

**PENGARUH PENAMBAHAN KARBON AKTIF PADA KOMPOSIT
SERAT DAUN NENAS DENGAN *MATRIKS POLYESTER* TERHADAP
KEKUATAN MEKANIK MATERIAL**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Guna Memperoleh Gelar Sarjana S1 Teknik
Pada Program Studi Teknik Mesin
Universitas Islam Riau**



Oleh :

**NOBEL SABAR M.P
NPM. 15.331.0821**

**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
PEKANBARU**

2020

PENGARUH PENAMBAHAN KARBON AKTIF PADA KOMPOSIT SERAT DAUN NENAS DENGAN *MATRIKS POLYESTER* TERHADAP KEKUATAN MEKANIK MATERIAL

Nobel Sabar M.P, Dody Yulianto ST.,MT

Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau
Jl. Kaharudin Nasution KM.11 No.133 Perhentian Marpoyan, Pekanbaru
Email : nobelsabarmp@gmail.com

ABSTRAK

Bahan baku serat nenas merupakan salah satu jenis kekayaan sumber daya alam yang belum dapat di manfaatkan secara optimal, sehingga perlu dilakukan penelitian pengembangan teknologi komposit serat alam dengan memanfaatkan serat daun nenas dan resin *polyester*. Adapun tujuan peneliti ini adalah untuk mendapatkan pengaruh variasi karbon aktif terhadap kekuatan tarik dan bending pada material komposit serat daun nenas dan matriks polyester, untuk mendapatkan struktur mikro terhadap penambahan karbon aktif pada komposit serat daun nenas dan matriks polyester. Pada penelitian ini cetakan terbuat dari kaca dengan ketebalan 8mm, panjang 150 mm, dan lebar 100 mm, metode yang digunakan pada pembuatan sampel menggunakan metode *lay out* dengan temperature ruangan dan susunan serat searah, dengan variasi susunan 30% serat daun nenas + 69% matriks + 1% karbon aktif, 30% serat daun nenas + 68,5% matriks + 1,5% karbon aktif, 30% serat daun nenas + 68% matriks + 2% karbon aktif, dan 100% resin *polyester*. Hasil dari penelitian yang telah saya lakukan di dapat kekuatan bending yang tertinggi pada penambahan karbon aktif 1% dengan nilai 33,29 N/mm², dan pada hasil uji tarik di dapat nilai tertinggi pada penambahan karbon aktif 1% dengan nilai 16,75 N/mm². Sedangkan pada pengujian foto makro di dapatkan diameter dan jarak yang tertinggi pada penambahan karbon aktif sebesar 1,5%. Pengaplikasian pada penelitian adalah untuk pembuatan polytank air pada rumah tangga.

Kata kunci : Serat Daun Nenas, *Polyester*, Karbon Aktif

THE EFFECT OF ADDED ACTIVE CARBON ON THE COMPOSITE OF PINEAPPLE LEAF FIBER WITH POLYESTER MATRIX ON THE MECHANICAL STRENGTH OF THE MATERIAL

Nobel Sabar M.P, Dody Yulianto ST.,MT

Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau
Jl. Kaharudin Nasution KM.11 No.133 Perhentian Marpoyan, Pekanbaru
Email : nobelsabarmp@gmail.com

ABSTRAK

Pineapple fiber raw material is one type of natural resource wealth that cannot be utilized optimally, so it is necessary to conduct research on the development of natural fiber composite technology by utilizing pineapple leaf fiber and polyester resin. The purpose of this study was to obtain the effect of variations of activated carbon on the tensile and bending strength of the pineapple leaf fiber composite material and polyester matrix, to obtain the microstructure of the addition of activated carbon to the pineapple leaf fiber composite and polyester matrix. In this study the mold is made of glass with a thickness of 8mm, a length of 150 mm, and a width of 100 mm, the method used in making samples using the lay out method with room temperature and unidirectional fiber arrangement, with variations in the composition of 30% pineapple leaf fiber + 69% matrix + 1% activated carbon, 30% pineapple leaf fiber + 68.5% matrix + 1.5% activated carbon, 30% pineapple leaf fiber + 68% matrix + 2% activated carbon, and 100% polyester resin. The results of the research that I have done have the highest bending strength in the addition of 1% activated carbon with a value of 33.29 N/mm², and the tensile test results obtained the highest value at the addition of 1% activated carbon with a value of 16.75 N/ mm². While in macro photo testing, the highest diameter and distance were obtained with the addition of 1,5% activated carbon. The application in this research is for the manufacture of water polytank in the household.

Keywords: Pineapple Leaf Fiber, *Polyester*, Activated Carbon

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji serta syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT karena atas izin-Nya saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan tepat waktu. Tugas akhir ini merupakan salah satu tugas yang wajib diselesaikan oleh Mahasiswa Teknik Mesin dan juga merupakan persyaratan untuk mendapatkan gelar sarjana di jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.

Tugas akhir yang berjudul "*Pengaruh Penambahan Karbon Aktif Pada Komposit Serat Daun Nenas Dengan Matriks Polyester Terhadap Kekuatan Mekanik Material*" ini bertujuan supaya mahasiswa bisa menganalisa dan menghitung kekuatan komposit untuk menjadi material baru di industri.

Untuk itu dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr. Eng. Muslim, S.T., M.T, Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
2. Bapak Ir. Syawaldi, M.Sc, Selaku Ketua Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
3. Bapak Rafil Arizona, S.T.,M.Eng, Selaku Sekretaris Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
4. Bapak Doddy Yulianto, S.T., M.T, Selaku Dosen Pembimbing Skripsi Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
5. Dosen-dosen di Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau atas ilmu dan dorongannya dalam menyelesaikan Skripsi ini.
6. Kepada Orang tua dan keluarga yang telah mendoakan dan memberikan dorongan moril dan material dalam pembuatan Skripsi ini.
7. Kepada yang terkasih Kristine Santa Tilova Br Nababan yang selalu mendukung dan yang telah mendampingi saya hingga larut malam dalam menyelesaikan skripsi ini.
8. Kepada Nopri Aditiyasa Sibarani, S.H, teman satu atap yang telah bersedia menjadi teman *sharing* penulis sampai kami bisa mendapatkan gelar bersama S.T dan S.H.
9. Kepada Samuel Alfon Riau Satta Tarigan S.T, teman sekelas saya yang telah mengarahkan dan mendukung saya dalam menyelesaikan skripsi penulis.

10. Kepada sahabat-sahabat ataupun teman-teman saya, yang telah mendoakan saya dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan yang terdapat dalam penyusunan tugas akhir ini. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi perbaikan di masa yang akan datang. Akhirnya, penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi semua pihak.

Wa'alaikum salam warahmatullahi wabarakatu

Pekanbaru, Februari 2021

Nobel Sabar M.P

15.331.0821



DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GRAFIK	ix
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Bahan Teknik	6
2.2 Komposit	7
2.2.1 Komposit Serat(<i>Fibrous Composite</i>).....	8
2.2.2 Komposit Laminat(<i>Laminated Composite</i>)	9
2.2.3 Komposit Partikel(<i>Particulate Composite</i>)	10
2.3 Serat Alam(<i>Natural Fiber</i>)	10
2.3.1 Nenas(<i>Ananas Comosus</i>)	13
2.3.2 Serat Daun Nenas	14
2.4 Anyaman	15
2.5 Resin	15
2.5.1 <i>Unsaturated Polyester Resin</i>	15

2.6 Karbon Aktif	19
2.7 Sifat Mekanis	20
2.7.1 Cara Mengolah dan Pembakaran Tempurung Kelapa	20
2.7.2 Penggilingan Arang Kelapa Menjadi Partikel Berukuran Mikro ..	21
2.7.3 Perendaman Karbon Tempurung Kelapa.....	21
2.8 Sifat Mekanis	21
2.8.1 Foto Makro.....	23
2.8.2 Pengujian Kekuatan Tarik.....	24
2.8.3 Pengujian Lengkung (<i>Bending Test</i>)	26
 BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Diagram Alir	29
3.2 Waktu dan Tempat.....	29
3.3 Alat dan Bahan Penelitian.....	29
3.3.1 Alat.....	29
3.3.2 Bahan	33
3.4 Pembuatan Spesimen	35
3.4.1 Tahapan Persiapan Bahan	35
3.4.2 Tahapan Persiapan Alat	35
3.4.3 Tahapan Pembuatan Spesimen	36
3.5 Analisis Data Terhadap Volume Cetakan.....	37
3.6 Data Fraksi Volume Komposisi Komposit	38
3.7 Metodologi Pengumpulan Data	41
3.7.1 Uji Foto Makro	41
3.7.2 Uji Tarik.....	42
3.7.3 Uji Bending.....	42

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Uji Bending.....	44
4.1.1 Hasil Uji Bending.....	44
4.2 Uji Tarik.....	46
4.3 Foto Makro.....	48

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan.....52
5.2 Saran.....52

DAFTAR PUSTAKA.....54

LAMPIRAN.....56



Dokumen ini adalah Arsip Miik :
Perpustakaan Universitas Islam Riau

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Fibrous Composite</i>	8
Gambar 2.2 Komposit Laminat.....	10
Gambar 2.3 Bentuk Penguatan Pada Lamina Ortotropik	12
Gambar 2.4 Orientasi Serat Penguat	12
Gambar 2.5 Serat Daun Nenas	14
Gambar 2.6 Pembakaran Tempurung Kelapa	20
Gambar 2.7 <i>Ball Milling</i>	21
Gambar 2.8 Metode Pengukuran Susunan Bentuk Segitiga	23
Gambar 2.9 Grafik Tegangan - Regangan	25
Gambar 2.10 Pembebanan Lengkung Pada Pengujian Bending.....	27
Gambar 3.1 Cetakan	29
Gambar 3.2 Alat Uji Struktur Makro	30
Gambar 3.3 Mesin Universal Testing <i>Mechine</i> UTM	30
Gambar 3.4 Mesin Universal Testing <i>Mechine</i> UTM	31
Gambar 3.5 Alat Pemotong Spesimen	31
Gambar 3.6 Gelas Ukur	32
Gambar 3.7 Pelapis Cetakan	32
Gambar 3.8 Sarung Tangan	33
Gambar 3.9 Serat Daun Nenas	34
Gambar 3.10 <i>Resin Polyester</i>	34
Gambar 3.11 Karbon Aktif	35
Gambar 3.12 Cetakan Spesimen Komposit	38
Gambar 3.13 Bahan Komposit 1% Karbon	39
Gambar 3.14 Bahan Komposit 1,5% Karbon	40
Gambar 3.15 Bahan Komposit 2% Karbon	41
Gambar 3.16 Spesimen Foto Makro	42
Gambar 3.17 Spesimen Uji Tarik ASTM D 638 - 01	42
Gambar 3.18 (a) Spesimen Uji Bending (b) Proses Pengujian Bending	43
Gambar 4.3.1 Penambahan Karbon Aktif 1%	48
Gambar 4.3.2 Penambahan Karbon Aktif 1,5%	49
Gambar 4.3.3 Penambahan Karbon Aktif 2%	49

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi <i>Unsaturated Polyester Resin Yukalac</i>	16
Tabel 2.2 Sifat Mekanik Dari Beberapa Jenis Material	17
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Bending	44
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Tarik	46



DAFTAR GRAFIK

Grafik 2.9 Grafik Tegangan – Regangan	25
Grafik 4.1 Hubungan Kekuatan Bending Terhadap Fraksi Volume.....	45
Grafik 4.2 Hubungan Kekuatan Tarik Terhadap Fraksi Volume	47
Grafik 4.3 Jarak dan Diameter Partikel Karbon Aktif	50



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia mempunyai kekayaan sumber daya alam, seperti serat alam yang belum dapat dimanfaatkan secara optimal. Sehingga perlu dilakukan penelitian dan pengembangan lebih lanjut, mulai dari penyiapan bahan, teknologi proses sampai proses manufaktur. Pengembangan teknologi komposit dengan memanfaatkan serat alam dan limbah pertanian perkebunan akan membantu mengatasi kelangkaan bahan baku industri otomotif, sekaligus turut mencegah kerusakan lingkungan. Produk-produk komposit ini digunakan untuk bahan baku bangunan, industri, dan otomotif.

Peningkatan kebutuhan akan karbon aktif diakibatkan semakin banyaknya aplikasi karbon aktif dalam bidang industri dan berbagai peralatan bantu manusia. Kegunaan karbon aktif pada bidang industri, antara lain industri obat – obatan, makanan, minuman dan pengolahan air (penjernihan air). Hampir 70% produk karbon aktif digunakan untuk pengolahan air (penjernihan air). Bahan baku yang dapat dibuat menjadi karbon aktif adalah semua bahan yang mengandung karbon, baik tumbuhan, hewan ataupun barang tambang. Seperti jenis kayu, sekam padi, batu bara dan lainnya. Bila dibandingkan dengan bahan diatas, tempurung kelapa adalah bahan yang terbaik menjadi karbon aktif, dikarenakan karbon aktif yang terbuat dari tempurung kelapa memiliki mikropori yang banyak, kadar abu yang rendah, kelarutan dalam air dan reaktivitas yang tinggi.

Komposit merupakan perpaduan dari dua material atau lebih yang memiliki fasa yang berbeda menjadi suatu material yang baru dan memiliki properties lebih baik. Komposit menjadi bahan alternatif pengganti bahan logam, hal ini disebabkan sifat dari komposit serat yang kuat dan mempunyai berat yang lebih ringan dibandingkan logam (Fahmi H, 2011)

Bahan penyusun komposit yang paling utama adalah *matriks* dan bahan penguat. *Matriks* yang biasanya digunakan adalah resin *polyester*, karena memiliki kekurangan yang sifatnya kaku dan rapuh, maka dari itu diberi penguat serat dengan penambahan karbon aktif untuk mengetahui kekuatan dari komposit tersebut. Serat yang dipakai sebagai penguat ada dua macam jenis yaitu serat buatan dan serat alami, serat buatan terdiri dari serat regenerasi, serat semi sintetik, serat sintetik, dan serat anorganik, dari beberapa jenis serat buatan yang sering dipakai adalah nilon, *polyester*, dan serat *glass*. Sedangkan untuk serat alami terdiri dari serat tumbuhan, serat binatang, dan serat galian. Serat alami yang sering dipakai sebagai penguat yaitu tumbuhan pisang, bambu, nenas, kelapa dan lainnya (Aris,2015).

Serat nenas adalah salah satu jenis serat yang berasal dari tumbuhan (*vegetable fibre*) yang diperoleh dari tanaman nenas. Penggunaan serat daun nenas sebagai bahan komposit merupakan salah satu alternatif dalam pembuatan komposit secara ilmiah, dimana serat nenas ini sudah terkenal akan kekuatannya (Fahmi H, 2011).

Hasil penelitian sebelumnya tentang perubahan bobot filler karbon aktif terhadap kuat tarik komposit menunjukkan bahwa kuat tarik komposit karbon aktif lebih rendah, akan tetapi nilai tegangan – regangan maksimum menunjukkan bahwa komposit karbon aktif lebih tinggi dari komposit *polyester* dengan nilai tertinggi pada komposit dengan variasi 1% yaitu nilai tegangan 37,357 N/mm² dengan regangan 12,63×10⁻¹% (Fredy Gustina Putra, 2016). Dan dari hasil penelitian berikutnya yaitu tentang “Pengaruh Orientasi dan Fraksi Volume Serat Daun Nenas (*ANANAS COMOSUS*) Terhadap Kekuatan Tarik Komposit *Polyester* Tak Jenuh” bahwa kekuatan Tarik meningkat pada komposit dengan arah serat searah, dengan semakin meningkatnya fraksi volume serat daun nenas (Paryanto Dwi Setyawan,dkk). Maka dalam penelitian ini peneliti akan memvariasikan jumlah karbon aktif dengan serat daun nenas dan *matriks polyester* untuk mengetahui kekuatan mekanik dari material komposit tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas dapat dirumuskan permasalahan masuk kedalam aspek penelitian yaitu :

1. Bagaimana pengaruh variasi karbon aktif pada komposit serat daun nenas dan *matriks polyester* terhadap kekuatan bending dan tarik.
2. Bagaimana pengaruh variasi karbon aktif pada komposit serat daun nenas dan *matriks polyester* terhadap struktur mikro pada komposit.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui sifat mekanis terhadap pengaruh variasi karbon aktif pada komposit serat daun nenas dan resin polyester.
2. Untuk mendapatkan struktur mikro dengan variasi karbon aktif pada serat daun nenas dan resin polyester.

1.4 Batasan Masalah

Untuk memastikan bahwa masalah yang diteliti tidak menyimpang lebih jauh, penelitian ini diberikan Batasan masalah sebagai berikut:

1. Karbon aktif yang digunakan yaitu arang batok kelapa.
2. Alat yang digunakan untuk mengetahui struktur mikro adalah Olympus/ SZ 1145 TR
3. Pada penelitian ini susunan serat yang digunakan adalah susunan serat dengan arah searah.
4. Pada penelitian ini menggunakan :
 - 100% resin polyester
 - 30% serat daun nenas + 1% karbon aktif + 69% resin polyester
 - 30% serat daun nenas + 1,5% karbon aktif + 68,5 resin polyester
 - 30% serat daun nenas + 2% karbon aktif + 68 resin polyester
5. Pada penelitian ini proses cetakan menggunakan temperature ruangan.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah :

1. Memperluas ilmu pengetahuan dalam pengembangan teknologi komposit serat alam pada khususnya, dan material pada umumnya serta sebagai acuan untuk penelitian lebih lanjut.
2. Memanfaatkan limbah serat daun nenas dalam pembuatan bahan komposit.
3. Mengetahui sifat mekanis yang optimum dari variasi campuran serat daun nenas, karbon aktif, dan *matriks polyester*.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan dalam penulisan tugas proposal ini adalah sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Berisi latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian dan sistematika penulisan

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini membahas teori dasar yang diperoleh dari literatur untuk melandasi dan mendukung penelitian ini. Memberikan pemahaman singkat melalui penjelasan umum, uraian pengertian dan teori.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini membahas tentang waktu dan tempat penelitian, alat dan bahan, dan prosedur dalam pembuatan serta pengujian untuk menganalisis data yang diperoleh.

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisikan hasil penelitian dan pembahasan serta analisa-analisa dari hasil data yang diperoleh.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini membahas kesimpulan dan saran berisikan simpulan dari hasil penelitian dan saran-saran yang dapat mendukung pengembangan dalam penelitian selanjutnya.



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Bahan Teknik

Seorang ahli teknik selalu memperhatikan bahan yang akan di gunakan dalam membuat atau merancang suatu material yang akan di buat. Untuk mendapatkan produk sesuai dengan yang di inginkan maka seorang ahli teknik harus memiliki pengetahuan mengenai klasifikasi dan sifat-sifat bahan yang akan digunakan, seperti berikut adalah bahan-bahan teknik yang digolongkan menjadi 4 bagian yaitu:

a. Komposit

Komposit adalah suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material, dimana sifat mekanik dari material pembentuknya berbeda-beda (Harini dan Sri Endah Susilowati).

b. Logam

Logam adalah sebuah unsur kimia yang siap membentuk ion dan memiliki ikatan logam, logam merupakan salah satu dari tiga kelompok unsur yang dibedakan oleh sifat ionisasi dan ikatan, bersama dengan metaloid dan nonlogam. Logam yang sering digunakan di dalam teknologi permesinan adalah baja, karena baja merupakan logam yang dapat dipakai secara fleksibel dan mempunyai beberapa karakteristik. Logam merupakan material yang kuat tetapi logam juga dapat dibentuk sesuai dengan macam-macam keperluan teknik, logam juga mempunyai kemampuan berdeformasi secara permanen (Iswandi,2015)

c. Polimer

Polimer merupakan senyawa molekul besar berbentuk rantai atau jaringan yang tersusun dari gabungan ribuan hingga jutaan unit pembangun yang berulang. Plastik pembungkus, botol plastik, styrofoam, nilon, dan pipa paralon adalah yang termasuk material polimer. Plastik adalah bahan yang mudah dibentuk dari beberapa polimer selama pabrikan (Iswandi,2015).

d. Keramik

Keramik merupakan material padat anorganik yang bukan logam. Keramik banyak digunakan dalam bidang teknik karena mempunyai kekerasan yang tinggi, tahan air, dan tahan terhadap temperatur yang tinggi (Iswandi,2015).

2.2 Komposit

Komposit terdiri dari dua jenis bahan yaitu penguat dan matriks (Fredy Gustina Putra, 2016). Komposit adalah suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material melalui campuran yang tidak homogen, dimana sifat mekanik dari masing-masing material pembentuknya berbeda. Salah satu keunggulan dari material komposit bila dibandingkan dengan material lainnya adalah penggabungan unsur-unsur yang unggul dari masing-masing unsur pembentuknya. Unsur utama komposit adalah serat. Serat ini menentukan sifat-sifat material seperti kekuatan, keuletan, kekauan, dan sifat mekanik lainnya. Serat menahan Sebagian besar gaya yang bekerja pada komposit, dan matriks mengikat serat dan melindungi serta mentransmisikan gaya diantara serat (Agustina Adi Ermawan, 2018).

Komposit berbeda dengan paduan, paduan adalah kombinasi antara dua bahan atau lebih dimana bahan-bahan tersebut terjadi peleburan, sedangkan komposit adalah kombinasi terekayasa dari dua atau lebih bahan yang mempunyai sifat-sifat kombinasi sistematis pada kandungan-kandungan yang berbeda. Maka dapat disimpulkan bahwa bahan komposit adalah suatu jenis bahan baru hasil rekayasa yang terdiri dari dua atau lebih bahan, dimana sifat masing-masing bahan berbeda satu dengan yang lainnya, baik itu sifat kimia maupun fisika. Bahan komposit mempunyai beberapa kelebihan dibandingkan dengan bahan konvensional, beberapa kelebihan tersebut antara lain sifat mekanik dan fisik yang baik, mudah dibentuk dan biaya produksi yang murah (Nasmi Herlina Sari,2012).

Sehingga komposit berdasarkan penguat yang digunakan dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

2.2.1 Komposit Serat (*Fibrous Composite*)

Komposit serat (*Fibrous Composite*), yaitu komposit yang terdiri dari serat dan *matriks* yang di produk secara fabrikasi, misalnya serat ditambah resin sebagai bahan perekat seperti gambar 2.1. Jenis material komposit yang hanya terdiri dari satu laminasi atau satu lapisan dengan serat atau beton bertulang serat. *Fiber* yang digunakan bisa berupa *glass fibers*, *carbon fibers*, *aramid fiber (poly aramid)*. *Fiber* ini dapat disusun secara acak (*Chopped Strand Mat CSM*) maupun dengan orientasi tertentu, bahkan bisa juga dalam bentuk yang lebih kompleks seperti anyaman.



Gambar 2.1 Lapisan Komposit (sumber :Iswandi, 2015)

Sebagai contoh, FRP (*Fiber reinforce plastic*) plastic yang diperkuat dengan serat yang sering disebut *fiber glass*. Pada umumnya komposit mengandung serat, baik serat pendek maupun serat panjang yang dibungkus dengan *matriks*. Fungsi daripada serat adalah untuk menahan bahan yang diberikan, sedangkan fungsi *matriks* adalah membungkus serat sekaligus melindungi dari kerusakan baik mekanis maupun kimia. Aplikasi dan pemakaian komposit yang diperkuat dengan serat secara luas dipakai pada industri otomotif, industri kapal terbang, dan industri rumah tangga. Hal ini menunjukkan perkembangan pesat dari material komposit, karena komposit mempunyai sifat yang memiliki ketahanan baik terhadap air dan zat kimia

seperti tidak dapat berkarat, anti rayap, dan tahan lembab (Iswandi,2015). Berikut adalah komposit berdasarkan serat:

a. Komposit Serat Pendek

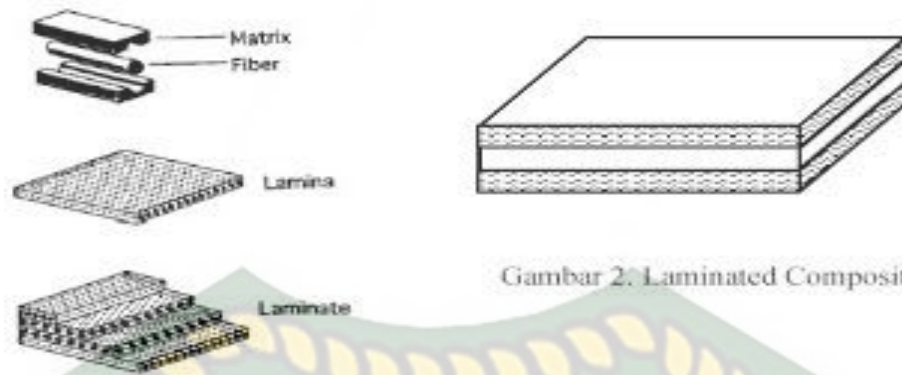
Komposit yang diperkuat oleh serat pendek pada umumnya menggunakan resin sebagai matriksnya dengan perbandingan antara panjang dan diameternya < 100 mm (Derek Hull, 1981, Iswandi, 2015).

b. Komposit Serat Panjang

Secara teoritis, serat panjang dapat mentransfer beban atau tegangan dari tempat penggunaan. Dalam praktiknya, hal ini tidak mungkin dilakukan dalam produksi komposit serat panjang variable, karena kekuatan tarik melebihi panjang tersebut mungkin tidak dapat dilakukan. Perbedaan antara serat panjang dan pendek adalah bahwa serat pendek secara tidak langsung dibebani dengan kekuatan atau kelemahan matrik. Ini menentukan karakteristik produk komposit. Ini jauh lebih kecil daripada ukuran yang ditemukan pada serat panjang. Keistimewaan serat panjang adalah lebih mudah diorientasikan jika dibandingkan dengan serat pendek (Iswandi).

2.2.2 Komposit Laminat (*Laminated Composites*)

Komposit laminat (*Laminated Composites*), merupakan jenis material komposit yang menggabungkan dua tau lebih lapisan menjadi satu, dan setiap lapisan memiliki sifat uniknya sendiri-sendiri. Komposit ini terdiri dari lapisan serat dan *matriks*, yaitu lapisan yang diperkuat oleh resin dan sering digunakan sebagai bajan bangunan seperti pada gambar 2.2. Pada umumnya manipulasi makroskopis yang dilakukan yaitu material yang tahan terhadap korosi, kuat dan tahan terhadap temperetur sesuai yang kita inginkan.



Gambar 2: Laminated Composites

Gambar 2.2 Komposit Laminat (sumber :Iswandi, 2015)

2.2.3 Komposit Partikel (*Particulate Composite*)

Komposit Partikel (*Particulate Composite*), merupakan komposit yang terdiri dari partikel dan *matriks* berupa butiran (batu, pasir) yang mengandung bahan penguat berbentuk partikel atau serbuk (I Gede Mahayatra, dkk). Yang disebut komposit adalah campuran dari dua atau lebih material tetapi tidak ada interaksi antara permukaan dan tidak efek sinergis. Contoh lain dari komposit partikel adalah WPC (*Wood Plastic Combination*) yaitu partikel kayu hasil buangan kayu yang diikat dengan plastik resin, dan apabila partikel kayu tersebut diikat dengan resin saja maka *particulate* komposit ini yang disebut dengan Partikel *Board* (PB) yang sering kita jumpai sebagai bahan peredam suara atau bahan pelapis dinding (Iswandi, 2015).

2.3 Serat Alam (*Natural Fiber*)

Serat alam (*natural Fibre*) adalah jenis-jenis serat sebagai bahan baku industri tekstil atau lainnya yang diperoleh langsung dari alam. Serat alam dapat diklasifikasikan menjadi beberapa kelompok, yaitu serat yang berasal dari binatang (*animal fibre*), bahan tambang (*mineral fibre*) dan serat tumbuhan (*vegetable fibre*) (Pratikno Hidayat).

Pemakaian serat sebagai penguat dalam suatu bahan komposit harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

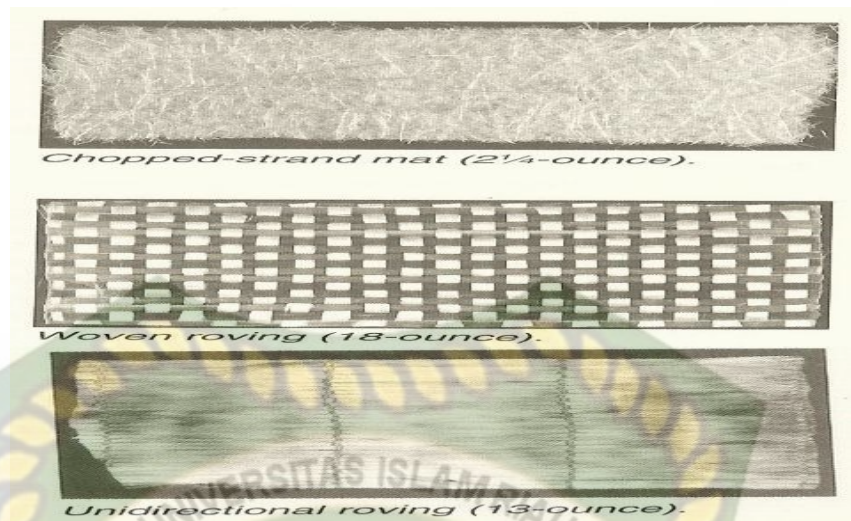
- Memiliki kekuatan lentur dan modulus elastik yang tinggi.
- Perbedaan kekuatan diantara serat-serat tunggal harus rendah.
- Mampu menerima perubahan dari *matriks* dan menerima gaya yang bekerja.

Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi kekuatan komposit adalah sebagai berikut:

1. Orientasi Serat

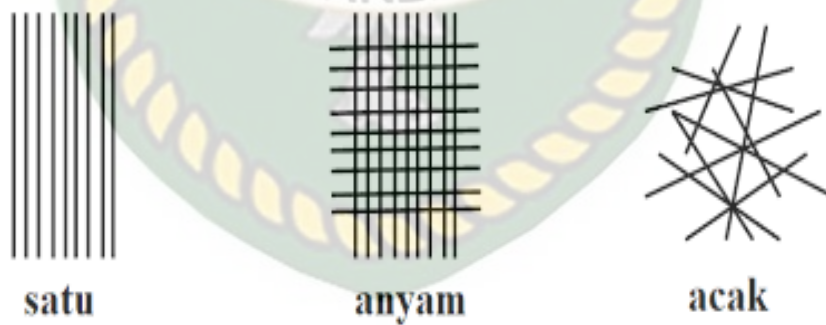
Orientasi serat menentukan kekuatan mekanik komposit dan arah memaksimalkan kekuatannya. Ada tiga jenis orientasi serat yaitu penguat satu dimensi, dua dimensi dan tiga dimensi. Jenis yang diperkuat serat satu dimensi memiliki kekuatan komposit maksimum dan modulus elastisitas searah orientasi sumbu serat, serat diperkuat dua dimensi menunjukkan kekuatan yang berbeda di setiap arah orientasi serat. Sedangkan jenis penguat tiga dimensi adalah isotropik, artinya komposit akan memiliki kekuatan yang sama pada setiap titik (Iswandi, 2015).

Contoh bentuk CSM (*random chooped strand mat*) pada komposit disebut *isotropik*, sedangkan pada bentuk anyaman (*woven roving*) yang menunjukkan sifat berbeda pada setiap titik maka material ini disebut *anisotropik*. Komposit dengan sistem *woven roving* menunjukkan bahwa kekuatan pada arah serat lebih besar daripada yang tidak searah dengan serat tersebut, sifat ini juga dipengaruhi fraksi volume serat seperti pada gambar 2.3. Untuk anyaman satu arah (*alignment*) kekuatan tariknya lebih besar pada arah serat dibandingkan dengan arah tegak lurus terhadap serat (Iswandi).



Gambar 2.3 Bentuk penguatan pada lamina ortotropik (sumber :Iswandi, 2015)

Pada penguatan tiga dimensi sifat-sifat mekanik setiap arahnya adalah sebanding dengan jumlah serat per volumenya yang diorientasikan pada arah serat. Jika orientasi serat menjadi lebih acak, maka sifat mekanis pada setiap arah menjadi lebih rendah. Pada penguatan satu dimensi serat disusun secara searah sedangkan pada dua dimensi susunan serat dengan sudut 90° . Susunan serat secara acak dijumpai pada penguatan tiga dimensi seperti gambar 2.4.



Gambar 2.4 Orientasi serat penguat (sumber :Iswandi, 2015)

2. Panjang Serat

Tidak hanya diameter serat yang mempengaruhi sifat mekanik komposit, panjang serat juga dapat mempengaruhi sifat mekanik komposit. Bila panjang serat komposit menurun, kekakuan (*stiffness*) dan efek penguatan (*reinforcing effect*) juga akan menurun.

Serat yang panjang dapat mengirimkan suatu beban atau tegangan yang digunakan dari titik penerapan ketitik reaksi melalui lintasan beban yang bersambung (Fahmi H,2011).

3. Letak Serat

Dalam pembuatan komposit tata letak dan arah serat dalam matrik akan menentukan kekuatan mekanik komposit, dimana letak dan arah dapat mempengaruhi kinerja komposit (Fahmi H,2011).

2.3.1 Nenas (*Ananas Comosus*)

Tanaman nenas dapat tumbuh pada iklim yang basah maupun kering, nenas telah dibudidayakan secara luas khususnya di Kalimantan Barat, pada umumnya tanaman nenas toleran terhadap kekeringan serta memiliki kisaran curah hujan yang luas, sekitar 1000-1500 mm/tahun. Suhu yang sesuai untuk budidaya tanaman nenas adalah 23°C – 32°C, tetapi nenas juga dapat hidup dilahan yang bersuhu rendah sampai 10°C.

Kulit nenas mengandung 81,71% air, 20,87% serat, 17,53% karbohidrat termasuk gula reduksi sebesar 13,65% dan 4,41% protein (Pramono Putro Utomo). Bagian utama yang dapat bernilai ekonomi dari tanaman nenas adalah buahnya. Selain dikonsumsi buah nenas yang segar juga dapat diolah menjadi berbagai macam makanan dan minuman, dan juga bermanfaat bagi kesehatan tubuh manusia.

2.3.2 Serat Daun Nenas

Serat daun nenas (*pineapple-leaf fibres*) merupakan salah satu jenis serat yang berasal dari tumbuhan (*vegetable fibre*) yang diperoleh dari daun tanaman nenas. Di Indonesia tanaman nenas sudah banyak di budidayakan, terutama di pulau Jawa dan Sumatra. Daun nenas mempunyai lapisan luar yang terdiri dari lapisan atas bawah, diantara lapisan tersebut terdapat banyak ikatan atau helai-helai serat yang terikat satu dengan yang lain oleh sejenis zat perekat (*gummy substances*) yang terdapat di dalam daun (Dody Yulianto,).

Dari berat daun nenas yang masih segar akan menghasilkan kurang lebih 2,5 – 3,5% serat daun nenas. Pengambilan serat daun nenas pada umumnya dilakukan pada usia berkisar antara 1 – 1,5 tahun, serat tanaman nenas yang masih muda pada umumnya tidak panjang dan kurang kuat sedangkan serat nenas yang terlalu tua dan yang tumbuh di alam terbuka dengan intensitas matahari yang cukup tinggi akan menghasilkan serat yang pendek, kasar, dan getas. Oleh sebab itu, untuk mendapatkan serat yang kuat, halus dan lembut dilakukan pemilihan daun nenas yang cukup dewasa (Iswandi,2015).



Gambar 2.5 Serat daun nenas (sumber :Iswandi, 2015)

2.4 Anyaman

Anyaman sering dibuat dari bahan yang berasal dari serat tumbuhan dan plastik. Anyaman adalah serat yang dirangkai sehingga membentuk suatu benda yang kaku, atau dapat didefinisikan proses penyilangan bahan dari tumbuhan untuk dijadikan satu rumpun yang kuat sehingga dapat digunakan. Bahwa tumbuhan yang dapat dianyaman adalah lidi, mengkuang, jut, akar, rotan dan lain sebagainya. Selain bahan matriks dan serat, pola anyaman dapat mempengaruhi kekuatan komposit. Berikut adalah model pola anyaman yang dikembangkan yaitu anyaman polos (*plain*), basket, *satin*, *twill* dan kombinasinya. Ada tiga dasar anyaman yang banyak digunakan yaitu *plain*, *twill*, dan *satin* dengan beberapa variasi.

Anyaman plain merupakan anyaman paling sederhana dan paling banyak di pakai. Anyaman ini mempunyai tingkat kesulitan pembuatan yang kecil dibandingkan dengan jenis anyaman lainnya dan memiliki jumlah silangan paling banyak. Selain itu, anyaman plain sering dikombinasikan dengan beberapa faktor konstruksi yang lain (Abd. Kadir, dkk).

2.5 Resin

Resin berfungsi mengikat laminat dan laminat dengan pengisi (*core*). Kekuatan tarik resin harus lebih tinggi dari pada kekuatan bending agar antara *skin* dan *core* sulit terjadi delaminasi. Resin juga harus mempunyai ketahanan terhadap bahan kimia dan panas supaya daya perekat tidak mudah rusak. Resin dapat digolongkan menjadi dua yaitu *thermoplastik* dan *thermosetting* (Surya Adi Irianto).

2.5.1 Unsaturated Polyester Resin

Resin ini merupakan jenis *thermosetting* atau yang sering dengan resin *polyester*. *Polyester* merupakan resin cair yang memiliki viskositas relatif rendah. Resin ini memiliki sifat pengawetan pada suhu kamar dengan menggunakan katalis

tanpa menghasilkan gas selama pengawetan awal. Sifat dari resin *polyester* sendiri adalah kaku dan rapuh.

Sifat termal dari resin *polyester*, memiliki suhu yang lebih rendah dibandingkan resin lainnya karena memiliki banyak monometer stiren dan memiliki katahanan panas kira-kira 110°–140°C. *Polyester* juga memiliki katahanan dingin dan sifat penghantar listrik yang baik dibandingkan resin lainnya dan pada umumnya resin *polyester* sangat kuat terhadap asam kecuali sam pengoksid, akan tetapi sangat lemah terhadap alkali.

Bila dimasukkan dalam air mendidih dalam waktu yang lama (300 jam), bahan akan pecah atau retak. Resin ini memiliki ketahanan retak yang sangat baik, susut yang relative kecil selama pengeringan, tahan cuaca, tahan lembab dan sangat baik bila terkena sinar ultraviolet di luar ruangan.

Namun, sinar matahari dapat merusak permukaan selama beberapa tahun. Resin ini digunakan dalam konstruksi sebagai bahan bangunan komposit. Suhu optimal resin ini adalah 80-130°C (Surya Adi Irianto, 2016).

Tabel 2.1 Spesifikasi *Unsaturated Polyester Resin* Yukalac 157 **BQTN**

Item	Satuan	Nilai	Catatan
Berat jenis	g/cm ³	1,215	25°C
Suhu distorsi panas	°C	70	
Penyerapan air	%	0,188	1 hari
Suhu ruangan	%	0,446	7 hari
Kekuatan fleksural	Kg/mm ²	9,4	
Modulus fleksural	Kg/mm ²	300	

Daya rentang	Kg/mm ²	5,5
Modulus rentang	Kg/mm ²	300
Elongasi	%	1,6

Sumber: (PT Justus Kimiaraya, 2019)

Tabel 2.2 Sifat mekanik dari beberapa jenis material

Type (<i>acronym</i>)	Tensile Yield Strength		Elongation %	Flexural Strength		Tensile Modulus Of Elasticity		Impact Strength		Density	
	Ksi	(Mpa)		Ksi	(Mpa)	Ksi	(Gpa)	Ft lb/in	(J/m)	lb/in ³	(sps.gr)
Polytetrafluoroethylene (PTFE)	4,5	31	300	-	-	51	0,35	3	88	0,08	2,2
Polybutylene terephthalate (PBT)	8	55	150	12	83	-	-	0,8	23,6	0,05	1,31
Polysulfone (PSU)	16,2	70	75	15,4	106	360	2,48	1,3	38,3	0,04	1,24
Polymethylmethacrylate (PMMA)	10,5	72	5	16	110	425	2,93	0,3	8,8	0,043	1,19

Polyamide-imide (PAI)	26	179	15	30	207	750	5,17	2,5	73,7	0,05	1,4
Phenolic (PF)	10	69	<1	11	76	1050	7,3	0,35	10,3	0,05	1,4
Polyimide (PI)	13	90	4	18	124	630	4,3	0,75	22	0,05	1,43
Epoxy (EP)	10,5	72	4	16	110	450	3,1	0,3	8,8	0,04	1,15
Polystyrene (PS)	7,5	51,7	1,5	12,5	86	480	3,3	0,3	8,8	0,04	1,05
Polyethylene (PE)	1,9	13	600	-	-	24	0,16	-	-	0,034	0,9
Polyvinylchloride (PVC)	6,5	44,8	6	13	89	375	2,6	4	118	0,054	1,44
Polyester (UP)	9,4	40	1,6	5,5	60	300	17,5	0,4	10,6	0,034	1,1
Acrylonitrile butadiene styrene	8	55	12	11	76	335	2,3	3	88	0,04	1,05

(ABS)											
---------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Jenis/Sifat	Berat Jenis
	1,698 gr/cm ³
Serat tebu	0,36 gr/cm ³
Serat pohon kelapa	1,36 gr/cm ³

Sumber : Kenneth G.Budinsky

2.6 Contact Molding/ Hand Lay Up

Hand lay up adalah metode yang paling sederhana dan merupakan proses dengan metode terbuka dari proses fabrikasi komposit. Adapun proses dari pembuatan dengan metode ini adalah dengan cara menuangkan resin dengan tangan ke dalam serat berbeneteuk anyaman,rajuan atau kain, kemudian memberi tekanan sekaligus meratakannya menggunakan rol atau kuas. Proses tersebut dilakukan berulang-ulang hingga ketebalan yang diinginkan tercapai. Pada proses ini resin langsung berkontak dengan udara dan biasanya proses penjjakan dilakukan pada temperature kamar.

Kelebihan dari *Hand Lay Up* :

1. Mudah dilakukan
2. Cocok digunakan untuk komponen yang besar
3. Volume rendah

Pada metode *hand lay up* ini resin yang paling banyak digunakan adalah *polyester* dan *epoxies*.

2.7 Karbon Aktif

Karbon aktif merupakan padatan berpori yang mengandung 85% - 95% karbon. Bahan yang mengandung unsur karbon dapat menghasilkan karbon aktif dengan cara memanaskannya pada suhu yang tinggi. Pori-pori yang terdapat dalam karbon aktif dapat dimanfaatkan sebagai agen penyerap (adsorben). Karbon aktif banyak digunakan dalam proses pemurnian air, baik dalam proses produksi air minum maupun dalam penanganan limbah (Singih Hartanto,2010).

2.7.1 Cara Mengolah dan Pembakaran Tempurung Kelapa

Tempurung kelapa yang sudah ada, dibersihkan serabut dari batoknya dengan cara dikupas. Kemudian pecahkan batok kelapa yang sudah bersih dan buiat batok kelapa menjadi lebih kecil untuk memudahkan proses pembakaran. Selanjutnya batok kelapa dijemur kurang lebih satu hari untuk mengurangi kadar air pada batok kelapa. Pembakaran batok kelapa melibatkan proses pirolisis, yaitu pembakaran batok kelapa yang tidak sempurna. Selama pirolisis, energi panas mempercepat oksidasi, sehingga Sebagian besar molekul karbon kompleks dipecahkan menjadi karbon atau arang (Fredy Gustina Putra, 2016).

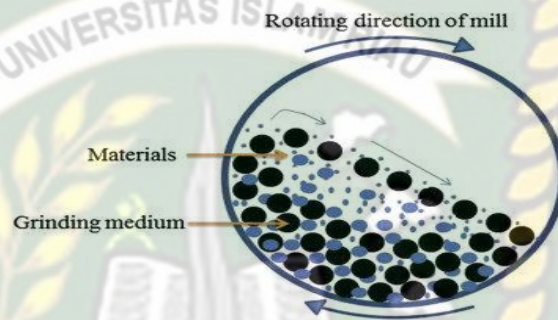


Gambar 2.6 Pembakaran Tempurung Kelapa

(Sumber :Fredy Gustina Putra, 2016)

2.7.2 Penggilingan Arang Kelapa Menjadi Partikel Berukuran Mikro

Dalam proses pemurnian untuk membuat karbon, batok kelapa digerus hingga pecah menjadi butiran-butiran kecil dengan mesh 20. Kemudian untuk mendapat ukuran yang lebih kecil kita dapat menggunakan ball milling untuk menggiling karbon tempurung kelapa hingga diatas ukuran mesh yaitu 200 atau sekitar 8 μm sampai 50 μm (Fredy Gustina Putra, 2016).



Gambar 2.7 Ball Milling (sumber :Fredy Gustina Putra, 2016)

2.7.3 Perendaman Karbon Tempurung Kelapa

Pada metode ini mikro karbon tempurung kelapa dicelupkan kedalam gelas keramik menggunakan larutan NaOH selama 12 jam. Setelah 12 jam, pisahkan dengan mengumpulkan larutan NaOH menggunakan injeksi sampai larutan NaOH benar-benar habis, kemudian dijemur sekitar 4 jam (Fredy Gustina Putra, 2016).

2.8 Sifat Mekanis

Sifat mekanik material merupakan salah satu faktor terpenting yang mendasari pemilihan bahan dalam suatu perancangan. Sifat mekanik dapat diartikan sebagai respon atau perilaku material terhadap pembebanan yang diberikan. Pada

kenyataannya beban pada suatu material dibedakan menjadi dua jenis yaitu beban statis dan beban dinamis. Satu-satunya perbedaan antara keduanya terletak pada fungsi waktu, dimana beban statis tidak dipengaruhi oleh fungsi waktu, sedangkan beban dinamis dipengaruhi oleh fungsi waktu.

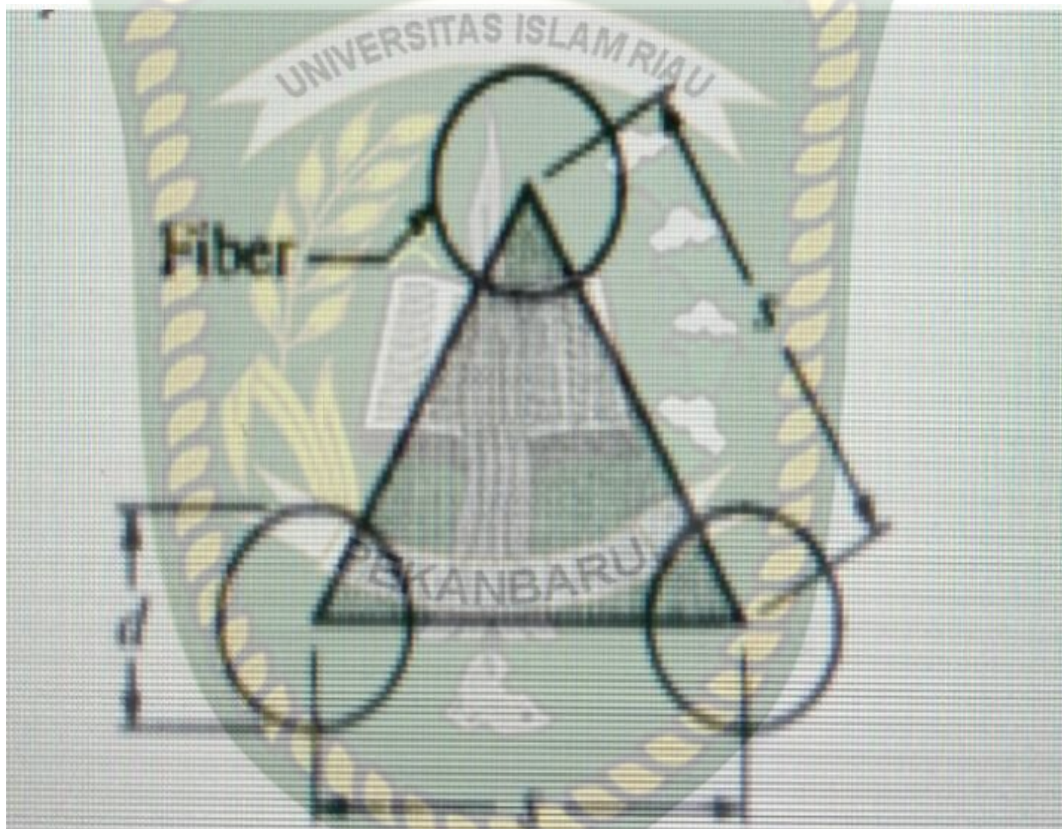
Untuk mendapatkan sifat mekanik material, biasanya dilakukan pengujian mekanik. Pengujian mekanik pada dasarnya bersifat merusak (*destructive test*), dari pengujian akan dihasilkan kurva atau data yang mencirikan keadaan atau kualitas dari material tersebut. Spesimen yang akan di uji di buat dalam bentuk sampel kecil atau specimen. Pengujian yang tepat hanya dapat diperoleh dengan bahan uji yang memenuhi aspek akurasi pengukuran, kapasitas mekanik, kualitas atau jumlah cacat bahan, dan akurasi pembuatan benda uji.

Berikut adalah beberapa sifat-sifat mekanik antara lain: ketangguhan, kelenturan, keuletan, kekuatan tarik, ketahanan, kekerasan, ketahanan aus, kekuatan dampak, kekuatan mulur, kekuatan leleh dan sebagainya (Iswandi, 2015). Adapun beberapa sifat mekanik yang harus diperhatikan adalah:

- Kekuatan yaitu besarnya tegangan untuk mendeformasi material atau kemampuan material untuk menahan deformasi.
- Tegangan yaitu gaya yang diserap oleh material selama berdeformasi persatuan luas.
- Kekuatan luluh yaitu, besarnya tegangan yang dibutuhkan untuk mendeformasi plastis.
- Ketangguhan yaitu, besar energi yang diperlukan sampai terjadi perpatahan.
- Kekuatan tarik adalah kekuatan maksimum yang berdasarkan pada ukuran mula.
- Kekerasan yaitu kemampuan material menahan deformasi plastis lokal akibat penetrasi pada permukaan.
- Keuletan yaitu besar deformasi plastis sampai terjadi patah.
- Regangan yaitu perbandingan antara pertambahan panjang terhadap panjang mula-mula.

2.8.1 Foto Makro

Salah satu faktor kunci dalam komposisi ultrastruktur komposit adalah karakteristik fraksi volume dan fraksi berat dari berbagai bahan penyusunnya. Untuk mengetahui fraksi volume bahan penyusun komposit, proses hasil macrophotograph dan pendekatannya menggunakan bentuk geometris seperti segitiga. Fraksi volume partikel untuk susunan segitiga dapat dihitung dengan mmebagi luas area lingkaran yang tertutup pada segitiga dengan luas segitiga (Fredy Gustina Putra, 2016).



Gambar 2.8 Metode Pengukuran Susunan Bentuk Segitiga (Fredy Gustina Putra, 2016)

Pada model segitiga, diameter dan jarak partikel karbon pada foto makro dapat dihitung dalam cm menggunakan Mr. Ward. Formulasi hubungan panjang ukur dapat dirumuskan sebagai berikut :

a) Rumus menghitung jarak partikel = $\frac{2,02 \times Z}{L_o} = \frac{L_{word}}{L_{mikro}}$

$$b) \text{ Rumus Menghitung Diameter} = \frac{2,02 \times Z}{L_o} = \frac{d_{word}}{D_{mikro}}$$

Dimana :

2,02 (skala ukuran Ms.Word) = panjang 500 μm dari hasil foto dino lite dikonversi ke Ms Word (cm)

Z = perbesarn hasil foto makro

L_o = Panjang skala sebenarnya foto dino lite (500 μm)

L_{word} = jarak partikel dalam Ms Word (cm)

L_{mikro} = jarak partikel sebenarnya (μm)

D_{word} = diameter partikel dalam Ms Word (cm)

D_{mikro} = diameter partikel sebenarnya (μm)

2.8.2 Pengujian Kekuatan Tarik

Pengujian tarik merupakan pengujian yang sering digunakan untuk menentukan sifat-sifat mekanis dari suatu material seperti tegangan maksimal, tegangan luluh dan tegangan. Benda uji yang digunakan adalah benda uji padat dan silindris, sebagian berupa lembaran pelat atau pipa. Kemudian specimen dicekam diantara kedua penjepit pada mesin uji tarik dimana mesin tersebut dilengkapi dengan berbagai control sehingga specimen dapat diuji pada laju peregangan dan temperatur yang berbeda (Iswandi, 2015).

Kekuatan tarik adalah ketahanan suatu bahan terhadap beban yang bekerja pada bahan yang menyebabkan bahan tersebut putus tarik (Supardi, 1999). Beban yang bekerja pada specimen serta perubahan panjang yang terjadi akibat beban, semuanya dicatat pada suatu diagram grafik. Diagram grafik tersebut dinamakan grafik tegangan regangan seperti pada gambar di bawah.



Gambar 2.9 Grafik Tegangan-Regangan
 (Sumber :Iswandi, 2015)

Dengan menggunakan diagram, kita dapat meneliti apa yang terjadi apabila batang uji tersebut diregangkan secara berangsur-angsur dari uji tarik suatu material. Dimana sumbu horizontal adalah sumbu perpanjangan batang akibat gaya yang meregangkan dan dinyatakan dalam (%), sumbu yang garisnya vertical adalah sumbu gaya peregangan yang dinyatakan dalam persen (N/mm^2). Dari keterangan diatas dapat di tulis persamaan yang berlaku (Iswandi, 2015).

Besarnya harga tegangan:

$$\sigma = \frac{F}{A_0} \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana:

σ = Tegangan (MPa)

F = Beban tarik (N)

A_0 = Luas penampang awal (m^2)

ϵ = Regangan (%)

L_0 = Panjang awal (mm)

L_1 = Panjang akhir (mm)

2.8.3 Pengujian Lengkung (*Bending Test*)

Uji bending adalah tegangan bending maksimum yang dapat ditoleransi oleh beban eksternal tanpa menyebabkan deformasi atau kerusakan. Dengan pengujian bending, bagian atas spesimen akan mengalami tekanan, dan bagian bawah akan mengalami tegangan tarik. Kegagalan yang akan terjadi dari pengujian bending pada komposit adalah, komposit akan mengalami kerusakan secara fisik (Iswandi, 2015).

Besarnya kekuatan bending ditentukan berdasarkan jenis material dan pembebanan. Dalam pengujian ini standar yang digunakan adalah ASTM D790. Tegangan bending dan modulus elastisitas bending dapat ditentukan dengan persamaan awal sebagai berikut:

Tegangan bending (σ_b)

$$\sigma_b = \frac{2PL}{2bd^2} \dots\dots\dots (2.4)$$

Menentukan Elastisitas *bending* (E_b) :

$$E_b = \frac{L^3 P}{4bd^3 \delta} \dots\dots\dots (2.5)$$

Dimana :

σ_b = Tegangan *bending* (MPa)

P = Beban (N)

E_b = Modulus elastisitas bending (MPa)

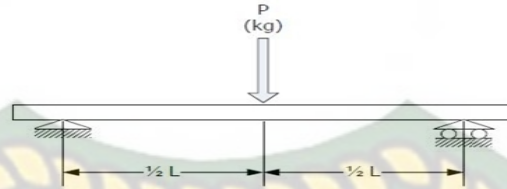
δ = Defleksi (N/mm)

L = Panjang Span/jarak antara titik tumpuan,

L_0 = Panjang specimen

b = Lebar specimen

d = Tebal specimen

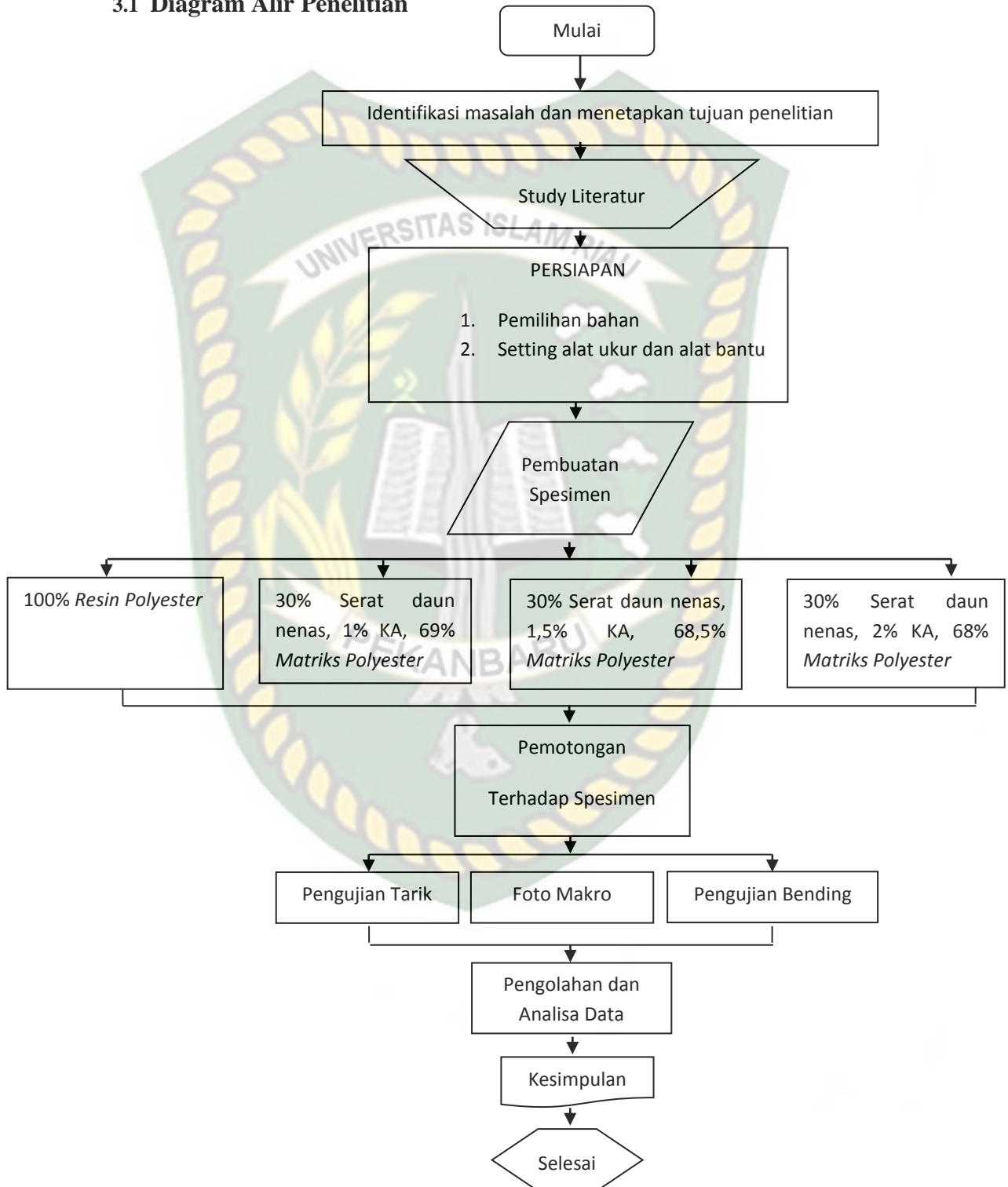


Gambar 2.10 Pembebanan lengkung pada pengujian bending (sumber :Iswandi, 2015)

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian



3.2 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan di laboratorium teknik mesin Universitas Islam Riau Pekanbaru, Penelitian ini dilaksanakan selama satu bulan, yang berlangsung pada bulan Agustus 2020 sampai September 2020.

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini untuk mendapatkan data-data yang dibutuhkan, dan peralatan serta bahan untuk pengerjaannya:

3.3.1 Alat

Alat yang digunakan untuk membuat sampel pengujian sebagai berikut:

1. Cetakan

Cetakan terbuat dari kaca dengan ketebalan 8 mm, panjang 150 mm, dan lebar 100 mm. Cetakan ini berfungsi sebagai alat proses pencetakan dan pencampuran bahan antara *matriks polyester*, serat daun nenas dan karbon aktif agar didapat specimen yang sesuai dengan standar dan dapat di uji.



Gambar 3.1 Cetakan

2. Alat Foto Makro



Gambar 3.2 Alat Uji Struktur Makro

3. Alat pengujian *bending*

Pengujian spesimen ini dilakukan dengan pengujian bending untuk mengetahui kualitas material serta mengukur kekuatan material akibat pembebanan. Seperti pada gambar dibawah :



Gambar 3.3 Mesin Universal Testing Mechine (UTM)

4. Alat pengujian tarik

Pengujian specimen ini dilakukan dengan pengujian tarik untuk mengetahui elastisitas material dan kekuatan material akibat dari beban tarik ketika akan dibentuk.



Gambar 3.4 Mesin Universal Testing Mechine (UTM)

5. Alat pemotong specimen (gergaji/mesin gerinda)

Gergaji atau mesin gerinda berfungsi sebagai pemotong specimen agar sesuai dengan standar pengujian.



Gambar 3.5 Alat pemotong spesimen

6. Alat-alat pendukung pembuatan specimen

a. Gelas Ukur

Gelas ukur digunakan sebagai wadah *matriks polyester*.



Gambar 3.6 Gelas Ukur

b. Wax

Wax berfungsi sebagai pelapis cetakan agar material yang sudah jadi dapat lebih mudah dilepaskan dari cetakan.



Gambar 3.7 Pelapis Cetakan

c. Sarung Tangan

Sarung tangan digunakan untuk melindungi tangan dari kontak langsung dengan zat kimia pada *matriks*.



Gambar 3.8 Sarung Tangan

d. Alat bantu lainnya

Terdiri dari pisau, gunting, jangka sorong, stopwatch, dan spidol.

3.3.2 Bahan

Bahan yang digunakan untuk melakukan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Anyaman serat daun nenas

Pada penelitian ini peneliti membeli anyaman serat daun nenas yang telah di anyaman dan dapat digunakan langsung dalam penelitian.



Gambar 3.9 Serat daun nenas (Sumber :Iswandi, 2015)

2. Resin Polyester

Pada penelitian ini resin yang digunakan adalah resin/*matriks polyester* dengan seri *Yucalac 157 BQTN* – ex. Katalis peroksid Mekpo.



Gambar 3.10 Resin Polyester (Sumber :Iswandi 2015)

3. Karbon Aktif

Karbon aktif yang digunakan pada penelitian ini adalah adalah karbon aktif yang terbuat dari tempurung kelapa dan telah diolah sehingga menjadi karbon aktif dan siap untuk digunakan.



Gambar 3.11 Karbon Aktif

3.4 Pembuatan Sepesimen

Adapun pembuatan specimen komposit menggunakan tiga perbandingan komposisi bahan yaitu :

- a) 100% resin *polyester*
- b) 30% Serat Daun Nenas + 1% Karbon Aktif + 69% *Matriks polyester*
- c) 30% Serat Daun Nenas + 1,5% Karbon Aktif + 68,5% *Matriks Polyester*
- d) 30% Serat Daun Nenas + 2% Karbon Aktif + 68% *Matrik Polyester*

3.4.1 Tahapan Persiapan Bahan

1. Siapkan *resin polyester*, serat daun nenas, karbon aktif
2. Siapkan cetakan

3.4.2 Tahapan Persiapan Alat

1. Siapkan alat cetakan specimen yang berbahan kaca
2. Siapkan alat pemotong specimen
3. Siapkan wadah pencampuran resin, serat daun nenas, dan karbon aktif

3.4.3 Tahapan Pembuatan Spesimen

Berikut adalah langkah-langkah dalam pembuatan spesimen pada penelitian ini adalah :

1. Membuat cetakan dari kaca dengan ukuran panjang 150 mm, lebar 100 mm, tinggi 8 mm.

Berdasarkan cetakan yang digunakan kita dapat menghitung volume cetakan (V_c) sebagai berikut :

$$\begin{aligned} V_c &= \text{Panjang} \times \text{Lebar} \times \text{Tinggi} \\ &= 18 \text{ cm} \times 10 \text{ cm} \times 0,8 \text{ cm} \\ &= 144 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

Berdasarkan massa jenis serat daun nenas dan *matriks polyester* dapat dihitung :

$$\rho = \frac{m}{v}$$

Keterangan :

ρ = Massa jenis (kg/m^3)

m = Massa (Kg atau gr)

V = Volume (m^3 atau cm^3)

Untuk menghitung persentase berat serat dan matrik yang perlu diketahui adalah volume cetakan (V_c) = 144 cm^3 . Massa jenis serat daun nenas (ρ_{serat}) g/cm^3 massa jenis *matriks polyester* (ρ_{matriks}) g/cm^3 dan massa jenis karbon aktif (ρ_{karbon}) g/cm^3 . Parameter yang perlu Anda ketahui saat menghitung fraksi volume suatu serat adalah massa jenis serat. Berat jenis *matriks/resin*, berat jenis karbon aktif, berat jenis komposit, berat serat adalah sebagai berikut :

Berat serat nenas 100% :

Massa = V cetakan $\times \rho$ serat

Berat karbon aktif 100%

Massa = V cetakan $\times \rho$ karbon aktif

Berat *matriks polyester* 100%

$$\text{Massa} = V \text{ cetakan} \times \rho \text{ matriks}$$

Volume komposit :

$$V_{\text{komposit}} = (\% S_n \times V_{S_n}) + (\% K_a \times V_{K_a}) + (\% M_p \times V_{M_p})$$

Dimana : %_{serat} = Persentasi serat

V_{serat} = Volume serat

%_{karbon aktif} = Persentasi karbon aktif

$V_{\text{karbon aktif}}$ = Volume karbon aktif

%_{matriks} = Persentasi matriks

V_{matriks} = Volume matriks

Dimana : S_n = Serat daun nenas

K_a = Karbon aktif

M_p = *Matriks polyester*

3.5 Analisis Data Terhadap Volume Cetakan

a. Volume Cetakan Persegi Panjang

Panjang : 18 cm

Lebar : 10 cm

Tinggi : 0,8 cm

Volume cetakan persegi Panjang = $P \times L \times T$

$$18 \times 10 \times 0,8 = 144\text{cm}^3$$



Gambar 3.12 : Cetakan Spesimen Komposit

3.6 Data Fraksi Volume Komposisi Komposit

Untuk mencari berat komposisi masing-masing bahan maka dapat dihitung dari berat serat tanpa matriks, dan berat matriks tanpa serat.

Berat serat tanpa resin dan karbon

$$\begin{aligned} \text{Serat} &= V.\text{cetakan} \times \rho.\text{serat} \\ &= 144 \text{ cm}^3 \times 0,09 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 12,96 \text{ gr} \end{aligned}$$

Berat karbon tanpa serat dan resin

$$\begin{aligned} \text{Karbon} &= V.\text{cetakan} \times \rho.\text{karbon} \\ &= 144 \text{ cm}^3 \times 0,75 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 108 \text{ gr} \end{aligned}$$

Berat resin tanpa serat dan karbon

$$\text{Resin} = V.\text{cetakan} \times \rho.\text{resin}$$

$$= 144 \text{ cm}^3 \times 1,65 \text{ gr/cm}^3$$

$$= 237,6 \text{ gr}$$

- a. Untuk mendapatkan specimen dengan komposit 100% matriks maka:

Berat 100% matriks

$$\text{Matriks} = 100\% \times 237,6 \text{ gr}$$

$$= 237,6 \text{ gr}$$

- b. Untuk mendapatkan specimen dengan komposit 30% serat + 1% karbon + 69% matriks maka:

Berat 30% serat, 1% karbon dan 69% matriks

$$\text{Serat} = 30\% \times 12,96 \text{ gr}$$

$$= 3,89 \text{ gr}$$

$$\text{Karbon} = 1\% \times 108 \text{ gr}$$

$$= 1,08 \text{ gr}$$

$$\text{Matriks} = 69\% \times 237,6 \text{ gr}$$

$$= 163,94 \text{ gr}$$



Gambar 3.13 : Bahan Komposit 1% Karbon

- c. Untuk mendapatkan spesimen dengan komposit 30% serat + 1,5% karbon + 68,5% matriks maka:

Berat 30% serat, 1,5% karbon, dan 68,5% matriks

$$\begin{aligned}\text{Serat} &= 30\% \times 12,96 \text{ gr} \\ &= 3,89 \text{ gr}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Karbon} &= 1,5\% \times 108 \text{ gr} \\ &= 1,62 \text{ gr}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Matriks} &= 68,5\% \times 237,6 \text{ gr} \\ &= 162,76 \text{ gr}\end{aligned}$$



Gambar 3.14 : Bahan Komposit 1,5% Karbon

- d. Untuk mendapatkan spesimen dengan komposit 30% serat + 2% karbon + 68% matriks maka:

Berat 30% serat, 2% karbon, dan 68% matriks

$$\begin{aligned}\text{Serat} &= 30\% \times 12,96 \text{ gr} \\ &= 3,89 \text{ gr}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Karbon} &= 2\% \times 108 \text{ gr} \\ &= 2,16 \text{ gr}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Matriks} &= 68\% \times 237,6 \text{ gr} \\ &= 161,57 \text{ gr}\end{aligned}$$



Gambar 3.15 : Bahan Komposit 2% Karbon

3.7 Metodologi Pengumpulan Data

Pengujian yang akan dilakukan dalam penelitian ini terdiri dari dua jenis pengujian yaitu uji tarik dan uji banding yang lebih mengarah pada struktur material tersebut. Prosedur pengujian yang akan dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

3.7.1 Uji Foto Makro

Untuk mengetahui struktur mikro yang terdapat pada specimen komposit yang telah jadi, maka dilakukan pengamatan struktur mikro dengan menggunakan mikroskop. Proses pengamatan ini dilakukan dengan cara sebagai berikut :

1. Permukaan specimen yang telah jadi diamlas hingga halus dengan menggunakan amplas yang sudah disediakan memakai mesin pemoles. Agar permukaan tidak terlihat bercak amplas maka permukaan specimen dipoles menggunakan pasta alumina.
2. Kekasaran amplas adalah 180,240,400,800,1000,1200,1500,2000.
3. Bagian yang telah diamsa, dilihat strukturnya menggunakan mikroskop dengan pembesar $5\times - 10\times$.
4. Foto hasil pengamatan mikrostruktur yang di dapat berupa gambar.

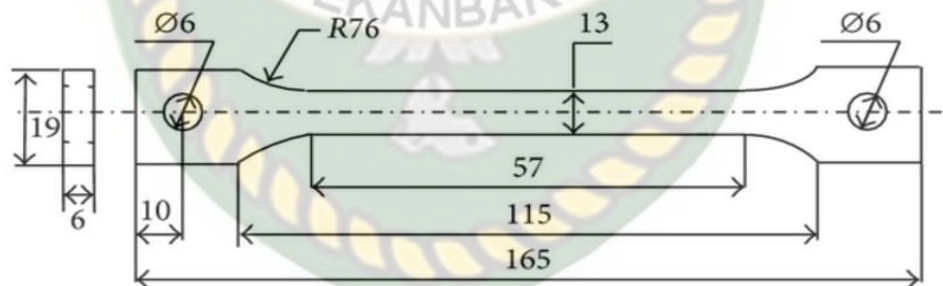


Gambar 3.16 : Spesimen Foto Makro

3.7.2 Uji Tarik

Prosedur uji tarik yang akan dilakukan pada penelitian ini adalah :

- Menyiapkan sampel uji yang sudah dibentuk dan disiapkan dengan memberi tanda parameter pada daerah perhitungan.
- Kertas milimeter blok diletakkan pada printer mesin uji tarik.
- Lalu benda uji dipasang pada grip.
- Grip dikencangkan dan diatur dengan kekuatan secukupnya
- Pemasangan extensometer pada benda uji
- Kecepatan uji diatur, area start ditekan sebanyak dua kali kemudian tombol down ditekan.



Gambar 3.17 : Spesimen Uji Tarik ASTM D 638 – 01

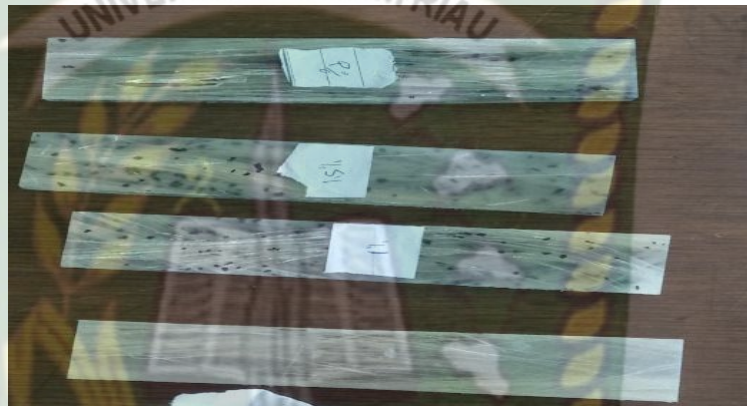
3.7.3 Uji Bending

Prosedur yang akan dilakukan pada penelitian ini adalah :

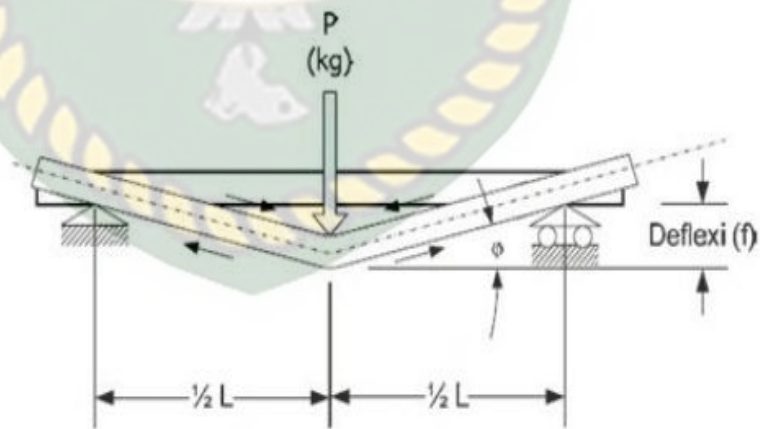
- Menyiapkan sampel uji yang sudah dibentuk sesuai standard

- b. Nyalakan mesin, pastikan keamanan mesin terjamin
- c. Masukkan material pada pencekam mesin bending
- d. Pemasangan dial indicator, setting jarum pada garis nol
- e. Gunakan spesifikasi beban yang telah ditentukan
- f. Analisa kekuatan uji banding menggunakan standar ASTM D790

Dari prosedur pengujian bending di atas, dibawah ini pada gambar 3.18 dapat kita lihat bentuk specimen uji bending serta proses pengujian bending.



(a)



(b)

Gambar 3.18 : (a) Specimen Uji Bending , (b) proses pengujian Bending

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat mekanik komposit terhadap pengaruh variasi karbon aktif pada serat daun nenas dengan matriks *polyester*, maka dilakukan pengujian tarik, pengujian bending dan foto makro terhadap komposit. Dari hasil pengujian Analisa dan perhitungan di sajikan dalam bentuk data, table dan grafik.

4.1 Uji Bending

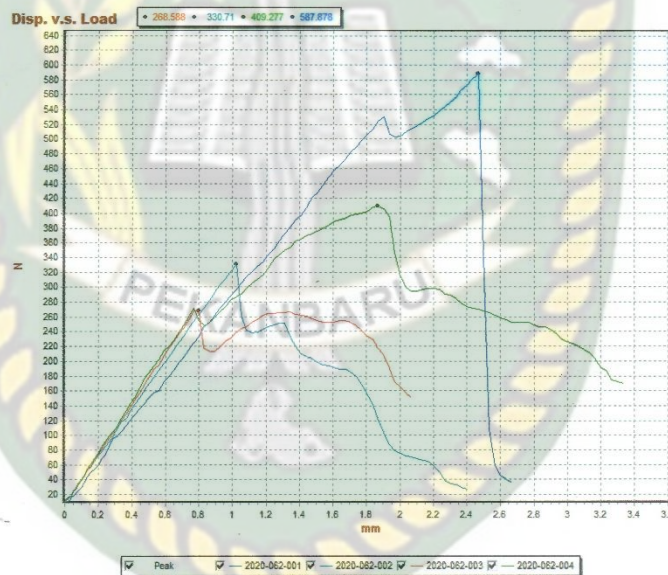
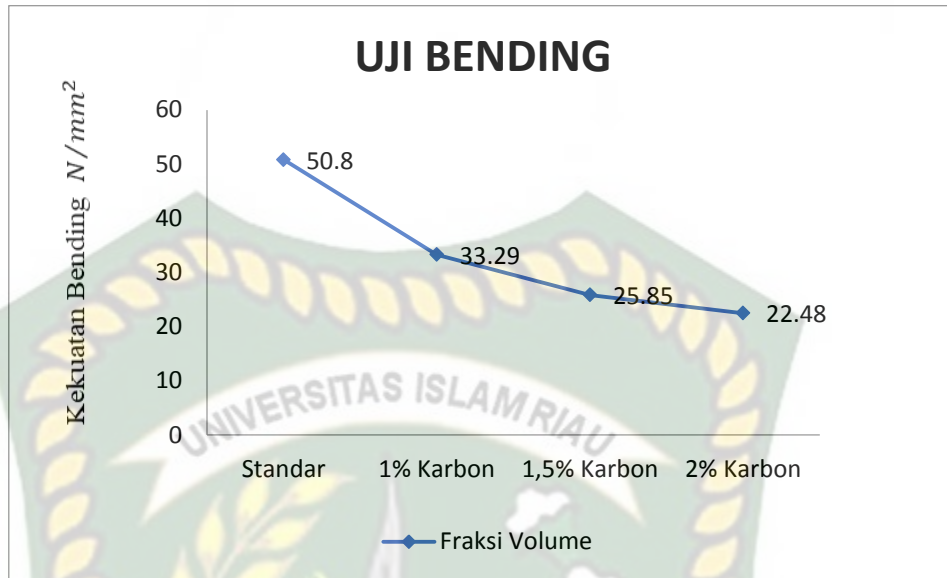
Pengujian Bending merupakan salah satu pengujian sifat mekanik yaitu untuk menentukan kualitas material secara visual, dan juga digunakan untuk mengukur kekuatan material akibat pembebanan. Berikut adalah data tabel dan grafik dari hasil uji bending dengan standar ASTM D 790.

4.1.1 Hasil Uji Bending

Setelah dilakukan pengujian bending, diperoleh data hasil uji bending dengan variasi karbon aktif 1% + 30% serat daun nenas + 69% resin polyester, 1,5% KA + 30% serat daun nenas + 68,5% resin polyester, 2% KA + 30% serat daun nenas + 68 resin polyester, kemudian diolah dan didapat data sebagai berikut :

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Bending

Specimen	Area (mm ²)	Max. Force (N)	0.2% Y.S (N/mm ²)	Yield Strength (N/mm ²)	Bending Strength (N/mm ²)	Elongation (%)
Resin Polyester	156.607	587.9	3.23	3.23	50.80	2.45
1% Karbon	167.640	409.3	1.51	1.62	33.29	2.45
1,5% Karbon	164.500	330.7	1.95	2.01	25.85	2.45
2% Karbon	158.100	268.6	0.65	0.71	22.48	2.45



Grafik 4.1 Hubungan Kekuatan Bending Terhadap Fraksi Volume

Spesimen dengan fraksi volume 100% resin *polyester* memiliki kekuatan bending 50,80 N/mm², pada specimen dengan fraksi volume penambahan KA 1% memiliki kekuatan bending 33,29 N/mm², pada specimen dengan fraksi volume

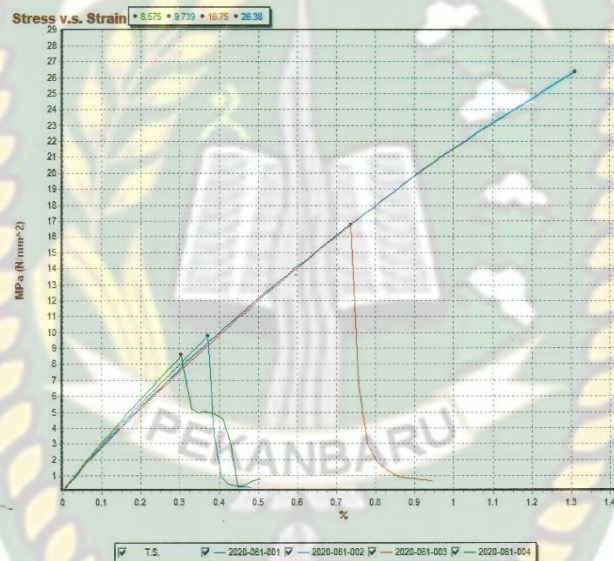
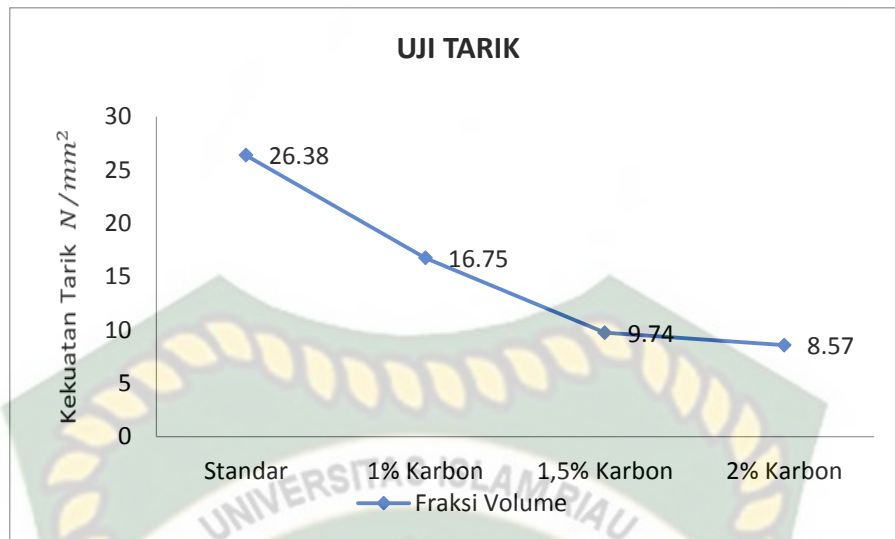
penambahan KA 1,5% memiliki kekuatan bending 25,85 N/mm², kekuatan bending terendah ditunjukkan pada penambahan karbon sebesar 2%. Dari hasil tabel dan grafik di atas dapat diketahui bahwa kekuatan bending material komposit serat daun nenas dengan penambahan karbon aktif dan resin *polyester* mengalami penurunan. Hal ini di karenakan sifat karbon aktif yang berongga dan sifat karbon yang lebih getas dibandingkan epoksi.

4.2 Uji Tarik

Setelah melakukan uji tarik, diolah data yang diperoleh dari hasil uji tarik dengan fluktuasi KA 1%, 1,5% dan 2% sehingga diperoleh data sebagai berikut.

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Tarik

Specimen	Area (mm ²)	Max. Force (N)	0.2% Y.S (N/mm ²)	Yield Strength (N/mm ²)	Tensile Strength (N/mm ²)	Elongation (%)
Resin Polyester	87.840	2317.3	26.38	26.38	26.38	2.58
1% Karbon	83.200	1393.6	16.75	16.75	16.75	2.58
1,5% Karbon	84.000	818.1	9.74	9.74	9.74	2.58
2% Karbon	81.130	695.7	8.20	8.57	8.57	2.58



Grafik 4.2 Hubungan Kekuatan Tarik Terhadap Fraksi Volume

Spesimen dengan fraksi volume standar memiliki kekuatan tarik 26,38 N/mm^2 , pada specimen dengan fraksi volume penambahan KA 1% memiliki kekuatan tarik 16,75 N/mm^2 , pada specimen dengan fraksi volume penambahan KA 1,5% memiliki kekuatan tarik 9,74 N/mm^2 , dan kekuatan tarik terendah ditunjukkan pada komposit dengan penambahan karbon aktif sebanyak 2% dengan nilai 8,57

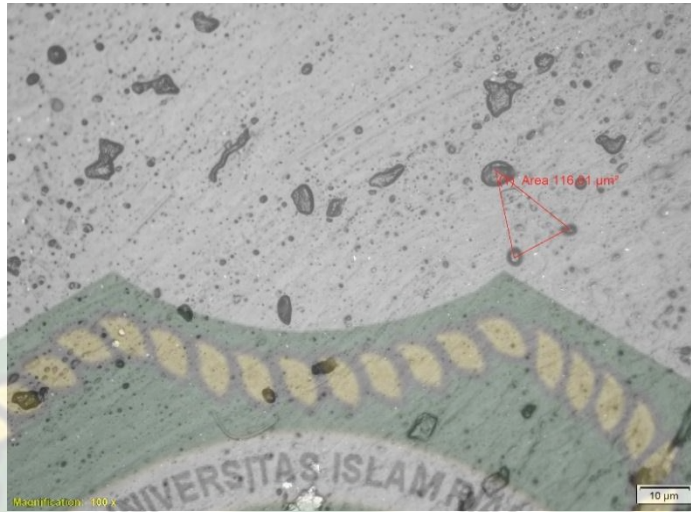
N/mm². Dari hasil tabel dan grafik di atas dapat diketahui bahwa kekuatan tarik material komposit serat daun nenas dengan penambahan karbon aktif dan resin *polyester* mengalami penurunan, hal ini dikarenakan sifat karbon aktif yang berongga dan sifat karbon yang lebih getas dibandingkan epoksi. Hal ini sama dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Ara Gradiniar Rizkyta yang mengalami penurunan kekuatan pada komposit tersebut.

4.3 Foto Makro

Sebelum melakukan pengujian tarik dan bending, pertama dilakukan foto makro pada bagian sisi tebal specimen. Foto makro ini dilakukan untuk mendukung hasil dari pengujian mekanik dari adanya void pada specimen yang telah di uji. Morfologi susunan partikel dilakukan dengan metode susunan bentuk segitiga.



Gambar 4.3.1. Foto Makro Penambahan KA 1%

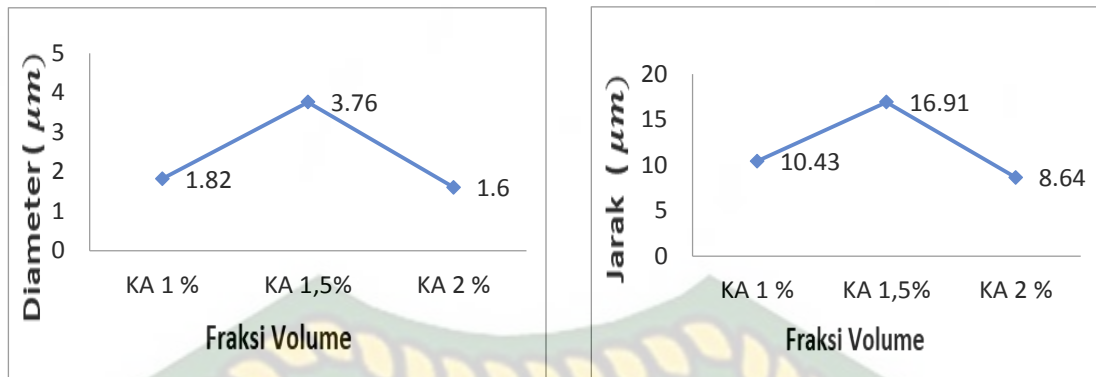


Gambar 4.3.2. Foto Makro Penambahan KA 1,5%



Gambar 4.3.3. Foto Makro Penambahan KA 2%

Dari hasil perhitungan data di atas dengan menggunakan metode segitiga maka kita dapat menentukan diameter dan jarak partikel KA pada komposit serat daun nenas dengan penambahan karbon aktif (KA) dalam bentuk grafik, sebagai berikut :



Grafik 4.3 Jarak dan diameter partikel karbon aktif

Pada grafik di atas diperoleh diameter partikel karbon aktif yang terbesar adalah 3,76 µm pada penambahan karbon aktif 1,5% dan diameter terkecil 1,6 µm pada penambahan karbon aktif 2%. Sedangkan jarak partikel terjauh dari sampel karbon aktif dengan variasi 1,5% adalah 16,91 µm, dan jarak partikel karbon terdekat dari sampel dengan variasi 2% adalah 8,64 µm. Pada penelitian ini diameter partikel karbon aktif mengalami penurunan dan juga memiliki nilai lebih kecil pada variasi 2% KA sebesar 1,6 µm dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yaitu diameter partikel karbon aktif mengalami penurunan pada variasi 3% sebesar 16,48 µm. Begitu juga dengan jarak partikel karbon aktif terbesar pada penelitian ini juga lebih kecil dibandingkan dengan jarak partikel penelitian sebelumnya yaitu dengan nilai 16,91 µm pada penambahan karbon aktif 1,5%. Sedangkan jarak partikel pada penelitian sebelumnya sebesar 53,32 µm.

Hubungan diameter dan jarak pada komposisi kadar karbon aktif berpengaruh terhadap kekuatan mekanik. Dimana pada penelitian ini, terlihat bahwasanya diameter dan jarak tertinggi terdapat pada penambahan karbon aktif pada persentase 1,5%. Akan tetapi hal itu tidak sebanding dengan kekuatan mekanik yang dapat diperoleh pada penelitian ini. Dimana pada saat pengambilan titik foto makro yang terdapat karbon aktif pada komposit mendapat hasil karbon aktif yang berukuran besar. Pada komposit karbon aktif memiliki ukuran yang berbeda-beda, dikarenakan

akibat dari pengadukan ataupun penuangan saat pembuatan komposit yang tidak merata.

Bila diameter karbon aktif semakin besar pada komposit, maka karbon aktif semakin besar dalam menyerap zat yang terdapat pada komposit, sehingga dapat menurunkan kekuatan mekanik dari komposit tersebut.



BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

1.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah di lakukan terhadap spesimen, maka dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu :

1. Pada pengujian bending nilai tertinggi kekuatan bending terdapat pada penambahan karbon aktif sebanyak 1% dengan nilai 33,29 N/mm², sedangkan nilai terendah kekuatan bending terdapat pada penambahan karbon aktif sebesar 2% dengan nilai 22,48 N/mm².
2. Pada pengujian tarik nilai tertinggi kekuatan tarik adalah 26,38 N/mm² dengan penambahan karbon aktif sebanyak 1%, sedangkan nilai terendahnya adalah 8,57 N/mm² dengan penambahan karbon aktif sebanyak 2%.
3. Pada pengujian foto makro di dapat diameter dan jarak tertinggi pada penambahan karbon aktif 1,5% sebesar 3,76 µm diameter dan 16,91 µm jarak.
4. Penurunan nilai pada kekuatan tarik dan banding tersebut diakibatkan oleh karbon aktif yang bersifat berongga sehingga menurunkan kekuatan mekanis pada komposit.

5.2 Saran

Dari hasil pengujian yang telah di dapat, penulis mempunyai beberapa saran sebagai berikut:

1. Sebelum menggunakan karbon aktif cuci terlebih dahulu dengan alkohol agar larutan Na dalam karbon aktif hilang, sehingga ketika proses pencetakan dapat meminimalisir pembentukan Na dengan resin yang menyebabkan void.
2. Pada saat pengadukan, resin dan karbon harus benar-benar menyatu supaya hasil yang diinginkan sesuai.
3. Pada penelitian selanjutnya seharusnya di tambah dengan pengujian penyaringan air agar dapat mengetahui lebih lagi dari kegunaan karbon aktif pada komposit.
4. Pada pengujian selanjutnya sebaiknya dinaiikan ukuran meshnya.

5. Dalam penuangan komposit harus lebih hati-hati agar komposit merata pada cetakan dengan sempurna.



Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

DAFTAR PUSTAKA

- Adi Agustinus Ermawan. (2018). Penambahan Persentase Serat dan Jumlah Lapisan (1-3) Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Fiberglass – Polyester (YUKALAC C – 108 B JUSTUS). *Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Sanata Dharma*, (YOGYAKARTA), Hal 20-23
- Adi Surya Irianto. (2016). Pengaruh Fraksi Volume Bilah Bambu Terhadap Kekuatan *Impact* Komposit Bilah Bambu *Polyester*. Fakultas Teknik Negeri Semarang, Hal 6-13.
- Dwi Paryanto, dkk. (2012). Pengaruh Orientasi dan Fraksi Volume Serat Daun Nanas (Ananas Comosus) Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Polyester Tak Jenuh (UP). (Mataram).
- Fahmi H. (2011). Pengaruh Orientasi Serat Pada Komposit Resin Polyester Serat Daun Nenas Terhadap Kekuatan Tarik. Institut Teknologi Padang.
- Gustina Fredy Putra. (2016). Pengaruh Variasi Berat *Filler* Karbon Aktif Tempurung Kelapa Terhadap Struktur dan Kekuatan Tarik Komposit. Universitas Muhammadiyah Surakarta, Hal 8-12.
- Hartanto Sigih dan Ratnawati. (2010). Pembuatan Karbon Aktif Dari Tempurung Kelapa Sawit Dengan Metode Aktivasi Kimia. (TANGERANG), Hal 12-16. ISSN 1441-1098.
- Harini dan Sri Endah Susilowati. (2017). Pengaruh Kekuatan Bending dan Tarik Bahan Komposit Berpenguat Sekam Padi Dengan *Matriks* Urea Formaldehide. Universitas 17 Agustus. (JAKARTA), Hal 59. ISSN 2337- 6686
- Hidayat Pratikno. (2008). Teknologi Pemanfaatan Serat Daun Nanas Sebagai Alternatif Bahan Baku Tekstil. Universitas Islam Indonesia. (YOGYAKARTA), Hal 32-32. ISSN 0853-8697.
- Iswandi. (2015). Pengaruh Variasi Model Komposit Laminat Serat Daun Nenas Terhadap Sifat Mekanik Tangki Air Rumah Tangga. Universitas Islam Riau. (PEKANBARU).

Kadir Abdul, dkk. (2014). Pengaruh Pola Anyaman Terhadap Kekuatan Tarik dan Bending Komposit Berpenguat Serat Bambu. Universitas Halu Oleo. (KENDARI), Hal 2-3.

Prasada Aris. (2015). Pengaruh Variasi Serat Sabut Kelapa Terhadap Kekuatan Mekanik Komposit. Universitas Muhammadiyah. (MALANG).

Rizkyta, Ara Gradiniar. (2013). Pengaruh Penambahan Karbon Terhadap Sifat Mekanik dan Konduktifitas Listrik Komposit karbon/Epoksi Sebagai Pelat Bipolar Polymer Elektrolit Membran Sel Bahan Bakar (*Polymer Exchange Membran* (PEMFC)). (SURABAYA).

