

SKRIPSI
PENGARUH FRAKSI VOLUME KOMPOSIT
SERAT ENCENG GONDOK – UREA
FORMALDEHYDE TERHADAP SIFAT FISIK
DAN MEKANIK



OLEH:
RIKKY HARYANTO PASARIBU
03111005051

PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

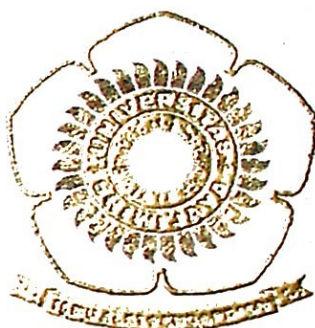
2018

S
626. 168 07
pas
p
no/8

-503061

SKRIPSI
PENGARUH FRAKSI VOLUME KOMPOSIT SERAT
ENCENG GONDOK – UREA FORMALDEHYDE
TERHADAP SIFAT FISIK DAN MEKANIK

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya



OLEH:
RIKKY HARYANTO PASARIBU
03111005051

PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2018

HALAMAN PENGESAHAN

PENGARUH FRAKSI VOLUME KOMPOSIT SERAT ECENG GONDOK – UREA FORMALDEHYDE TERHADAP SIFAT FISIK DAN MEKANIK

SKRIPSI

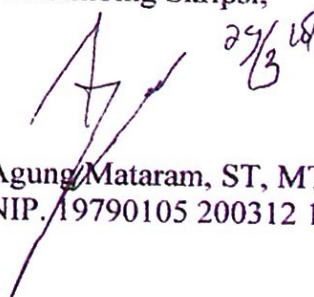
Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh:

RIKKY HARYANTO P.
03111005051



Indralaya, 23 Maret 2018
Diperiksa dan disetujui oleh :
Pembimbing Skripsi,

 29/3/18
Agung Mataram, ST, MT, Ph.D.
NIP. 19790105 200312 1 002

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul “Pengaruh Fraksi Volume Komposit Serat Eceng Gondok – Urea Formaldehyde Terhadap Sifat Fisik dan Mekanik” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 23 Maret 2018.

Indralaya, 23 Maret 2018

Tim Penguji Karya tulis ilmiah berupa Skripsi

Ketua:

1. Ir. Helmy Alian, M.T
NIP. 19591015 1987031 006

(.....)

Anggota:

1. Muhamad Yanis, Ir., M.T.
NIP. 19700228 199412 1 001

(.....)

2. Gunawan, S.T., M.T, Ph.D.
NIP. 197705072001121001

(.....)

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin
Irsyadi Yami, S.T., M.Eng., Ph.D
NIP. 19711225 199702 1 001



Pembimbing Skripsi

Agung Mataram, ST, MT, Ph.D.
NIP. 19790105 200312 1 002

(.....)

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**Agenda No.
Diterima Tanggal
Paraf**

: 01/04/2018
: 4/4 - 2018
:

SKRIPSI

NAMA : RIKKY HARYANTO PASARIBU

NIM : 03111005051

JURUSAN : TEKNIK MESIN

**JUDUL : PENGARUH FRAKSI VOLUME KOMPOSIT
SERAT ECENG GONDOK – UREA
FORMALDEHYDE TERHADAP SIFAT
FISIK DAN MEKANIK**

DIBERIKAN : Agustus 2015

SELESAI : Desember 2017



Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin

Isyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D
NIP. 19711225 199702 1 001

Indralaya, 23 Maret 2018
Diperiksa dan disetujui oleh :
Pembimbing Skripsi,

Agung Mataram, ST, MT, Ph.D.
NIP. 19790105 200312 1 002

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Rikky Haryanto Pasaribu

NIM : 03111005051

Judul : Pengaruh Fraksi Volume Komposit Serat Eceng Gondok – Urea
Formaldehyde Terhadap Sifat Fisik dan Mekanik

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (Corresponding author)

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Inderalaya, Maret 2018

Rikky Haryanto Pasaribu
03111005051

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Rikky Haryanto Pasaribu

NIM : 03111005051

Judul : Pengaruh Fraksi Volume Komposit Serat Eceng Gondok – Urea
Formaldehyde Terhadap Sifat Fisik dan Mekanik

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (Corresponding author)

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Indralaya, Maret 2018



Rikky Haryanto Pasaribu
03111005051

KATA PENGANTAR

Pertama, penulis mengucapkan syukur dan berterimakasih kepada Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat, karunia, dan anugerah-Nya sehingga skripsi ini dapat diselesaikan. Dalam kesempatan ini penulis menyampaikan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah banyak membantu hingga akhirnya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini, adapun pihak tersebut:

1. Keluarga penulis; Ayahandaku Mawardi Pasaribu, SE (alm), Ibundaku Hj. Yusmawaty Piagam, SKM, MM, Ayuk saya Yessy Rosalyn S.Kom yang senantiasa selalu memberikan dukungan moral dan materi serta doanya yang tulus membimbing, mengarahkan, mendidik, dan memotivasi dari awal hingga selesai skripsi ini.
2. Bapak Irsyadi Yani, ST, M.Eng, P.hD selaku Ketua Jurusan dan Bapak Amir Arifin, S.T. M.Eng, selaku Sekretaris Jurusan di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Agung Mataram, ST, MT, Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang dengan ikhlas dan tulus telah membimbing, mengarahkan, mendidik, ,memotivasi serta banyak memberikan sarana kepada penulis dari awal hingga selesainya skripsi ini
4. Seluruh Dosen Pengajar di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu dan pengarahan selama proses perkuliahan.
5. Seluruh Staf Laboratorium Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya terkhusus Staf Laboratorium Fenomena Dasar yang telah banyak banyak membantu dalam proses pengambilan data skripsi ini.
6. Staf Administrasi Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya yang telah banyak membantu dalam proses administrasi.

7. Teman yang memberi masukan ; Akbar Teguh Prakoso, Terry Wardana, Ali Nurahman, M. Reza, M. Habibi, M. Naban dan juga para supporter : Putri, Dani, Fazal, Rehan dan lainnya.
8. Seluruh Keluarga besar Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya terutama teman-teman seperjuangan Angkatan 2011.
9. Semua pihak yang telah memberikan dukungan dan motivasi kepada penulis yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Dalam penulisan skripsi ini, mungkin terdapat kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran serta masukan yang bersifat membangun sangat penulis harapkan untuk membantu dalam perbaikan. Penulis mengharapkan semoga skripsi dengan judul “Pengaruh Fraksi Volume Komposit Serat Eceng Gondok – Urea Formaldehyde Terhadap Sifat Fisik Dan Mekanik” dapat berguna dan memberikan manfaat untuk kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi serta menjadi referensi bagi yang akan mengkaji dimasa yang akan datang.

Indralaya, Maret 2018

Penulis

RINGKASAN

PENGARUH FRAKSI VOLUME KOMPOSIT SERAT ECENG GONDOK –
UREA FORMALDEHYDE TERHADAP SIFAT FISIK DAN MEKANIK
Karya tulis ilmiah berupa skripsi, Februari 2018

Rikky Haryanto Pasaribu; Dibimbing oleh Agung Mataram, ST, MT, Ph.D.

*Effect Of Fraction Volume Composite Fiber Econg Gondok - Urea
Formaldehyde On Physical And Mechanical Properties*

xxv + 37 halaman, 12 gambar, 5 tabel, 15 lampiran

RINGKASAN

Komposit merupakan gabungan dua bahan atau lebih yang berlainan untuk memperoleh bahan dengan sifat-sifat fisik dan mekanik yang lebih baik dibandingkan sifat setiap komponen pembentuknya. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh variasi fraksi volume terhadap sifat mekanik yang dihasilkan dari komposit serat eceng gondok dengan matrik *urea formaldehyde*. Pembuatan spesimen komposit dilakukan dengan metode *hand lay up*, bahan yang digunakan adalah resin *urea formaldehyde*, serat eceng gondok dengan panjang 20 mm. Lama perendaman 2 jam dengan NaOH 5%. Perbandingan fraksi serat dengan matrik *urea formaldehyde* yang digunakan yaitu 0 % serat – 100 % *urea formaldehyde*, 15 % serat – 85 % *urea formaldehyde*, 30 % serat – 70 % *urea formaldehyde*, dan 45 % serat – 55 % *urea formaldehyde*. Pengujian fisik yang dilakukan adalah pengujian densitas, pengamatan SEM (*Scanning Electron Microscopy*), dan pengujian impak untuk mengamati sifat mekanik kekuatan impak. Dari hasil pengujian, hasil optimum yang didapat pada penelitian ini terjadi pada perbandingan variasi fraksi volume 30 % serat – 70 % *urea formaldehyde*, yaitu nilai harga impak sebesar $0,07 \text{ J/mm}^2$, hasil pengujian SEM dapat memicu terbentuknya rongga (void) karena shrinkage pada saat proses pendinginan yang tidak sama khususnya di bagian yang lebih cepat dingin dan harga nilai densitas serat eceng gondok dengan matrik *urea formaldehyde* yaitu sebesar $1,1363 \text{ gr/cm}^3$

Kata Kunci: Material komposit, serat eceng gondok, *urea formaldehyde*, uji densitas, uji SEM dan uji impak, *hand lay up*

SUMMARY

EFFECT OF FIBER VOLUME FRACTION ECENG GONDOK - UREA FORMALDEHYDE COMPOSITE ON PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES, February 21nd, 2018

Rikky Haryanto Pasaribu; Supervised by Agung Mataram, ST, MT, Ph.D.

Pengaruh Fraksi Volume Komposit Serat Eceng Gondok – Urea Formaldehyde Terhadap Sifat Fisik Dan Mekanik

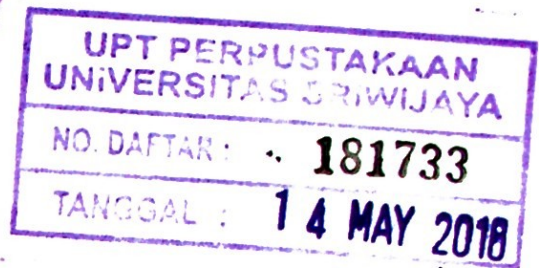
xxv + 37 pages, 12 images, 5 tables, 15 attachment

SUMMARY

Composite is a combination of two or more different materials to obtain materials with physical properties and mechanical properties better than any of its constituent components. This research aims to analyze the effect of variations in the volume fraction of the resulting mechanical properties of *Eichhornia crassipes* fiber composite with formaldehyde urea. Manufacture of composite specimens was conducted using hand lay-up, the material used is formaldehyde urea, *Eichhornia crassipes* fiber with a length of 20 mm, soaking time for 2 hours done with NaOH 5%, Comparison of fraction fiber and formaldehyde urea used is 0% fiber - 100% formaldehyde urea, 15% fiber - 85% formaldehyde urea, 30% fiber - 70% formaldehyde urea, 45% fiber - 55% formaldehyde urea and 60% fiber - 40% formaldehyde urea. Physical experiment was used with density test, SEM (*Scanning Electron Microscopy*) testing and impact test to observe the mechanical impact strength. From the test results, the optimum results obtained in this study occurred in the comparison of variation in volume fraction of 30% fiber - 70% formaldehyde urea, the impact value is 0,07 J/mm², the SEM testing results can trigger the formation of cavities (voids) due to shrinkage during the cooling process was different especially in the part which easy to get cold, the value of *Eichhornia crassipes* fiber with formaldehyde urea is 1,1363 gr/cm³

Keywords: Composite materials, *Eichhornia crassipes* fiber, formaldehyde urea, impact test, SEM test, hand lay-up

Daftar Isi



Halaman Judul	i
Halaman Pengesahan	iii
Halaman Persetujuan	v
Halaman Pengesahan Agenda	vii
Halaman Pernyataan Persetujuan Publikasi	ix
Halaman Pernyataan Integritas	xi
Kata Pengantar	xiii
Ringkasan	xv
Summary	xvii
Daftar Isi	xix
Daftar Gambar	xxi
Daftar Tabel	xxiii
Daftar Lampiran	xxv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Definisi Material Komposit	5
2.1.1 Penyusun Komposit	5
2.1.2 Klasifikasi Komposit	6
2.1.3 Bahan Komposit Serat	8
2.2 Matrik Referensi	8
2.3 Katalis	10
2.4 Resin Urea Formaldehyde	10
2.5 Serat Eceng Gondok (<i>Eichhornia crassipes</i>)	11
2.6 Sifat – Sifat Mekanik	12
2.6.1 Pengujian Impak	12

Daftar Gambar

Gambar 2.1 Tipe Serat Pada Komposit	7
Gambar 2.2 Katalis MEKPO	10
Gambar 2.3 Ilustrasi Pengujian Impak dengan Charpy dan Izod	13
Gambar 2.4 Mesin SEM Joel Type JSM-6390A.....	15
Gambar 2.5 Mekanisme Pengujian Densitas.....	15
Gambar 3.1 Skema Metode Penelitian	17
Gambar 3.2 Ilustrasi Dimensi	19
Gambar 3.3 Dimensi Spesimen Pengujian Densitas ASTM D792-08	21
Gambar 4.1 Spesimen Uji Impak Komposit Serat Enceng Gondok Bermatrik Urea Formaldehid	24
Gambar 4.2 Spesimen Komposit Serat Enceng Gondok 30% - Urea Formaldehid 70%.....	30
Gambar 4.3 Spesimen Komposit Serat Enceng Gondok 15% - Urea Formaldehid 85%.....	31
Gambar 4.4 Spesimen Uji Densitas Komposit Serat Enceng Gondok Bermatriks Urea Formaldehid	32

	2.7 Sifat Fisik.....	14
7	2.7.1 Analisa SEM.....	14
	2.7.2 Pengujian Densitas	15
	BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	17
8	3.1 Diagram Alir Penelitian.....	17
	3.2 Metodologi Penelitian.....	18
	3.3 Pengujian Densitas.....	21
9	3.3.1 Metodologi Pencampura.....	22
	BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	23
	4.1 Hasil Pengujian Impak.....	23
	4.2 Hasil Pengamatan <i>Scanning Electron Microscopy</i> (SEM)	30
	4.3 Hasil Pengujian Densitas	32
	BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	36
	5.1 Kesimpulan	36
	5.2 Saran.....	37
	DAFTAR PUSTAKA	38
	DAFTAR LAMPIRAN	40

Daftar Gambar

Gambar 2.1 Tipe Serat Pada Komposit	7
Gambar 2.2 Katalis MEKPO	10
Gambar 2.3 Ilustrasi Pengujian Impak dengan Charpy dan Izod	13
Gambar 2.4 Mesin SEM Joel Type JSM-6390A	15
Gambar 2.5 Mekanisme Pengujian Densitas	15
Gambar 3.1 Skema Metode Penelitian	17
Gambar 3.2 Ilustrasi Dimensi	19
Gambar 3.3 Dimensi Spesimen Pengujian Densitas ASTM D792-08	21
Gambar 4.1 Spesimen Uji Impak Komposit Serat Enceng Gondok Bermatrik Urea Formaldehid	24
Gambar 4.2 Spesimen Komposit Serat Enceng Gondok 30% - Urea Formaldehid 70%	30
Gambar 4.3 Spesimen Komposit Serat Enceng Gondok 15% - Urea Formaldehid 85%	31
Gambar 4.4 Spesimen Uji Densitas Komposit Serat Enceng Gondok Bermatriks Urea Formaldehid	32

Daftar Tabel

Tabel 2.1	Matriks Referensi Penelitian.....	8
Tabel 4.1	Data Awal Hasil Pengujian Impak.....	24
Tabel 4.2	Nilai Rata – Rata Energi Impak	27
Tabel 4.3	Data Hasil Pengujian Densitas	33
Tabel 4.4	Nilai Rata – Rata Densitas	34

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Material komposit dapat didefinisikan sebagai gabungan dari dua atau lebih material yang berbeda secara makroskopik dan masing-masingnya mempunyai sifat-sifat yang diinginkan, tetapi tidak dapat dari bahan – bahan penyusun asalnya jika bekerja sendiri-sendiri Gibson (1994).

Komposit dibentuk dari dua jenis material yang berbeda, yaitu penguat (*reinforcement*) yang mempunyai sifat kurang elastis tetapi lebih kaku serta lebih kuat, dalam laporan ini penguat komposit yang digunakan yaitu dari serat alam.

Komposit terdiri dari 2 bagian utama yaitu Matriks, berfungsi untuk perekat atau pengikat dan pelindung, *filler* (pengisi) dari kerusakan eksternal dan *filler* (pengisi), berfungsi sebagai Penguat dari matriks. Berdasarkan matriksnya komposit dapat dibedakan menjadi 3 yaitu komposit polimer (*Polymer Matrix Composite*), polimer logam (*Metal Matrix Composite*), dan komposit keramik (*Ceramic Metal Composite*).

Beberapa penelitian telah dilakukan mengenai pemanfaatan serat eceng gondok, Purboputro (2006) meneliti untuk mengetahui kekuatan tarik, kekuatan impak, kekuatan bending komposit serat eceng gondok dengan panjang 25 mm, 50 mm dan 100 mm dengan fraksi volume 80% matrik polyester dan 20% serat eceng gondok. Dari hasil pengujian didapat harga kekuatan tarik tertinggi dimiliki oleh komposit dengan panjang serat 100 mm yaitu 11,02 MPa, dengan modulus elastisitas 11023,33 MPa, Harga impak tertinggi dimiliki oleh komposit dengan panjang serat 50 mm yaitu 0,002344 J/mm².

Achmad (2012) meneliti pemanfaatan serat eceng gondok sebagai penguat material komposit pengganti serat karbon dalam pembuatan bantalan pendingin. Material penelitian berupa serat eceng gondok, serbuk eceng gondok, cairan resin sebagai pengikat, dengan tahapan penelitian yaitu pembuatan serbuk serat eceng gondok, mekanisme percampuran bahan, Pembuatan benda uji, penentuan titik, pengujian temperatur dan pengujian impact. Sementara hasil

yang didapatkan pada penelitian yaitu ilai dari hasil pengujian temperatur dan pengujian impak memiliki perbedaan yang beragam dengan 5 macam variasi yaitu serat 10 gr, serat 20 gr, serbuk 20 gr, serbuk 40 gr dan tanpa adanya penambahan serat dan serbuk sama sekali. Nilai terbaik dari dari ke 5 macam variasi tersebut terdapat pada variasi serbuk 40 gr dan resin 0,5 gr yaitu sebesar max 1,8 mm dibandingkan dengan variasi yang lainnya (serat dan tanpa penambahan serat dan serbuk).

Rohmawati dan Setyarsih (2014) meneliti studi kekuatan mekanik serat alam/resin epoxy. Dalam penelitian yang dilakukan, serat alam dipotong halus hingga berbentuk serbuk, lalu diayak hingga ukurannya homogen. Setelah itu masing-masing serat alam dan resin epoxy dimasukkan ke dalam cetakan sesuai dengan ASTM D638. Selanjutnya cetakan dikeringkan pada suhu ruang selama 24 jam. Variasi komposisi bahan penyusun komposit ini berdasarkan persentase berat serat antara lain 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, dan 50%. Selanjutnya kekuatan mekanik komposit yang terbentuk diuji. Hasil pengujian menunjukkan bahwa serat eceng gondok memiliki kekuatan tarik terbesar dibandingkan serat lainnya pada komposisi serat 40 %, yaitu 18,14 kgf/mm². Serat daun pandan alas memiliki regangan terbesar dibandingkan serat lainnya pada komposisi serat 40 %, yaitu sebesar 5 %, sedangkan modulus Young terbesar diperoleh pada serat eceng gondok pada komposisi serat 50 %, yaitu 551,44 kgf/mm².

Berdasarkan beberapa penelitian yang di lakukan, penulis tertarik untuk meneliti “Komposit Serat Eceng Gondok: Pengaruh Fraksi Volume Terhadap Sifat Mekanik dan Sifat Fisik” sebagai judul skripsi yang akan di bahas.

1.2 Perumusan Masalah

1. Bagaimana membuat eceng gondok menjadi sebuah material komposit dengan menambahkan resin *urea formaldehyd* sebagai matriksnya
2. Bagaimana pengaruh perbandingan variasi fraksi volume serat eceng gondok dengan matrik *urea formaldehyd* terhadap sifat mekanik dan sifat fisik komposit.

3. Bagaimana kekuatan dan ketangguhan komposit yang dihasilkan dari serat eceng gondok

1.3 Batasan Masalah

Dari luasnya permasalahan yang timbul maka diperlukan adanya pembatasan, adapun batasan masalah dalam penelitian ini antara lain:

1. Jenis matrik yang digunakan adalah resin Urea Formaldehyde.
2. Bahan penguat (filler) yang digunakan adalah serat eceng gondok.
3. Perbandingan fraksi volume serat eceng gondok 0%, 15%, 30%, 45%, dengan resin urea formaldehyde 100%, 85%, 70%, 55% dengan orientasi serat acak.
4. Perlakuan NaOH yang digunakan 5% dengan lama perendaman 2 jam.
5. Proses pembuatan benda uji yang digunakan yaitu dengan metode hand lay up
6. Pengujian yang dilakukan adalah impak ASTM D 256, SEM, Densitas

1.4 Tujuan Penelitian

1. Membuat material komposit dengan memanfaatkan eceng gondok dengan matriks resin *urea formaldehyd*.
2. Untuk menganalisis seberapa besar pengaruh variasi fraksi volume eceng gondok dengan resin *urea formaldehyd* terhadap nilai kekuatan impak dari komposit tersebut.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Memberikan kontribusi berupa pengetahuan dalam mengkaji tentang komposit *urea formaldehyd* dengan filler serat eceng gondok.
2. Dapat dijadikan acuan bagi penelitian-penelitian berikutnya, khususnya dalam penerapan material komposit.
3. Memperoleh hasil sifat mekanik komposit serat eceng gondok dengan matriks resin *urea formaldehyd*
4. Menghasilkan sebuah material baru yang dapat digunakan sebagai material pengganti yang unggul yang berasal dari komposit serat eceng gondok

DAFTAR PUSTAKA



- Alamsyah, Rodianus. 2012. *Pengaruh Perendaman Dalam Air dan Fraksi Volume (10% & 20%) terhadap Sifat Mekanik Komposit Enceng Gondok*. Fakultas Teknik Universitas Andalas, Padang.
- Bagir, Achmad., Eka, G.p. *Pemanfaatan Serat Enceng Gondok Sebagai Bahan Baku Pembuatan Komposit*. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, Semarang.
- Callister, W, D., 2007. *Fundamentals Of Materials Science and Engineering an Interactive-5th edition, United States of America*.
- Gibson, R. F.1994. *Priciples Of Composite Material Mechanics, International Edition*. Singapore: McGraw-Hill, New York.
- Habibi, M. 2016. *Pengaruh Fraksi Volume Terhadap Sifat Fisik Dan Mekanik Karet Ban-Fly Ash Batubara*. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Indralaya
- I Purboputro, Pramuko. 2006. *Pengaruh Panjang Serat terhadap Kekuatan Impak Komposit Enceng Gondok dengan Matrik Poliester*. Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta, Jawa Tengah.
- Manual Book of ASTM Standards, D638-02.” *Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics*”. *ASTM Standards and Literature Referencess for Composite Materials*.
- Prasetyaningrum, Aji., Rokhati, Nur., Kristi, Anik Rahayu. 2009. *Optimasi Proses Pembuatan Serat Enceng Gondok Untuk Menghasilkan Komposit Serat dengan Kualitas Fisik dan Mekanik Yang Tinggi*. Jurusan Teknik Kimia Universitas Diponegoro, Semarang.
- Rohmawati, Lydia., Setyarsih, Woro. 2014. *Studi Kekuatan Mekanik Komposit Serat Alam/Resin Epoxy*. Jurusan Fisika FMIPA, Universitas Negeri Surabaya. Jawa Timur.
- Suwigno, Joko., Achmad, Ngubaidi. 2015. *Penggunaan Enceng Gondok Rawa Pening Ambarawa Untuk Cooling Pad Komposit Menggunakan Metode Kompaksi*. Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan-IKP Veteran Semarang, Jawa Tengah.
- Yudo, Hartono., Kiryanto. 2008. *Analisa Teknis Rekayasa Serat Enceng Gondok Sebagai Bahan Pembuatan Komposit Ditinjau dari Kekuatan Tarik*. Program Studi Teknik Perkapalan Fakultas Teknik UNDIP, Semarang.

Mataram, Agung.. Terry Wardhana R.A. 2015. *Komposit Serat Batang Pisang Kepok (Musa Paradisiaca) Bermatrik Polyster: Pengaruh Variasi Fraksi Volume Terhadap Sifat Mekanik*. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Hadil, Qomarul., Ali Nur Rahman. 2016. *Pengaruh Holding Time Pada Proses Cetak Tekan Panas Terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Komposit Keras Ban Bekas-Fly Ash Batubara*. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Sinarep, Azizul akhyaroni. Nasmi Herlina Sari. 2017. *Analisis Sifat Kekuatan Tekan dan Foto Mikro Komposit Urea Formaldehyde Diperkuat Serat Batang Kedelai*. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mataram.

Achmad, Ngubaidi. 2012. *Pemanfaatan Serat Enceng Gondok Sebagai Pengganti Material Komposit Pengganti Serat Karbon Dalam Pembuatan Cooling Pad*. PTM Otomotif IKIP Veteran Semarang