

**NASKAH PUBLIKASI
TUGAS AKHIR**

**SIFAT FISIS DAN MEKANIS PADA KOMPOSIT *POLYESTER*
SERAT BATANG PISANG YANG DISUSUN ASIMETRI
[45° / -30° / 45° / -30°]**



Diajukan Sebagai Syarat Menyelesaikan Program Studi Strata Satu Pada
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah
Surakarta

Disusun oleh :
MIRWAN IRSYAD
NIM : D 200.10.0012

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS
MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

2015

HALAMAN PENGESAHAN
NASKAH PUBLIKASI TUGAS AKHIR

Naskah Publikasi yang berjudul “**SIFAT FISIS DAN MEKANIS PADA KOMPOSIT POLYESTER SERAT BATANG PISANG YANG DISUSUN ASIMETRI [45°/-30°/45°/-30°]**”, telah disetujui dan disahkan oleh Pembimbing Tugas Akhir sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan Oleh :

Nama : **MIRWAN IRSYAD**

NIM : **D 200.10.0012**

Disetujui Pada :

Hari : Selasa.....

Tanggal : 1 September 2015.....

Pembimbing Utama,



Ir. Ngafwan, MT

Pembimbing Pendamping,



Agus Yulianto, ST, MT.

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Mesin,



Tri Widodo Besar R., ST, M.Sc, Ph.D

SIFAT FISIS DAN MEKANIS PADA KOMPOSIT *POLYESTER* SERAT BATANG PISANG YANG DISUSUN ASIMETRI [45° / -30° / 45° / -30°]

Mirwan Irsyad, Ngafwan, Agus Yulianto
Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A. Yani Tromol pos 1 pabelan, Surakarta
Email : mirwanirsyad@gmail.com

ABSTRAKSI

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendikripsikan kekuatan tarik, kekuatan bending serta foto makro patahan pada komposit polyester serat batang pisang yang disusun asimetri [45° / -30° / 45° / -30°] terhadap perubahan teperatur uji pada uji tarik dan uji bending.

Proses awal pembuatan komposit adalah pengambilan serat dari pohon pisang dilanjutkan dengan perendaman selama 2 jam menggunakan larutan kimia kalium pemangant ($KMnO_4$) sebanyak 2% per 1 liter aquades. Penjemuran dibawah sinar matahari sampai kering dilanjut dengan proses oven selama 1 jam dengan suhu konstan 35°C sampai kadar air 10%. Kemudian serat disusun dengan sudut orientasi asimetri [45° / -30° / 45° / -30°] menggunakan cetakan kertas, dilanjut dengan pemberian resin dilakukan dengan metode hand lay-up pada cetakan kaca yang telah diukur sesuai dengan standar. Resin yang digunakan adalah resin jenis termoset yaitu polyester seri BQTN 157 dengan penamabahan katalis (Hardener) sebanyak 1% dari volume resin. Pengujian tarik menggunakan standar ASTM D 3039 sedangkan pengujian bending menggunakan standar ASTM D 7264 dengan variasi temperatur ruang, temperatur uji sebesar 35°C, 45°C, dan 55°C.

Hasil pengujian tarik dapat disimpulkan bahwa kekuatan tarik pada temperatur ruang adalah 11,530 N/mm², pada variasi temperatur uji tarik, semakin besar temperatur yang diberikan kekuatan tarik akan semakin turun dari 15,520 N/mm² pada temperatur uji 35°C menjadi 9,502 N/mm² pada temperatur uji 55°C.

Sedangkan hasil pengujian bending dapat disimpulkan bahwa kekuatan bending pada temperatur ruang adalah 0,151 N/mm², pada variasi temperatur uji bending, semakin tinggi temperatur yang diberikan kekuatan bending akan mengalami kenakian dari 0,339 N/mm² pada temperatur uji 35°C menjadi 6,215 N/mm² pada temperatur uji 55°C.

Kata Kunci : Komposit Polyester, Susunan Asimetri, Serat batang pisang.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Penggunaan material logam pada berbagai komponen produk semakin berkurang. Hal ini diakibatkan oleh beratnya komponen yang terbuat dari logam, proses pembentukannya yang relatif sulit, dapat mengalami korosi dan biaya produksinya mahal, seiring berkembangnya zaman peran material yang terbuat dari logam sudah mulai digantikan oleh material non logam yaitu salah satunya adalah komposit.

Komposit adalah suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material yang mempunyai sifat mekanik lebih kuat dari material pembentuknya. Komposit terdiri dari dua bagian yaitu matrik sebagai pengikat atau pelindung komposit dan *filler* sebagai pengisi komposit. Serat alam merupakan alternatif *filler* komposit untuk berbagai komposit *polyester* karena keunggulannya dibanding serat sintetis. Serat alam mudah didapatkan dengan harga yang murah, mudah diproses, densitasnya rendah, ramah lingkungan.

Komposit serat alam merupakan salah satu material alternatif yang telah dikembangkan saat ini untuk pengganti bahan logam dan komposit sintetis. Serat alam mempresentasikan manfaat penting seperti densitas rendah, kekakuan dan sifat mekanik yang baik. Di Indonesia terdapat banyak sekali serat alam yang dapat digunakan sebagai penguat komposit. Salah satu serat alam yang banyak digunakan adalah serat batang pisang karena serat batang pisang, Penggunaan batang pohon pisang sebagai bahan komposit merupakan langkah yang tepat. Pohon pisang (*Musaceae*) merupakan jenis tumbuhan berserat yang pemanfaatannya masih sangat terbatas yaitu sebagai bahan dasar pembuatan kertas, pakaian.

Serat batang pohon pisang diperoleh dari pohon pisang kepok (*Musa paradisiaca*) merupakan serat yang mempunyai sifat mekanik yang baik. Sifat mekanik dari serat pelepah pisang mempunyai densitas $1,35 \text{ gr/cm}^3$, kandungan selulosanya 63-64%, *hemiselulosa* (20%), kandungan *lignin* 5%, kekuatan tarik rata-rata 600 *Mpa*, modulus tarik rata-rata 17,85 *Gpa* dan pertambahan panjang 3,36 % (Lokantara, 2007).

Resin polyester merupakan *matrik* dari komposit. Resin ini termasuk juga dalam resin *termoset*. Pada *polyester termoset* resin cair diubah menjadi padatan yang keras dan getas yang terbentuk oleh ikatan silang kimiawi yang membentuk rantai polimer yang sangat kuat. Menurut Mubarak (2006) resin *termoset* tidak mencair karena pemanasan. Pada saat pencetakan, resin ini tidak perlu diberikan tekanan, karena ketika masih cair memiliki *viskositas* yang relatif rendah, mengeras dalam suhu kamar dengan penggunaan katalis tanpa menghasilkan gas (tidak seperti resin *termoset* lainnya). Pada umumnya resin *polyester* kuat terhadap asam kecuali asam pengoksidasi, tetapi memiliki ketahanan yang rendah terhadap basa. Jika resin ini dimasukkan ke dalam air mendidih selama 300 jam maka akan pecah dan retak-retak. Secara luas *polyester* digunakan dalam bentuk bahan komposit.

Berdasarkan uraian diatas, maka didalam penelitian ini akan meneliti sifat fisis dan sifat mekanis material komposit *polyester* berpenguat serat batang pohon pisang yg yang disusun Asimetri [$45^\circ / -30^\circ / 45^\circ / -30^\circ$].

Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui besar kekuatan mekanis jika serat disusun asimetri [$45^\circ / -30^\circ / 45^\circ / -30^\circ$].

2. Untuk mengetahui kekuatan komposit setelah dilakukan variasi temperatur ruang uji 35°C, 45°C, 55°C.
3. Untuk mengetahui struktur makro hasil patahan pada komposit serat batang pisang yang disusun asimetri [45° / -30° / 45° / -30°].

Pembatasan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan perumusan masalah diatas, penelitian ini berkonsentrasi pada:

1. Jenis pohon pisang yang digunakan yaitu pisang kepok (*Musa acuminata balbisiana Colla*).
2. Pengambilan kulit batang pisang 3 lapis dari kulit luar.
3. Pemisahan serat menggunakan rol, skrap dan sikat baja.
4. Pengambilan serat batang pisang dengan cara perendaman dengan menggunakan air waktu perendaman 1 bulan, penjemuran panas matahari 30°C selama 1 jam, dan panjang serat perendaman sebesar 100 cm.
5. Perlakuan pencucian kalium permanganate ($KMnO_4$) kadar 5%, per 1 liter aquades, dengan perendaman 2 jam
6. Besar farksi volume serat (V_f) sebesar 30%
7. Pengaturan serat Asimetri [45° / -30° / 45° / -30°]
8. Resin termoset jenis polyester.
9. Pembuatan komposit dengan metode *hand lay-up*.
10. Pengujian komposit secara fisis (struktur makro) dan mekanis (tarik dan *bending*).

Tinjauan Pustaka

Guo S.J., dkk (2003). menjelaskan bahwa efek desain *lay-up* sangat berpengaruh terhadap gaya tekan dan penerusan tegangan yang terjadi, desain *lay-up* ini juga berpengaruh pada kekakuan komposit

tersebut. Komposit yang disusun simetri lebih menguntungkan dari pada komposit yang disusun asimetri karena lebih kuat terhadap tekanan dan lebih optimal dalam meneruskan tegangan yang terjadi. Selain itu komposit simetri lebih tahan terhadap keretakan karena putaran.

Kuncoro Diharjo. Dalam penelitiannya menjelaskan bahwa Komposit alam (*NACO*) adalah material yang memiliki potensi yang baik untuk dikembangkan di Indonesia. *Mechanical bonding* komposit yang diperkuat serat alam dapat ditingkatkan dengan perlakuan kimia serat atau menggunakan *coupling agent*. Perlakuan kimia, seperti perlakuan alkali, sering digunakan karena lebih ekonomis. Tujuan penelitian ini adalah menyelidiki pengaruh perlakuan alkali terhadap sifat tarik komposit berpenguat serat rami kontinyu dengan matrik *polyester*. Pengamatan visual dilakukan untuk menyelidiki mekanisme perpatahan. Serat rami direndam di dalam larutan alkali (5% $NaOH$) selama 0, 2, 4, dan 6 jam. Selanjutnya, serat tersebut dicuci menggunakan air bersih dan dikeringkan secara alami. Matrik yang digunakan dalam penelitian ini adalah resin unsaturated *polyester 157 BQTN* dengan hardener *MEKPO 1%* (v/v). Komposit dibuat dengan metode cetak tekan pada $V_f \approx 35\%$. Semua spesimen dilakukan post cure pada suhu 62 °C selama 4 jam. Spesimen uji tarik dibuat mengacu pada standar ASTM D-638. Pengujian tarik dilakukan dengan mesin uji tarik dan perpanjangan diukur dengan menggunakan *extensometer*. Penampang patahan diselidiki untuk mengidentifikasi mekanisme perpatahannya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekuatan dan regangan tarik komposit memiliki harga optimum untuk perlakuan serat 2 jam, yaitu 190.27 *Mpa* dan 0.44%. Komposit yang diperkuat serat yang dikenai perlakuan 6 jam memiliki kekuatan

terendah. Penampang patahan komposit yang diperkuat serat perlakuan 0, 2, dan 4 jam diklasifikasikan sebagai jenis patah *slitting in multiple area*. Sebaliknya, penampang patahan komposit yang diperkuat serat perlakuan 6 jam memiliki jenis patah tunggal. Penampang patahan komposit yang diperkuat serat tanpa perlakuan menunjukkan adanya *fiber pull out*.

Mattioni F., dkk (2008). dalam penelitiannya menjelaskan bahwa pemindahan laminasi sebagian *unsymmetric* dimodelkan menggunakan kedua analisis elemen hingga dan metode analisis . Perhatian difokuskan pada efek yang memiliki tegangan termal pada potensi beberapa bentuk struktur komposit . Fungsi bentuk yang model *out-of -plane* perpindahan yang dimodifikasi untuk menyertakan variasi lekukan dalam domain . Formulasi analisis baru dibandingkan dengan literatur dan analisis elemen hingga untuk pelat persegi dan kemudian diuji untuk laminasi dengan variasi *piecewise* dari *lay- up* di planform tersebut . Hasilnya diperoleh divalidasi terhadap analisis elemen hingga dan pengujian eksperimental dan korelasi yang baik . Akhirnya, sebuah studi parametrik dibuat pada pengaruh perubahan orientasi serat dan ketebalan laminasi . Hasil menunjukkan bahwa adalah mungkin untuk memperkenalkan komposit *bi-stable* dalam struktur untuk mendapatkan sistem yang fleksibel dan kekakuan tergantung pada kebutuhan.

Noni Nopriantina (2013). Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa nilai kuat tekan *polyester* murni diperoleh sebesar 12,16 N/mm² dan nilai kuat tekan komposit poliester bernilai maksimum setelah penambahan serat pelepah pisang dengan ketebalan optimum 0,70 mm memiliki kekuatan tekan sebesar 12,92

N/mm². Semakin tebal serat yang digunakan, nilai kekuatan tekannya akan semakin baik hingga mencapai titik maksimum. Serat pelepah pisang diperoleh dari pohon pisang kepok (*Musa paradisiaca*) merupakan serat yang mempunyai sifat mekanik yang baik. Sifat mekanik dari serat pelepah pisang mempunyai densitas 1,35 gr/cm³, kandungan selulosanya 63-64%, *hemiselulosa* (20%), kandungan *lignin* 5%, kekuatan tarik rata-rata 600 Mpa, modulus tarik rata-rata 17,85 Gpa dan pertambahan panjang 3,36 %. Diameter serat pelepah pisang rata-rata adalah 5,8 μm.

Rendy Dwi W, (2014). berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwakomposit serat batang pisang yang ditreatment menggunakan *KmNO₄* dan di uji tarik menggunakan perubahan temperatur adalah jika temperatur semakin tinggi kekuatan tarik akan turun. Ini terbukti kekuatan tarik mengalami penurunan dari 40,397 N/mm² menjadi 19,746 N/mm². Pada hasil foto makro terlihat struktur patahan spesimen komposit yaitu bergelombang tidak beraturan ini berarti spesimen komposit mempunyai sifat liat. Jika temperatur uji semakin tinggi, *void* akan mengembang dan *pull-out fiber* sangat mendominasi maka kekuatan tarik akan menurun.

LANDASAN TEORI

Komposit

komposit berarti terdiri dari dua atau lebih bahan yang berbeda yang digabung atau dicampur secara *makroskopis* menjadi suatu bahan yang berguna. Karena bahan komposit merupakan bahan gabungan secara makro, maka bahan komposit dapat didefinisikan sebagai suatu sistem material yang tersusun dari campuran/kombinasi dua atau lebih unsur-unsur utama yang secara makro

berbeda di dalam bentuk dan atau komposisi material yang pada dasarnya tidak dapat dipisahkan (Schwartz, 1984). Bahan komposit secara umum terdiri dari penguat dan matrik. Ilustrasi ikatan serat sebagai penguat dan matriknya.

Resin Thermoset Jenis Polyester

Matrik yang dipergunakan adalah matrik jenis *thermoset* yaitu *polyester BQTN 157*. Dalam kebanyakan hal ini disebut *polyester* saja. Karena berupa resin cair dengan *viskositas* yang relatif rendah, mengeras pada suhu kamar dengan menggunakan katalis tanpa menghasilkan gas sewaktu pengesetan seperti banyak resin lainnya. Sifat resin ini adalah kaku dan getas. Mengenai sifat *thermalnya* karena banyak mengandung *monomer stiren*, maka suhu deformasi *thermal* lebih rendah dari pada resin *thermoset* lainnya. Resin ini mempunyai karakteristik yang khas yaitu dapat dibuat kaku dan *flesibel*, transparan, dapat diwarnai, tahan air, tahan bahan kimia dan cuaca. Resin *polyester* ini dapat digunakan pada suhu kerja mencapai 79 °C. Berat jenis resin ini 1,3-1,4 kg/cm³.

Adapun karakteristik resin *polyester BQTN 157* adalah sebagai berikut:

Item	Satuan	Nilai Tipikal	Catatan
Berat Jenis	gr/cm ³	1,4	25 °C
kekerasan	-	40	Barcol GYZJ 934-1
Suhu distorsi panas	°C	70	
Penyerapan air (suhu ruang)	%	0,188	24 jam
	%	0,446	7 hari
Kekuatan fleksural	Kg/mm ²	9,4	
Modulus fleksural	Kg/mm ²	300	
Kekuatan Tarik	Kg/mm ²	5,8	
Modulus elastisitas	Kg/mm ²	300	
Elognasi	%	2,4	

Tabel 2.1. karakteristik *unsaturated polyester yulac 157® BQTN-EX* (PT. Justus kimia raya 2001)

Bahan Tambahan

Bahan tambahan yang digunakan untuk mengeras matrik adalah Katalis Mekpo (*Metyl Etyl Keton Peroksida*)

Proses pengerasan resin diberi bahan tambahan yaitu katalis (*hardener*). Jenis katalis untuk resin polyester yaitu *Metyl Etyl Keton Peroksida* (MEKPO), katalis digunakan untuk mempercepat pengerasan resin pada suhu yang tinggi. Semakin banyak katalis maka reaksi pengerasan resin akan semakin cepat tetapi terlalu banyak katalis bisa membuat resin getas dan rapuh. Oleh karena itu pemakaian katalis dibatasi sampai 1% dari volume resin. (PT. Justus Kimia Raya, 2001).

Serat Batang Pisang

serat yang digunakan adalah Serat batang pisang. Serat batang pisang merupakan jenis serat yang berkualitas baik, dan merupakan salah satu bahan potensial alternatif yang dapat digunakan sebagai *filler* pada pembuatan komposit, Batang pisang sebagai limbah dapat dimanfaatkan menjadi sumber serat agar mempunyai nilai ekonomis.

Komposisi kimia serat batang pisang adalah 60-65% *selulosam* 5-10% *lignin*. 6-8% *hemiselulosa* dan 10-15% kadar air (Lokantara, I, P., 2010).

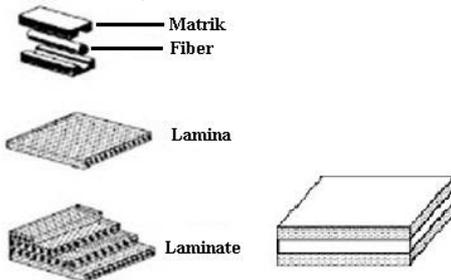
Perlakuan Alkali (KMnO₄)

Perlakuan alkali (KMnO₄) dari serat alami adalah salah satu perlakuan kimia yang telah dikenal untuk meningkatkan kandungan *selulosa* melalui penghilangan *hemiselulosa* dan *lignin*. Perlakuan alkali adalah metode umum untuk membersihkan dan memodifikasi permukaan serat untuk menurunkan tegangan permukaan dan meningkatkan ikatan antarmuka antara serat alami dan matriks *polimer*.

Komposit Berlapis (*Laminates Composite Materials*)

Lamina adalah satu lapis plat dari *unirectional* fiber atau *woven fabrics* dalam matrik dengan tebal umumnya 0,125 inch. sedangkan komposit lapis (*laminates composites*) adalah komposit yang terdiri dari dua lapis atau lebih yang digabung menjadi satu yang disusun dengan berbagai orientasi yang berbedaterdiri dari sekurang-kurangnya dua material berbeda yang direkatkan bersama-sama.

- Laminasi simetri adalah laminasi yang memiliki karakteristik setiap lapis memiliki cerminan pada jarak yang sama dari *midplate* terhadap *midplate* dan tidak ada *coupling* antar gaya-gaya normal dan momen tekuk dengan deformasi normal/geser.
- Laminasi asimetri adalah laminasi yang memiliki layer-layer yang disusun dengan orientasi masing-masing (+) dan (-) cenderung bebas dari arah prinsipalnya. Sehingga memiliki kekuatan penerus dari serat.
- Laminasi antisimetri adalah laminasi yang memiliki susunan orientasi berkebalikan terhadap *mindplatenya*.



Gambar 1. Komposit laminate

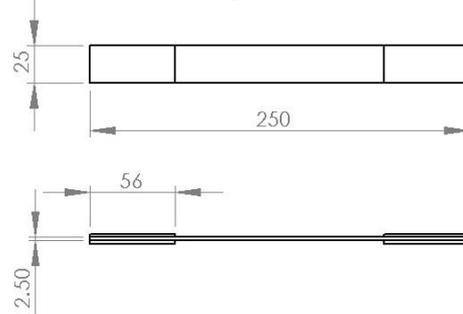
Laminasi simetri [-45⁰/45⁰/45⁰

Pengujian Tarik

Pengujian tarik bertujuan untuk mengetahui tegangan, regangan, *modulus elastisitas* bahan dengan cara memberikan beban tarik secara

berlahan sampai material komposit mengalami putus. Adapun keuletan material, serta titik putus akan terlihat dari grafik yang ada.

Dalam pengujian kekuatan tarik ini menggunakan standart *ASTM D 3039* seperti pada gambar dibawah:



Gambar 2. Geometri Spesimen uji tarik (ASTM D 3039-07)

Besarnya nilai *modulus elastisitas* komposit yang juga merupakan perbandingan antara tegangan dan regangan pada daerah proporsional. Berlaku hukum *hooke*, dapat dihitung dengan persamaan: (kurniawan, K., 2012)

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon}$$

Dimana:

E = Modulus elastisitas (N/mm^2)

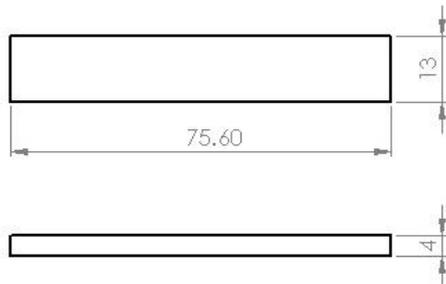
σ = Tegangan tarik (N/mm^2)

ϵ = Tegangan-regangan (%)

Modulus elastisitas menunjukkan kekuatan (*stiffness*) atau ketahanan terhadap deformasi elastis. Semakin besar modulus elastisitas, bahan semakin kaku.

Pengujian Bending

Material komposit mempunyai sifat tekan lebih baik dibandingkan tarik, pada perlakuan uji tekan *bending* spesimen, bagian atas spesimen terjadi proses tekan dan bagian bawah terjadi proses tarik sehingga kegagalan yang terjadi akibat uji *bending* yaitu mengalami patah bagian bawah karena tidak mampu menahan tegangan tarik. Geometri *bending* dapat kita liat pada gambar berikut:



Gambar 3. Dimensi spesimen uji bending (standart ASTM D 7264-07)

Untuk menentukan modulus elastisitas *bending* menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Eb = \frac{L^3 \cdot F}{4 \cdot w \cdot h^3 \cdot \delta}$$

Dimana :

Eb = Modulus Elastisitas (Mpa)

F = Beban yang diberikan (N)

L = Jarak antara titik tumpuan (mm)

w = Lebar Spesimen (mm)

h = Tebal spesimen (mm)

δ = Defleksi (mm)

Kekuatan Material komposit dipengaruhi oleh beberapa hal, antara lain:

1. Temperatur

Apabila temperatur naik, maka kekuatan tariknya akan turun dan kekuatan *bending*nya naik.

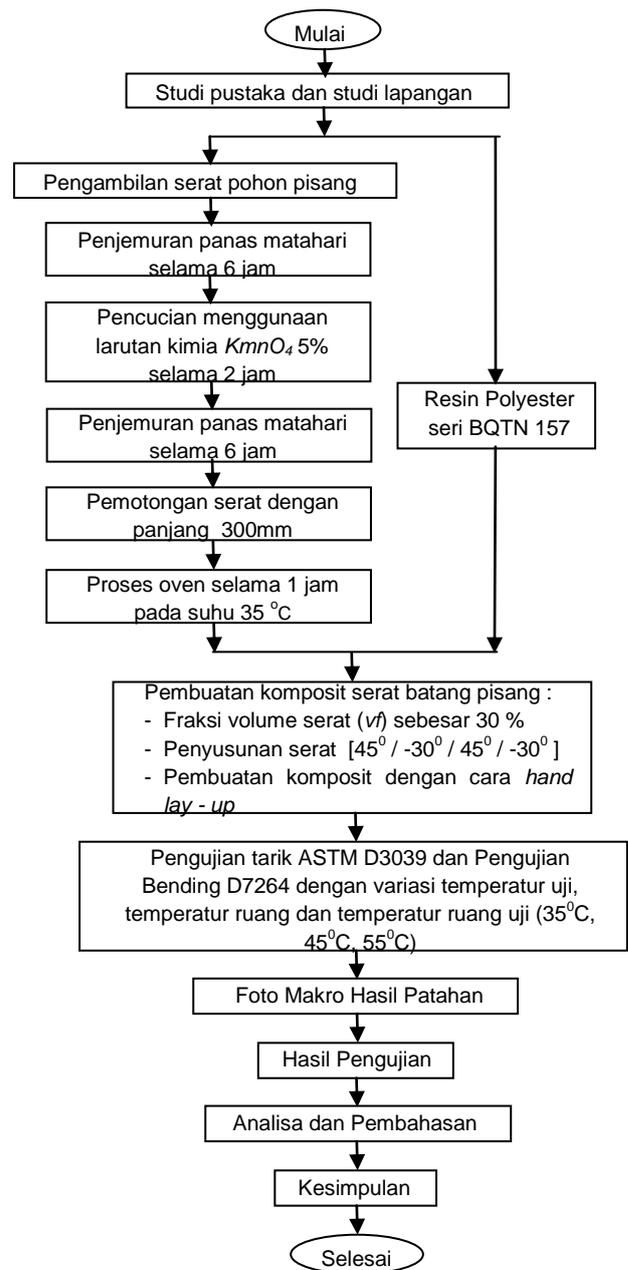
2. Kelembaban

Pengaruh kelembaban ini akan mengakibatkan bertambahnya absorbs air, akibatnya akan menaikkan regangan patah. Sedangkan tegangan patah dan modulus elastisitasnya akan menurun.

3. Laju tegangan

Apabila laju tegangan kecil, maka perpanjangan bertambah dan mengakibatkan kurva tegangan-regangan menjadi landai, modulus elastisitasnya rendah. Sedangkan jika laju tegangan tinggi, maka beban patah dan modulus elastisitasnya meningkat, tetapi regangan mengecil.

METODOLOGI PENELITIAN



Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan antara lain:

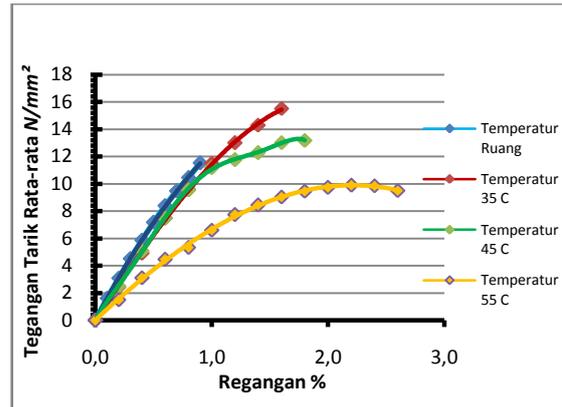
1. Serat batang pisang
2. Resin dan Katalis
3. Kalium Permanganate ($KMnO_4$)
4. Aquadest

Alat Yang Digunakan

Alat yang digunakan antara lain:

1. Alat pres serat
2. Timbangan digital
3. Alat suntik

4. Kantong plastik
5. Oven
6. Jangka Sorong
7. Thermometer
8. Hairdryer
9. Karet ban
10. Cetakan serat dan cetakan spesimen
11. Instalasi uji tarik dan uji bending
12. Dino Lite (Foto Makro)



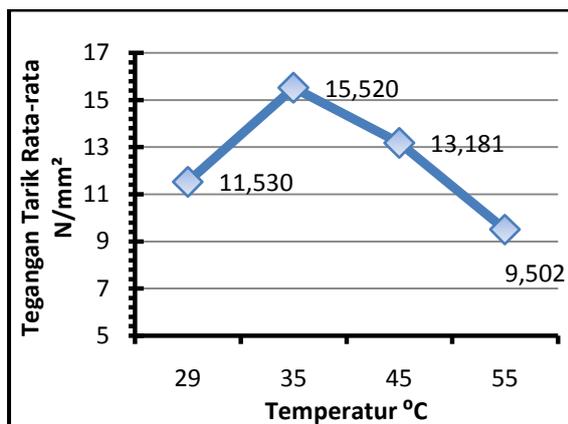
Grafik Hubungan Antara Tegangan Tarik dengan Regangan

HASIL DAN PEMBAHASAN

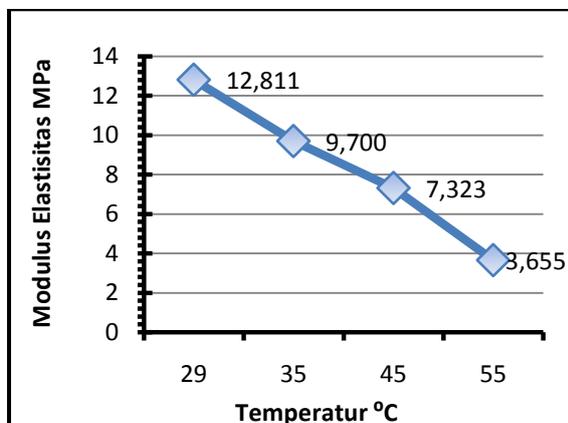
Data Hasil uji Tarik

Tabel 1. Analisa data Uji Tarik

Temperatur Ruang Uji ($^{\circ}\text{C}$)	Tegangan Tarik (N/mm^2)	Regangan (%)	Modulus Elastisitas (N/mm^2)
Temperatur Ruang	11,530	0,9	12,811
35	15,520	1,6	8,388
45	13,181	1,8	7,323
55	9,502	2,6	3,655



Grafik Tegangan tarik dengan Temperatur



Grafik Modulus Elastisitas Tarik dengan Temperatur

Pembahasan Pengujian Tarik

- a. Grafik hubungan antara tegangan tarik rata-rata dengan temperatur

Pengujian tarik untuk temperatur ruang sebesar $11,535 \text{ N}/\text{mm}^2$ atau lebih rendah dari perlakuan temperatur ruang uji 35°C sebesar $15,520 \text{ N}/\text{mm}^2$, ini disebabkan karena spesimen pada temperatur ruang uji 35°C diberi perlakuan panas, hal ini mengakibatkan antara resin dengan serat ikatannya semakin kuat. Dalam khusus ini (temperatur ruang uji 35°C) proses pengikat resin dengan serat (bonding) paling sempurna dibandingkan dengan temperatur ruang, temperatur ruang uji 45°C , dan temperatur ruang uji 55°C .

Pada pengujian tarik dengan variasi temperatur ruang uji mengalami penurunan tegangan dari $15,520 \text{ N}/\text{mm}^2$ menjadi $9,502 \text{ N}/\text{mm}^2$, ini disebabkan jika temperatur ruang uji semakin tinggi kekuatan tarik komposit akan turun atau kekuatan tarik menjadi lemah. spesimen mengalami perubahan tingkat elastis menjadi tinggi yang mengakibatkan ikatan antar muka antara resin *polyester* dengan serat batang pohon pisang menjadi lemah atau tidak terjalin sempurna sehingga akan menyebabkan terjadinya *pull-out fiber* pada patahan spesimen komposit.

Selain itu, menurunnya kekuatan tarik terjadi karena adanya proses pembesaran *void* (rongga udara). Jika temperatur uji semakin tinggi maka *void* akan mengembang dan berdampak pada turunya nilai kekuatan tariknya.

b. Grafik Modulus Elastisitas dengan temperatur

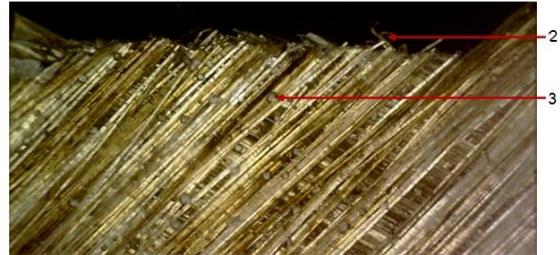
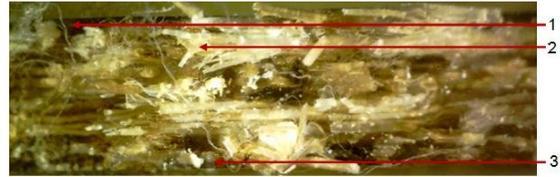
Modulus elastisitas menunjukkan kekakuan (*stiffness*) atau ketahanan terhadap deformasi elastis. Nilai modulus elastisitas spesimen pada temperatur ruang terjadi penurunan dari $12,811 \text{ N/mm}^2$ menjadi $3,655 \text{ N/mm}^2$ pada temperatur ruang uji 55°C , maka dapat diartikan semakin besar temperatur yang diberikan pada pengujian maka nilai modulus elastisitas semakin rendah.

c. Grafik Hubungan Antara Regangan dengan Temperatur

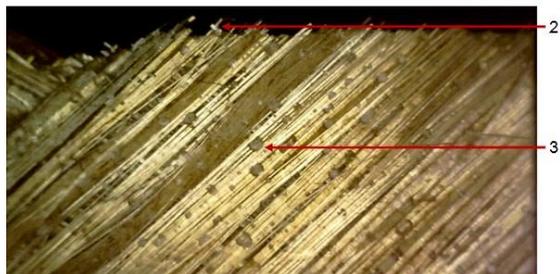
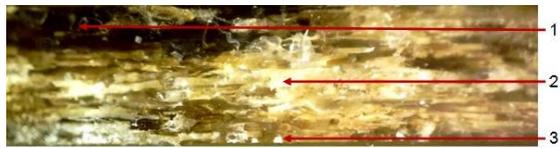
Semakin besar temperatur ruang uji regangan spesimen akan mengalami penambahan, ini karena sifat dari polyester menjadi elastis jika diberi perlakuan panas maka akan menjadi pertambahan panjang, nilai regangan pada spesimen dengan perlakuan temperatur terjadi kenaikan dari 1,6 menjadi 2,6 %.

Foto Makro Patahan

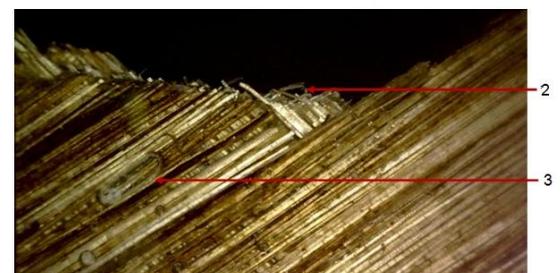
Setelah dilakukan pengujian tarik dilanjutkan foto makro yang berupa hasil patahan spesimen komposit dengan perbesaran 50 kali dengan pixel 1280 x 960. Diperoleh hasil foto makro sebagai berikut:



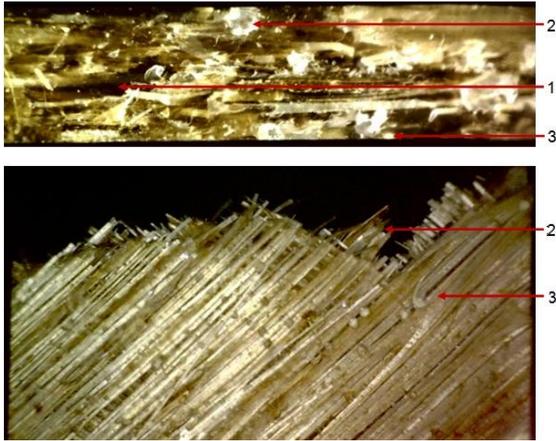
Gambar 4. Foto Makro patahan perbesaran 50 kali pada uji tarik dengan temperatur ruang



Gambar 5. Foto Makro patahan perbesaran 50 kali pada uji tarik dengan temperatur ruang uji 35°C



Gambar 6. Foto Makro patahan perbesaran 50 kali pada uji tarik dengan temperatur ruang uji 45°C



Gambar 7. Foto Makro patahan perbesaran 50 kali pada uji tarik dengan temperatur ruang uji 55 °C

Keterangan:

1. Resin Polyester
2. Pull-out fiber
3. Void

Pembahasan Foto Makro

Pada hasil foto makro terlihat struktur patahan spesimen komposit yaitu bergelombang tidak beraturan ini berarti sesimen komposit mempunyai sifat liat. Pada patah liat struktur patahan tidak lurus dengan arah tegangan tarik melainkan bergelombang tidak beraturan.

Patah liat dicirikan dengan deformasi plastik besar disekitar ujung retak. Retak seperti itu disebut sebagai retak yang stabil yaitu menahan setiap pertambahan panjang kecuali jika ada kenaikan tegangan yang bekerja. Sebagai tambahan akan terlihat adanya deformasi plastik pada permukaan.

Pada gambar 4. Foto makro patahan komposit serat batang pisang yang di uji tarik pada temperatur ruang terlihat bahwa patahan yang terjadi adalah patahan *pull-out fiber* yang mendominasi patahan tersebut. Dimana *pull-out fiber* adalah kondisi serat keluar pada patahan yang dikarenakan ikatan kurang kuat antara serat dan resin (bonding). Patahan tersebut juga diakibatkan karena adanya void terdapat disekitar serat.

Pada gambar 5. Temperatur ruang uji 35 °C Foto makro patahan komposit serat batang pisang yang di uji tarik pada temperatur ruang uji 35 °C terlihat bahwa patahan yang terjadi adalah patahan *pull-out fiber* yang kurang mendominasi, ini artinya ikatan serat dan resin lebih sempurna daripada uji tarik pada Temperatur ruang, patahan tersebut juga terdapat rongga-rongga udara (*void*).

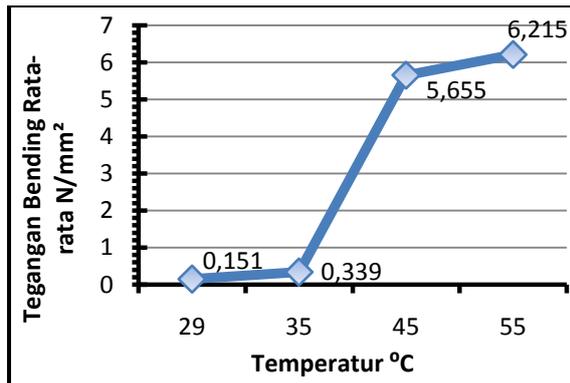
Pada gambar 6. temperatur ruang uji 45 °C Foto makro patahan komposit serat batang pisang yang di uji tarik pada temperatur 45 °C terlihat bahwa patahan yang terjadi adalah patahan *pull-out fiber* yang mendominasi, ini disebabkan oleh ikatan antara serat dan resin yang kurang sempurna pada Temperatur ruang uji 45 °C. Terlihat rongga-rongga udara (*void*) didalam spesimen komposit relatif banyak dengan ukuran *void* sedang disebabkan temperatur tinggi *void* akan mengembang menjadi ukuran besar. Jika rongga-rongga (*void*) terlalu banyak dengan ukuran sedang maka kekuatan tarik spesimen akan turun.

Pada gambar 7. temperatur ruang uji 55 °C Foto makro patahan komposit serat batang pisang yang di uji tarik pada temperatur ruang uji 55 °C terlihat bahwa patahan yang terjadi adalah patahan *pull-out fiber* yang sanagat mendominasi, ini disebabkan oleh ikatan antara resin dengan serat menurun disebabkan karena spesimen mengalami perubahan tingkat elastis menjadi tinggi pada Temperatur ruang uji 55 °C yang mengakibatkan ikatan antar muka antara resin polyester dengan serat batang pohon pisang menjadi melemah. Kekuatan tarik dengan temperatur uji 55 °C lebih rendah dibandingkan dengan temperatur ruang uji 35 °C dan 45 °C.

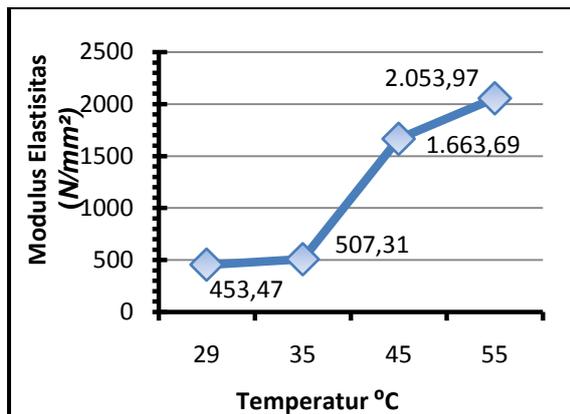
Data Hasil Uji Bending

Tabel 2. Analisa Uji Bending

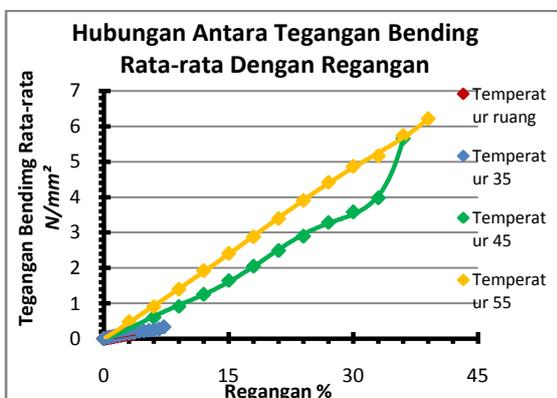
Temperatur Ruang Uji (°C)	Tegangan Bending (N/mm ²)	Regangan (%)	Modulus Elastisitas (N/mm ²)
Temperatur Ruang	0,151	3,6	453,466
35	0,339	7,2	507,305
45	5,655	36	1663,692
55	6,215	39	2053,969



Grafik Tegangan Bending dengan Temperatur



Grafik Modulus Elastisitas Bending dengan Temperatur



Grafik Tegangan Rata-rata Bending dengan Regangan Rata-rata

- a. Grafik hubungan antara tegangan bending rata-rata dengan temperatur

Pengujian bending untuk temperatur ruang sebesar 0,151 N/mm^2 atau lebih rendah dari temperatur ruang uji 35 °C sebesar 0,339 N/mm^2 . Pada temperatur ruang dan temperatur ruang uji 35 °C spesimen komposit masih kaku dan getas ini karena ikatan antara serat dan resin (*bonding*) belum sempurna ketika di uji bending. Pada saat diuji pada temperatur ruang uji 45 °C spesimen mengalami kenaikan tegangan bending yang relatif besar yaitu sebesar 5,655 N/mm^2 dan mengalami kenaikan lagi sebesar 6,215 N/mm^2 pada temperatur ruang uji 55 °C. Ini disebabkan spesimen komposit saat di uji bending ketika diberi perlakuan panas spesimen semakin kuat dan ulet karena ikatan antara serat dan resin (*bonding*) semakin sempurna. Dari kasus diatas dapat disimpulkan bahwa semakin besar temperatur ruang uji yang diberikan maka semakin besar pula tegangan bendingnya

- b. Grafik Modulus Elastisitas dengan temperatur

Modulus elastisitas menunjukkan kekakuan (*stiffness*) atau ketahanan terhadap deformasi elastis. Nilai modulus elastisitas spesimen pada temperatur ruang terjadi kenaikan dari 453,466 N/mm^2 menjadi 2053,969 N/mm^2 pada temperatur ruang uji 55 °C, maka dapat diartikan semakin besar temperatur yang diberikan pada pengujian bending maka semakin tinggi nilai modulus elastisitasnya.

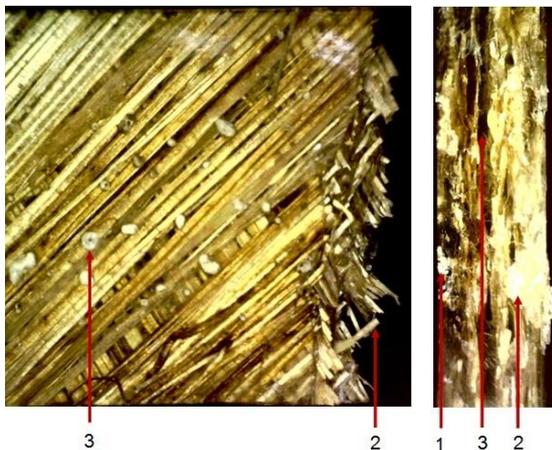
- c. Grafik hubungan Regangan Rata-rata dengan Temperatur

Semakin besar temperatur ruang uji regangan spesimen akan mengalami penambahan, ini karena sifat dari *polyester* menjadi elastis jika diberi perlakuan panas maka akan menjadi pertambahan panjang,

nilai regangan pada spesimen dengan perlakuan temperatur terus terjadi kenaikan dari 3,6% menjadi 39%. Pada grafik menunjukkan bahwa spesimen semakin ulet pada pengujian bending jika diberi perlakuan panas.

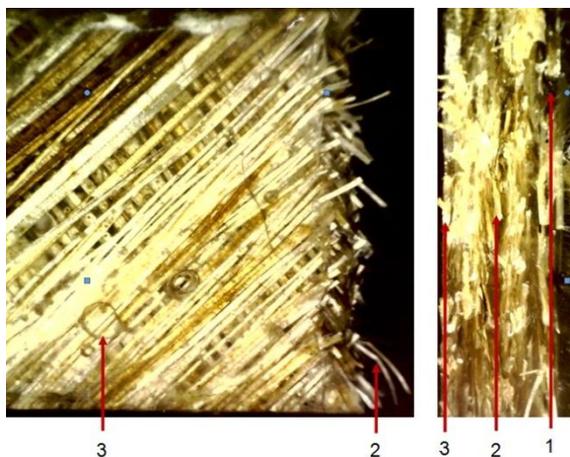
Foto Makro Patahan

Setelah dilakukan pengujian tarik dilanjutkan foto makro yang berupa hasil patahan spesimen komposit dengan perbesaran 50 kali dengan pixel 1280 x 960. Diperoleh hasil foto makro sebagai berikut:



Gambar 8. Foto Makro patahan perbesaran 50 kali pada uji *Bending* dengan temperatur ruang
Keterangan

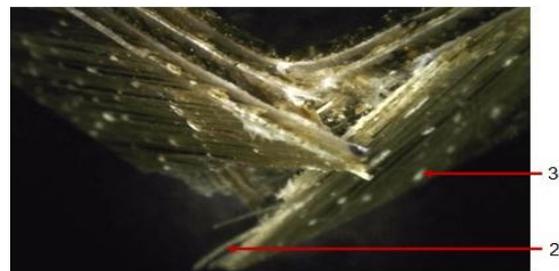
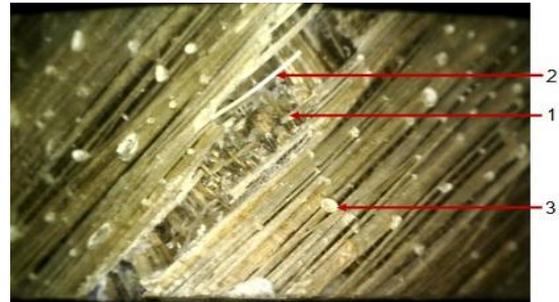
1. Resin *polyester*.
2. *Pull-out fiber*.
3. *Void* (lubang udara).



Gambar 9. Foto Makro patahan perbesaran 50 kali pada uji *Bending* dengan temperatur ruang uji 35 °C

Keterangan

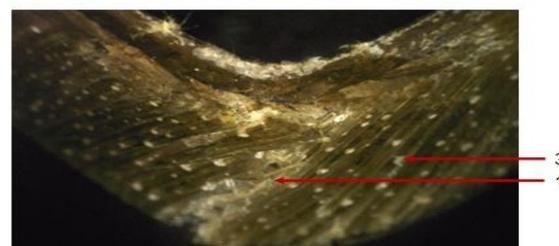
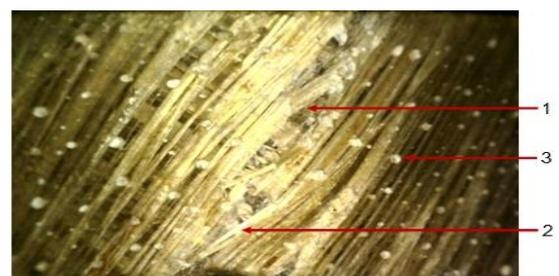
1. Resin *polyester*.
2. *Pull-out fiber*.
3. *Void* (lubang udara).



Gambar 10. Foto Makro patahan perbesaran 50 kali pada uji *Bending* dengan temperatur ruang uji 45 °C

Keterangan:

1. Crack.
2. *Pull-out fiber*.
3. *Void* (lubang udara).



Gambar 11. Foto Makro patahan perbesaran 50 kali pada uji *Bending* dengan temperatur ruang uji 55 °C

Keterangan:

1. Crack.
2. *Pull-out fiber*.
3. *Void* (lubang udara).

Pembahasan Foto Makro

Pada gambar 8. Foto makro patahan komposit serat batang pisang yang di uji *bending* pada temperatur ruang terlihat bahwa patahan yang terjadi adalah patahan *pull-out fiber* yang sangat mendominasi patahan tersebut. Dimana *pull-out fiber* adalah kondisi serat keluar pada patahan yang dikarenakan ikatan kurang kuat antara serat dan resin (*bonding*). Patahan tersebut juga diakibatkan karena adanya *void* terdapat disekitar serat.

Pada gambar 9. temperatur ruang uji 35 °C Foto makro patahan komposit serat batang pisang yang di uji *bending* pada temperatur ruang uji 35 °C terlihat bahwa patahan yang terjadi adalah patahan *pull-out fiber* yang sanagat mendominasi, ini artinya ikatan serat dan resin kurang sempurna, patahan tersebut juga terdapat rongga-rongga udara (*void*) yang mengakibatkan berkurangnya kekuatan komposit. Pada temperatur ruang uji 35 °C spesimen komposit belum berpengaruh terhadap pelakuan panas pada uji *bending* tersebut maka spesimen komposit pada temperatur ruang uji 35 °C masih sama getasnya dengan spesimen pada temperatur ruang

Pada gambar 10. Temperatur ruang uji 45 °C Foto makro patahan komposit serat batang pisang yang di uji *bending* pada temperatur ruang uji 45 °C terlihat bahwa tidak terjadi patahan tetapi mengalami retakan yang hampir patah, ini membuktikan bahwa spesimen komposit ketika diuji *bending* dengan temperatur ruang uji 45 °C spesimen mengalami perubahan tingkat elastis menjadi tinggi. pada spesimen Terlihat rongga-rongga udara

(*void*) didalam spesimen komposit relatif banyak dengan ukuran *void* sedang disebabkan temperatur tinggi *void* akan mengembang menjadi ukuran besar.

Pada gambar 11. Temperatur ruang uji 55 °C Foto makro patahan komposit serat batang pisang yang di uji *bending* pada temperatur ruang uji 55 °C terlihat bahwa spesimen tidak mengalami patah tetapi mengalami sedikit retakan disebabkan karena spesimen mengalami perubahan tingkat elastis menjadi sangat tinggi pada Temperatur ruang uji 55 °C yang mengakibatkan ikatan antar muka antara resin *polyester* dengan serat batang pohon pisang menjadi kuat dan ulet.

PENUTUP

Kesimpulan

Dari hasil analisa dan pembahasan data pengujian tarik, pengujian *bending* dan foto makro komposit serat batang pisang yang disusun asimetri [45° / - 30° / 45° / - 30°], maka dapat ditarik kesimpulan yaitu:

1. Besar kekuatan tarik komposit serat batang disusun asimetri [45° / - 30° / 45° / - 30°] adalah 11,530 N/mm², sedangkan besar kekuatan *bending*nya adalah 0,151 N/mm².
2. Semakin tinggi temperatur ruang uji pada tarik, kekuatan tarik komposit akan semakin turun. Pada pengujian tarik dengan variasi temperatur ruang uji, komposit mengalami penurunan dari 15,520 N/mm² menjadi 9,502 N/mm². Sedangkan semakin tinggi temperatur ruang uji pada *bending*, kekuatan *bending* akan semakin naik, pada pengujian *bending* dengan variasi temperatur ruang uji, komposit mengalami

kenaikan dari 0,339 N/mm² menjadi 6,215 N/mm².

3. Pada foto makro struktur patahan komposit pada uji tarik dan uji *bending*, semakin tinggi temperatur ruang uji pada tarik spesimen terjadi pembesaran *Void* (rongga udara) dan *pull-out fiber* semakin mendominasi. Sedangkan semakin tinggi temperatur uji pada uji *bending* spesimen tidak mengalami patah tetapi hanya retak atau bisa dikatakan spesimen semakin kuat dan ulet.

4. Saran

Agar bisa diperoleh kekuatan tarik dan kekuatan *bending* komposit serat batang pisang yang optimum diperlukan perbaikan-perbaikan pada faktor-faktor yang mempengaruhinya selama proses pembuatan. Perbaikan yang dapat dilakukan antara lain:

1. Pada proses penyusunan serat harus teliti agar susunan serat pada spesimen merata.
2. Pada proses pencampuran resin dengan katalis dan penuangan resin kedalam cetakan harus merata sehingga dapat meminimalkan terjadinya *void*.
3. Menentukan komposisi resin dan katalis harus tepat karena mempengaruhi kekerasan pada komposit.
4. Pada pengujian tarik dan *bending* temperatur harus benar-benar diperhatikan

5. Ketika melakukan foto makro patahan, pemfokusan kamera terhadap objek harus jelas agar struktur patahan dapat terlihat dan dianalisa.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM. D 3039, 2012, ***Standard Test Method for Tensile Properties of Polymer Matrix Composite Materials***, American Society for Testing and Materials.
- ASTM. D 7264, 2008, ***Standard Test Method for Flexural Properties of Polymer Matrix Composite Materials***, American Society for Testing and Materials.
- Diharjo Kuncoro. **Pengaruh Perlakuan Alkali terhadap Sifat Tarik Bahan Komposit Serat Rami-Polyester.**
- Guo, S.J., Bannerjee, J.R., Cheung, C.W. (2003). ***The effect of laminate lay-up on the flutter speed of composite wings.***
- Lokantara, I, P., 2010, **Pengaruh Panjang Serat Pada Temperatur Uji Yang Berbeda Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Polyester Serat Tapis Kelapa**, Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, Universitas Udayana, Bali.
- Kurniawan, K., 2012, **Uji Karakteristik Sifat Fisis Dan Mekanis Serat Agave *Cantula Roxb* (Nanas) Anyaman 2D Pada Vraksi Berat (40%, 50%, 60%)**, Tugas Akhir S-1, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Mattioni F., Weaver P.M., Friswell M.I. (2008). ***Multistable Composite Plates With Piecewise Variation of Lay-up In The Planform.***
- M. M. Schwartz., 1984, ***Composite Materials Handbook***, McGraw-Hill Book Company, New York.
- Noni Nopriantina (2013). **Pengaruh Ketebalan Serat Pelepah Pisang Kepok (*Musa Paradisiaca*) Terhadap Sifat Mekanik Material Komposit Polyester – Serat Alam.**
- Rendy Dwi W., (2014) **Sifat fisis dan Mekanis Akibat Perubahan Temperatur Pada Komposit polyester Serat Batang Pisang Yang Di-Treatment Menggunakan $KMnO_4$.**