhan (*toughness*) yaitu kapasitas suatu bahan menyerap energi dalam fase plastis sampai bahan tersebut putus (Sastranegara, 2006:4-5).
- n. Modulus elastisitas (E) yaitu nilai yang menunjukkan tingkat kekakuan bahan material (mudah atau tidak bahan mengalami deformasi plastis).

2. Uji Kekerasan

Kekerasan didefinisikan sebagai ketahanan terhadap penetrasi (Smallman dan Bishop, 2000: 216), ada banyak cara pengujian kekerasan yaitu pengujian kekerasan *brinell*, *vickers*, *rockwell* dan *shore*, salah satu dari uji kekerasan kekerasan tersebut adalah uji kekerasan *vickers*. Uji *vickers* ”menggunakan penumbuk piramida intan yang dasarnya berbentuk bujursangkar dan besarnya sudut antara permukaan-permukaan piramid yang saling berhadapan adalah 136°” (Dieter, 1996: 334). Pengujian *vickers* tidak hanya dapat dilakukan pada benda yang lunak akan tetapi juga dapat dilakukan pada benda dengan bahan yang keras. Kerusakan yang terjadi akibat pengujian *vickers* relatif sedikit karena bekas penekanannya yang kecil.

Dikarenakan banyaknya keuntungan yang diperoleh dari pengujian *vickers* di atas dan di bandingkan pengujian yang lain, maka dalam penelitian ini digunakan pengujian *vickers* dalam menentukan kekerasan spesimen uji.



Gambar 2.7. Pengujian *Vickers*

Rumus perhitungan uji kekerasan *vickers* :

$$VHN = \frac{2P \sin(\theta/2)}{L^2} = \frac{1,854P}{L^2} \dots\dots\dots (2.5)$$

Dimana :

P = Beban yang diterapkan, kg

L = Panjang diagonal rata-rata, mm

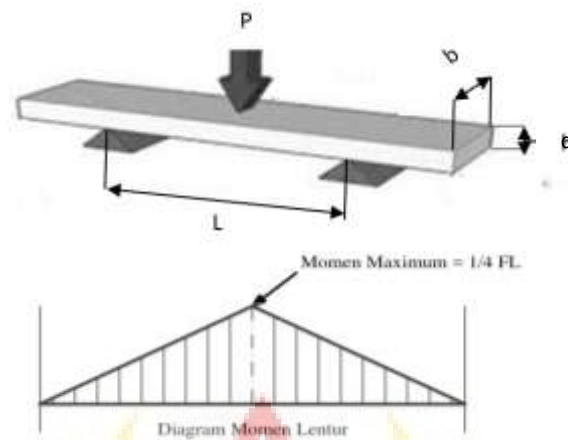
θ = Sudut antara permukaan intan yang berlawanan = 136°

3. Uji *Bending*

Uji lengkung (*bending test*) merupakan salah satu bentuk pengujian untuk menentukan mutu suatu material secara visual. Selain itu uji *bending* digunakan untuk mengukur kekuatan material akibat pembebanan dan kekenyalan. Dalam pengujian *bending* bagian atas benda mengalami tekanan, sedangkan bagian bawah benda mengalami tegangan tarik. Menurut Carli, dkk (2012: 33) “dalam material komposit kekuatan tekannya lebih tinggi dari kekuatan tariknya sehingga mengakibatkan benda patah, jadi kekuatan *bending* pada bagian atas sama nilai dengan kekuatan *bending* bagian bawah.” Ada dua jenis pengujian *bending* yaitu *three point bending* dan *four point bending*.

1. *Three point bending*

Spesimen uji dikenai beban satu titik yaitu tepat dibagian tengah spesimen uji ($\frac{1}{2} L$). Pembebanan harus tepat berada $\frac{1}{2} L$, agar mendapatkan momen maksimum yang tepat untuk keakuratan hasil nilai kekuatan *bending* pada bahan tersebut.



Gambar 2.8. Pengujian *Three point bending*

Rumus perhitungan pengujian *Three point bending* :

$$\sigma = \frac{M \cdot y}{I} \dots\dots\dots(2.6)$$

$$M = \frac{1}{4} P \cdot L \dots\dots\dots(2.7)$$

$$I = \frac{bd^3}{12} \dots\dots\dots(2.8)$$

Dimana :

σ = Kekuatan *bending* (N/mm²) / (MPa)

M = Momen Lentur (N/mm)

y = Jarak serat terluar dari sumbu netral

I = Momen inersia pada penampang persegi (mm⁴)

P = Beban maksimum (N)

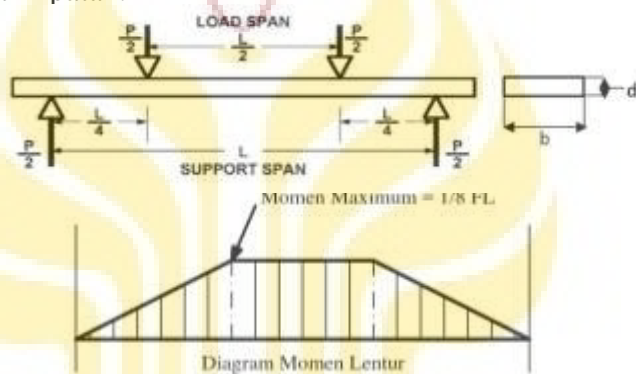
L = Jarak antara titik tumpu (mm)

b = Lebar batang uji (mm)

d = Tebal batang uji (mm)

2. *Four point bending*

Spesimen uji dikenai beban dua titik yaitu tepat dibagian tengah spesimen uji ($\frac{1}{4} L$). Pembebanan metode ini lebih baik dari pada *three point bending* dikarenakan adanya rentang pada spesimen yang menyebabkan tegangan geser = 0. Sebagaimana sifat bahan terhadap suatu pembebanan akan mengalami perubahan bentuk (deformasi) secara bertahap dari elastis menjadi plastis hingga mengalami patah.



Gambar 2.9. Pengujian *Four point bending*

Rumus perhitungan pengujian *Four point bending* :

$$\sigma_b = \frac{3PL}{4bd^2} \dots\dots\dots(2.9)$$

σ_b = Kekuatan *bending* (N/mm^2) / (MPa)

P = Beban yang di berikan (N)

L = Jarak antara titik tumpuan (mm)

b = Lebar spesimen (mm)

d = Tebal spesimen (mm)

Pada penelitian ini menggunakan *four point bending* karena untuk metode *three point bending* yang paling umum digunakan untuk bahan polimer dan untuk metode *four point bending* yang umum digunakan untuk bahan kayu dan komposit.

B. Penelitian Yang Relevan

Dalam penelitian (Salam, 2007) berjudul “Studi Sifat Fisis dan Mekanis Komposit *Matrix* Resin *Epoxy* Yang Diperkuat Dengan Serbuk *Titania* (TiO_2)” dengan hasil dari penelitian tersebut menyatakan bahwa setiap penambahan fraksi volume serbuk *Titanium dioksida/titania* nilai kekerasan (*VHN/Vickers Hardness number*) mengalami peningkatan, dengan nilai optimum terjadi pada spesimen dengan fraksi volume TiO_2 15% yaitu $79,45 \pm 5,39 \text{ kgf/mm}^2$. Sedangkan penambahan fraksi volume TiO_2 menyebabkan nilai kekuatan tarik komposit menurun. Nilai tertinggi kekuatan tarik adalah $34,93 \pm 2,04 \text{ Mpa}$ pada spesimen dengan fraksi volume 0%. Nilai terendah terdapat pada spesimen dengan penambahan fraksi volume TiO_2 20% yaitu $6,20 \pm 0,46 \text{ Mpa}$. Semakin tinggi penambahan fraksi volume TiO_2 komposit akan menjadi semakin getas.

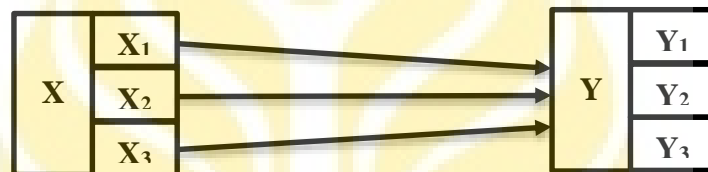
Penggunaan serat batang jambu biji didasari oleh penelitian (Adinegara, Loly, 2015) berjudul “Pembuatan Papan Partikel (*Particle Board*) Dari Tandan Kosong Sawit Dengan Perekat Likuida Kulit Batang Jambu Biji” dengan hasil penelitiannya mengatakan bahwa papan partikel terbaik dari serat didapatkan pada kadar perekat 20% dengan nilai uji kerapatan sebesar $0,837 \text{ gr/cm}^3$.

Joni, dkk, (nd) pernah melakukan penelitian dengan menggunakan serat batang kayu dengan penelitian yang berjudul “Analisis Kekuatan Tarik Dan Lentur Komposit Epoksi Yang Diperkuat Dengan Serat Kulit Kayu *Khombouw*”. Dalam penelitiannya menghasilkan perbedaan nilai tegangan tarik dan lentur pada serat dengan atau tanpa perlakuan alkali dipengaruhi oleh kandungan getah yang terdapat

pada serat, sehingga mengakibatkan serat sangat lambat untuk menyatu dengan *matrix*nya.

C. Kerangka Pikir Penelitian

Kerangka pikir yaitu penjelasan pertautan antar variabel yang diteliti, dalam penelitian ini bagaimana pengaruh penambahan fraksi serat batang jambu biji 10%, 20% dan 30% terhadap kekuatan tarik, nilai kekerasan dan kekuatan *bending* komposit resin *epoxy* berbahan *titanium dioksida/titania* (TiO_2) yang dijelaskan pada gambar berikut



Gambar 2.10. Kerangka Pikir Penelitian

X : Variasi komposit campuran (Fraksi Volume) *matrix epoxy* berbahan *titanium dioksida/titania* dengan serat batang pohon jambu biji.

X₁ : Komposit *matrix epoxy* berbahan *titanium dioksida/titania* dengan serat batang jambu biji 10%.

X₂ : Komposit *matrix epoxy* berbahan *titanium dioksida/titania* dengan serat batang jambu biji 20%.

X₃ : Komposit *matrix epoxy* berbahan *titanium dioksida/titania* dengan serat batang jambu biji 30%.

Y : Pengujian sifat mekanis

Y₁ : Pengujian kekerasan *vickers*

Y₂ : Pengujian *bending*

Y₃ : Pengujian tarik

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan pada penambahan fraksi volume serat batang jambu biji terhadap kekuatan tarik, kekerasan dan kekuatan *bending* pada komposit resin *epoxy* berbahan serbuk *titanium dioksida/titania*, dapat disimpulkan bahwa :

1. Penambahan serat batang jambu biji berpengaruh terhadap kekuatan tarik komposit resin *epoxy* berbahan serbuk *titanium dioksida/titania*, kekuatan tarik terbesar pada penambahan serat batang jambu biji 10% dengan rata-rata nilai kekuatan tarik 15,86 MPa naik 45% dari komposit resin *epoxy* berbahan serbuk *titanium dioksida/titania* dengan rata-rata nilai kekuatan tariknya 10,94 MPa. Kemudian kekuatan tarik terkecil pada penambahan serat batang jambu biji 30% dengan rata-rata nilai kekuatan tarik 7,76 MPa turun 29% dari komposit resin *epoxy* berbahan serbuk *titanium dioksida/titania*. Hal ini terjadi karena semakin besar massa jenis serat dan serbuk yang ditambahkan mengakibatkan ikatan antar partikel menjadi sedikit karena jumlah penguat (*filler*) akan lebih banyak daripada jumlah *matrix* (resin) sehingga semakin banyak volume serat yang ditambahkan kekuatan tariknya menjadi menurun meskipun fraksi volume menunjukkan bahwa jumlah *matrix* (resin) masih lebih banyak dari jumlah penguatnya (*filler*) dan serat dengan volume 10% mempunyai nilai kekuatan tarik terbesar karena fraksi volume serat semakin sedikit mempengaruhi

peningkatan partikel dan sebagai matrik bertambah optimal mengikat serat, namun dalam penelitian ini rata-rata kekuatan tarik tertinggi pada resin tanpa penambahan penguat (*filler*) jadi peningkatan kekuatan tarik pada penambahan fraksi volume serat batang jambu biji (*psidium guajava*) terhadap kekuatan tarik komposit resin *epoxy* berbahan serbuk *titanium dioksida/titania* (TiO_2) masih belum optimal.

2. Penambahan serat batang jambu biji berpengaruh terhadap kekerasan komposit resin *epoxy* berbahan serbuk *titanium dioksida/titania*, nilai kekerasan setelah penambahan serat mengalami penurunan secara kontinyu, dengan penurunan dari resin *epoxy* berbahan serbuk *titanium dioksida/titania* ke penambahan serat batang jambu biji 10% adalah 1727 HV ke 1460 HV menurun 15%, dari resin *epoxy* berbahan serbuk *titanium dioksida/titania* ke penambahan serat batang jambu biji 20% adalah 1727 HV ke 1446 HV menurun 16%, kemudian dari resin *epoxy* berbahan serbuk *titanium dioksida/titania* ke penambahan serat batang jambu biji 30% adalah 1727 HV ke 1344 HV menurun 22%. Penurunan nilai kekerasan komposit terjadi oleh adanya penambahan serat karena permukaan bahan menjadi lebih lunak bila dibandingkan jika *matrix* tersebut tidak diisi serat. Penelitian ini menunjukkan bahwa setelah penambahan serat batang jambu biji nilai kekerasannya menurun dari resin *epoxy* berbahan serbuk *titanium dioksida/titania*, namun nilai kekerasannya masih melebihi nilai kekerasan resin *epoxy* tanpa penambahan penguat (*filler*).
3. Penambahan serat batang jambu biji berpengaruh terhadap kekuatan *bending* komposit resin *epoxy* berbahan serbuk *titanium dioksida/titania*, kekuatan

bending terbesar pada penambahan serat batang jambu biji 10% dengan rata-rata nilai kekuatan *bending* 80,0 MPa naik 15% dari komposit resin *epoxy* berbahan serbuk *titanium dioksida/titania* dengan rata-rata nilai kekuatan *bending* 69,4 MPa. Kemudian kekuatan *bending* terkecil pada penambahan serat batang jambu biji 30% dengan rata-rata nilai kekuatan *bending* 67,5 MPa turun 2% dari komposit resin *epoxy* berbahan serbuk *titanium dioksida/titania*. Penurunan nilai kekuatan *bending* terjadi karena fraksi volume serat yang tinggi meningkatkan rongga pada komposit. Rongga yang terjadi akan berpengaruh terhadap menurunnya tegangan *bending* pada komposit. Keberadaan rongga merupakan tempat konsentrasi tegangan akan menjadi tempat inisiasi atau awal retak sehingga komposit yang mengalami pembebanan nilai *bending*-nya menjadi rendah. Penelitian ini rata-rata kekuatan *bending* tertinggi pada resin tanpa penambahan penguat (*filler*) jadi peningkatan kekuatan *bending* pada penambahan fraksi volume serat batang jambu biji (*psidium guajava*) terhadap kekuatan tarik komposit resin *epoxy* berbahan serbuk *titanium dioksida/titania* (TiO_2) masih belum optimal.

B. Saran

Berdasarkan simpulan di atas, maka pada proses pembuatan komposit sebaiknya memperhatikan beberapa saran berikut :

1. Untuk menghasilkan komposit dengan sifat mekanik (tarik dan *bending*) maksimal perlu diperhatikan massa jenis penguat (*filler*), saat menambahkan penguat (*filler*), jumlah penguat (*filler*) dalam penelitian ini

berupa serbuk *titanium dioksida/titania* (TiO_2) dan serat batang jambu biji jangan melebihi *matrix* (resin) yang mengakibatkan tidak maksimalnya kekuatan komposit, meskipun dalam jumlah fraksi volume jumlah penguat (*filler*) tidak melebihi *matrix*nya (resin).

2. Setelah resin dituang kedalam cetakan lebih baik diberi perlakuan dengan cara dipress agar gelembung udara yang terjebak pada saat proses penuangan dapat keluar dan serat tidak mengalami perubahan posisi.
3. Untuk penelitian selanjutnya dapat divariasikan jenis serat maupun serbuk sebagai bahan penguat komposit dan dengan hitungan yang lebih teliti sehingga penambahan *filler* dapat memberi pengaruh yang signifikan.
4. Untuk penelitian selanjutnya dapat menggunakan pengujian yang lain agar dapat mengetahui hasil sifat mekanik lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Adinegara, Loly. 2015. Pembuatan Papan Partikel (Particle Board) dari Tandan Kosong Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) dengan Perekat Likuida Kulit Batang Jambu Biji. *TA: Politeknik Negeri Sriwijaya*.
- Astika, I., Made. et al. 2013. Sifat Mekanis Komposit Polyester dengan Penguat Serat Sabut Kelapa. *Jurnal Energi dan Manufaktur: 6/2: 115-122*.
- ASTM D6272, *Standard Test Method for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials by Four-Point Bending*.
- ASTM E8M-09, *Standard Test Methods for Tension Testing of Metallic Materials*.
- Carli. et al. 2012. Analisis Kekuatan Tarik dan Lentur Komposit Serat Gelas Jenis Woven dengan Matriks Epoxy dan Polyester Berlapis Simetri dengan Metoda Manufaktur Hand Lay-Up. *Teknis: 7/1: 31-35*.
- Dieter, George., E. 1986. *Metalurgi Mekanik*. Translate by Djaprie, Sriati. 1996. Jakarta: Erlangga.
- Joni. et al. n.d. Analisis Kekuatan Tarik dan Lentur Komposit Epoxy yang Diperkuat dengan Serat Kulit Kayu Khombouw: 1-5.
- Kartini, Ratni. et al. 2002. Pembuatan dan Karakteristik Komposit Polimer Berpenguat Serat Alam. *Jurnal Sains Materi Indonesia: 3/3: 30-38*.
- Lestari, Sri. 2010. Pengaruh Berat dan Waktu Kontak Untuk Adsorpsi Timbal (II) Oleh Adsorben Dari Kulit Batang Jambu Biji (*Psidium Guajava* L). *Jurnal Kimia Mulawarman: 8/1: 7-10*.
- Maryanti, Budha. et al. 2011. Pengaruh Alkalisasi Komposit Serat Kelapa-Poliester Terhadap Kekuatan Tarik. *Jurnal Rekayasa Mesin: 2/2: 123-129*.
- Nurasmi. et al. 2015. Karakteristik Struktur Mikro Komposit Al-ZrSiO₄ dengan Scanning Electron Microscopy (SEM) dan X-Ray Diffraction (XRD). *.Prosiding. Jateng & DIY: Pertemuan Ilmiah XXIX HFI*.
- Nurhidayat, Achmad. et al. 2013. Pengaruh Fraksi Volume pada Pembuatan Komposit Hdpe Limbah-Cantula dan Berbagai Jenis Perekat Dalam Pembuatan Laminat. *ISSN: 14/2: 15-29*.

- Nurudin, Arif. et al. 2011. Karakterisasi Kekuatan Mekanik Komposit Berpenguat Serat Kulit Waru (*Hibiscus Tiliaceus*) Kontinyu Laminat Dengan Perlakuan Alkali Bermatriks Polyester. *Rekayasa Mesin*: 2/3: 209-217.
- Oroh, Jonathan. et al. nd. Analisis Sifat Mekanik Material Komposit Dari Serat Sabut Kelapa : 1-10.
- Pandu, David., W. 2008. Studi Sifat Fisis dan Mekanis Komposit Matriks Resin Epoxy yang Diperkuat dengan Serbuk Zirconium Silicate ($ZrSiO_4$). *Skripsi*: Universitas Negeri Semarang.
- Reddy, J., N. 2004. *Mechanics of Laminated Composite Plates and Shells*. Florida: CRC Press LLC.
- Salam, Syahrul. 2007. Studi Sifat Fisis dan Mekanis Komposit Matriks Resin Epoxy yang Diperkuat dengan Serbuk Titania (TiO_2). *Skripsi*: Universitas Negeri Semarang.
- Sastranegara, A. 2006. Mengenal Uji Tarik dan Sifat-sifat Mekanik Logam: 1-6.
- Siswanto. et al. 2013. Perubahan Sifat Lentur Komposit High Density Polyethelene (HDPE) Terhadap Pengaruh Fraksi Volume Pengisi Serbuk Genteng Limbah.. *Jurnal Terminal Airspace*: 5/2: 155-158.
- Smallman, R., E. dan Bishop, R., J. 2000. *Metalurgi Fisik Modern dan Rekayasa Material* (6th Ed). Bandung: Erlangga.
- Sugiyono. 2014. *Metodologi Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Surdia, Tata. dan Saito, S. 1985. *Pengetahuan Bahan Teknik*. Jakarta. P.T. Pradnya Paramita.
- Suwanto, Bodja. nd. Pengaruh Temperatur Post-Curing Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Epoksi Resin yang Diperkuat Woven Serat Pisang. *e-Jurnal Wahana*: 1-31.
- Van Vlack, Lawrence., H. 1985. *Ilmu dan Teknologi bahan* (5th Ed). Bandung: Erlangga.
- Widodo, Basuki. 2008. Analisa Sifat Mekanik Komposit Epoksi dengan Penguat Serat Pohon Aren (Ijuk) Model Lamina Berorientasi Sudut Acak (*Random*). *Jurnal Teknologi Technoscientia*: 1/1: 1-5.