



Using Water Hyacinth Fiber (*Eichhornia Crassipes*) as Heat Absorbers Media In Wall

M Rahmatullah Amin^a, Sefri Wahyu Fernando Gultom^b, Fitriisia Krisa Bella^c, Putri Lynna A.
Luthan^{c*}

^a Jurusan Pendidikan Teknik Bangunan, Universitas Negeri Medan, Jl. Williém Iskandar, Medan

^b Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Medan, Jl. Williém Iskandar, Medan

^c Jurusan Teknik Sipil, Universitas Negeri Medan, Jl. Williém Iskandar, Medan

*email : putri.lynna@unimed.ac.id

ABSTRACT

Water hyacinth is aquatic weed plant that has medium fiber content with length about 1.75 – 2.12 mm and diameter about 11.15 – 11.65 μm in its stem. Water hyacinth contains 90% of water by weight reduction from 10 Kg when wet to 1 Kg when dry. In dry conditions, water hyacinth contains crude protein 13.03%, crude fiber 20.6%, fat 1.1%, ash 23.8% and the rest is vortex that contains polysaccharides and minerals. Research was done to obtain the design of heat absorbing product that modified with additional of water hyacinth. The method that was used begin with drying water hyacinth to obtain good fiber. water hyacinth fibers then mixed with cement and sand which are made as composites in order to reduce the heat of room. The result of the research is make a product that can overcome thermal comfort problems in deep room temperature condition. Water hyacinth was chosen because it is easy to obtain, cheap and can reduce environmental pollution (biodegradability) so that the composite can overcome environment problem and its used doesn't endanger health. Based on the test result by providing a heat source of 40 Watt bulb lamp to the media for 15 minutes, it was found that the final temperature of the media 1 without additional of water hyacinth fiber was 32.5°C, final temperature of media 2 with additional of 100 gr water hyacinth was 32.2°C, and the final temperature of media 3 with additional 150 gr water hyacinth was 31.7°C. it shows heat temperature that is released and cannot be absorbed by composite in media 3 is only 0.5°C, in media 2 is only 1°C while in composite in media 1 without additional of water hyacinth fiber that release heat about 1.3°C. it shows that the product is suitable to use because composite with additional of water hyacinth can absorb heat and release less heat compared to composite without additional water hyacinth fiber so that the room become cooler.

Keyword : water hyacinth, fiber, heat absorber, composite wall

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Enceng gondok merupakan tanaman gulma perairan yang memiliki kadar serat sedang dengan panjang berkisar antara 1,75-2,12 mm dan berdiameter 11,15-11,65 μm pada batangnya.⁶ Enceng gondok berkembang biak dengan cepat, baik secara vegetatif maupun generatif. Perkembang biakan dengan cara vegetatif dapat

melipat ganda dua kali dalam kurun waktu 7-10 hari. Satu batang enceng gondok dalam kurun waktu 53 hari sudah mampu berkembang seluas 1m², atau dalam jangka waktu 1 tahun ia sudah dapat menutup area seluas 7m². menyatakan bahwa dalam waktu 6 bulan pertumbuhan enceng gondok pada areal 1ha dapat mencapai bobot basah sebesar 125 ton.⁴ Enceng gondok mengandung kadar air sebesar 90 % berat dengan tingkat reduksi berat dari 10 kg basah menjadi 1 kg kering. Dalam

keadaan kering enceng gondok mengandung protein kasar 13,03 %, serat kasar 20,6 %, lemak 1,1 %, abu 23,8 % dan sisanya berupa vortex yang mengandung polisakarida dan mineral-mineral.¹¹

Serat enceng gondok kini mulai dilirik oleh penggunaannya karena mudah didapat, murah, dan dapat mengurangi polusi lingkungan (*biodegradability*) sehingga komposit ini dapat mengatasi permasalahan lingkungan, dan penggunaannya tidak membahayakan kesehatan.⁷ Serat eceng gondok merupakan salah satu material natural fibre alternatif dalam pembuatan komposit. Secara ilmiah pemanfaatannya belum banyak digunakan, oleh sebab itu material komposit yang menggunakan serat eceng gondok perlu dikembangkan. Pengembangan serat eceng gondok sebagai material komposit ini sangat dimaklumi mengingat dari segi ketersediaan bahan baku serat alam di Indonesia memiliki bahan baku yang cukup melimpah seperti pemanfaatan serat bambu, serat nenas, serat tebu, serat pisang, ijuk dsb, yang nantinya bahan alternatif tersebut harus berorientasi pada harga yang murah, jumlah yang melimpah, berkualitas tinggi serta ramah lingkungan. Serat eceng gondok merupakan salah satu *material natural fibre* alternatif dalam pembuatan komposit. Secara ilmiah pemanfaatannya juga terus dikembangkan.

Kecamatan Medan Marelan dan sekitarnya memiliki luas sekitar 44,47km² dan dihuni 167.984 penduduk dengan luas persawahan kurang lebih 1,8 hektar. Sejak tahun 2014 terdapat banyak persawahan yang ditumbuhi eceng gondok, namun belakangan ini tidak dimanfaatkan sama sekali. Beberapa alasan persawahan tersebut tidak lagi terawat dikarenakan banyak petani yang telah beralih profesi akibat serangan hama, dan perubahan geografis yang menyebabkan persawahan lebih sering gagal dan terjadi kerugian. Hal ini yang akhirnya memicu tanaman air seperti eceng gondok tumbuh subur di daerah ini sekaligus menjadi limbah dan merusak biota air. Selama ini eceng gondok dimanfaatkan sebagai bahan baku kerajinan berupa kursi, meja, tali, hiasan dinding, tas, sandal selain itu eceng gondok juga digunakan sebagai pupuk untuk tanaman, ada juga penggunaan eceng gondok sebagai peredam suara,⁵ menunjukkan bahwa dari hasil pengujian Differential Thermal Analysis (DTA) pada temperatur *endotherm*, bahan serat eceng gondok mampu menyerap panas. Selain itu, papan gipsium plafon yang dibuat dari serat eceng gondok-gipsium-*castable* terbukti mampu menahan panas mencapai 140°C sehingga sangat baik dan nyaman digunakan dalam ruangan.

Penelitian ini bertujuan agar pemanfaatan serat eceng gondok ini dapat dikembangkan dan diterapkan di Indonesia yang beriklim tropis yang

mendapatkan paparan panas sinar matahari yang kurang lebih 12 jam per-harinya, sehingga mengakibatkan dinding pada rumah menjadi panas dan juga akan mempengaruhi pada suhu ruangan. Dalam penelitian ini eceng gondok diharapkan dapat menjadi bahan baku alternatif sebagai serat dalam pembuatan komposit peredam panas pada dinding tersebut. Hasil penelitian ini diharapkan dapat berkembangnya inovasi baru bidang ke teknik sipil dalam pengembangan teknologi material yang akan berfungsi sebagai media peredam panas pada dinding. Berdasarkan latar belakang, maka tujuan penelitian adalah untuk mengetahui serat eceng gondok dapat digunakan sebagai peredam panas pada dinding.

1.2 Eceng Gondok

Eceng gondok termasuk dalam family Pontederiaceae merupakan salah satu gulma perairan dengan kecepatan berkembang biak vegetatif sangat tinggi, terutama didaerah tropis dan subtropis. Pada umumnya eceng gondok memberikan dampak negatif terhadap lingkungan yaitu mendangkalkan sistem perairan sehingga ekosistem daerah perairan terhambat yang akhirnya akan merugikan masyarakat.



Sumber Dokumen Pribadi

Gambar 1.1 Eceng Gondok

Eceng Gondok mengandung kadar air sebesar 90% berat dengan tingkat reduksi berat dari 10 kg basah menjadi 1 kg kering. Dalam keadaan kering eceng gondok mengandung protein kasar 13,03%, serat kasar 20,6 %, lemak 1,1%, abu 23,8%, dan sisanya berupa vortex yang mengandung polisakarida dan mineral-mineral.¹¹

Komposisi kimia eceng gondok tergantung pada kandungan unsure hara tempatnya tumbuh dan sifat daya serap tanaman tersebut. Eceng gondok mempunyai sifat-sifat yang baik antara lain dapat menyerap logam-logam berat, senyawa sulfida, selain itu mengandung protein **lebih dari 11,5%**. **Kandungan kimia serat eceng gondok** terdiri dari 60% selulosa, 8% hemiselulosa dan 17% lignin .¹

1.3 Serat Eceng gondok

Eceng gondok memiliki kadar serat yang tinggi yaitu 72,63% *selilosa*. *Selulosa* dapat dimanfaatkan sebagai penyerap bahan-bahan

tertentu. *Selulosa* merupakan *polisakarida* pembangun yang paling penting pada tanaman. *Selulosa* adalah polimer linier yang terdiri 300 sampai 15.000 *glukosa* yang dihubungkan oleh ikatan $\beta(1-4)$. Ikatan jenis ini mengakibatkan permukaan rantai *selulosa* seragam dan membentuk lapisan serat seperti struktur pori. Material padatan berpori memiliki kemampuan menyerap bahan-bahan disekelilingnya sehingga dapat dimanfaatkan sebagai material penyerap bahan berbahaya bagi lingkungan.¹⁴

Secara luas, sebenarnya serat tekstil dapat diklasifikasikan ke dalam dua kategori yaitu serat alami dan serat buatan manusia. Serat pada batang eceng gondok merupakan salah satu contoh serat alami dimana mengandung kadar air sebesar 90% berat dengan tingkat reduksi berat dari 10 kg basah menjadi 1 kg kering. Dalam keadaan kering tumbuhan ini mengandung protein kasar 13,03%, serat kasar 20,6%, lemak 1%, abu 23,8%, dan sisanya berupa vortex yang mengandung polisakarida dan mineral-mineral.¹¹

Tabel 1.1 Kandungan Kimia Eceng Gondok Kering

Senyawa Kimia	Persentase (%)
Selulosa	64,51
Pntosa	15,61
Lignin	7,69
Silika	5,56
Abu	12

Sumber: Hesty R.S, 2009

Kualitas serat yang dihasilkan dari eceng gondok tersebut dipengaruhi oleh kandungan airnya (kadar air mencapai 90%), karena sebagian besar hidup eceng gondok berada di wilayah perairan. Serat eceng gondok yang basah lebih rentan patah ketimbang serat eceng gondok kering. Oleh karena itu, eceng gondok perlu ditreatment dengan proses pengeringan.

Eceng gondok memiliki kadar serat yang cukup tinggi (20,6%) namun memiliki kadar abu dan pengotor (vortex) yang tinggi pula. Untuk mendapatkan seratnya diperlukan ketelatenan dan tantangan yang terampil karena serat-serat tersebut dibungkus dalam susunan vortex yang tebal. Dari analisis bahan baku awal, serat tersebut perlu penanganan yang khusus, yakni eceng gondok dikeringkan terlebih dahulu sebelum seratnya diambil.

Serat eceng gondok sekarang banyak digunakan dalam industri-industri mebel dan kerajinan rumah tangga karena selain mudah didapat, murah, dapat mengurangi polusi lingkungan (*biodegradability*) juga mampu

mengatasi permasalahan lingkungan, serta tidak membahayakan kesehatan.

Tabel 1.2 Keunggulan dan Kelemahan Penggunaan Serat Eceng Gondok

Jenis Serat	Keunggulan	Kelemahan
Eceng Gondok	Mudah didapat Murah Dapat Mengurangi Polusi Lingkungan (<i>biodegradable</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Pengambilan Serat Sulit • Kekuatan Serat renh

Sumber : (Aji Prasetyaningrum, 2009)

Dengan Kandungan serat yang cukup besar, eceng gondok berpotensi untuk dikembangkan dalam bidang komposit berbasis serat alam. Salah satu aplikasinya adalah pembuatan papan serat berkerapatan sedang. Hal itu dikarenakan tanaman ini dinilai memiliki kualitas serat yang ulet, kandungan serta cukup tinggi, bahan baku yang melimpah (*sustainability resources*), murah dan mudah didapat, serta tidak beracun. Selain itu peningkatan kebutuhan eceng gondok tidak akan mempengaruhi stabilitas pangan, sandang dan papan karena tidak berkedudukan sebagai komoditas primer masyarakat.

1.4 Serat Eceng Gondok Sebagai Material Natural Fibre Alternatif Dalam Pembuatan Komposit

Menurut Matthews dkk. (1993) dalam Widodo,¹³ komposit adalah suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material pembentuk melalui campuran yang tidak homogen, dengan sifat mekanik dari setiap material pembentuknya yang saling berbeda sementara menurut Chung, D,² komposit material adalah bahan multifase yang diperoleh melalui kombinasi buatan dari material yang berbeda dari beberapa komponen.

Fibrous Composites (Komposit Serat) merupakan komposit serat merupakan jenis komposit yang menggunakan serat sebagai penguat. Serat yang digunakan biasanya berupa serat gelas, serat karbon, serat aramid dan sebagainya. Serat ini bisa disusun secara acak maupun dengan orientasi tertentu bahkan bisa juga dalam bentuk yang lebih kompleks seperti anyaman. Bila peningkatan kekuatan menjadi tujuan utama, komponen penguat harus mempunyai rasio aspek yang besar, yaitu rasio panjang terhadap diameter harus tinggi, agar beban ditransfer melewati titik dimana mungkin terjadi perpatahan.¹²

Matriks merupakan material pengikat serat penguat pada komposit. Sifat dari matriks umumnya ductile dan mempunyai kekuatan yang

lebih rendah dibandingkan dengan material penguatnya. Dalam pembuatan komposit serat (fiber reinforced plastic) matriks yang digunakan adalah thermosetting polimer, atau lebih dikenal dengan resin. Resin yang paling sering digunakan dalam aplikasi industri komposit serat dikelompokkan menjadi tiga kelompok besar, yakni Epoxy, Vinyl Ester, dan Polyester.⁸

1.5 Tipe Komposit Serat

Berdasarkan penempatannya terdapat beberapa tipe serat pada komposit yaitu:

1. Continuous Fiber Composite

Tipe ini mempunyai susunan serat panjang dan lurus, membentuk lamina diantara matriks Tipe ini mempunyai kelemahan pemisahan antar lapisan.

2. Woven Fiber Composite

Komposit ini tidak mudah dipengaruhi pemisahan antar lapisan karena susunanseratnya mengikat antar lapisan. Susunan serat memanjangnya yang tidakbegitu lurus mengakibatkan kekuatan dan kekakuan melemah.

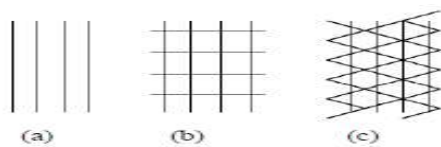
3. Discontinuous Fiber Composite

Discontinuous Fiber Composite adalah tipe komposit dengan serat pendek.

4. Hybrid Fiber Composite

Hybrid Fiber Composite merupakan komposit gabungan antara tipe serat lurusdengan serat acak. Tipe ini digunakan supaya dapat mengganti kekurangan sifatdari kedua tipe dan dapat menggabungkan kelebihannya.

Tipe-tipe susunan serat dapat dilihat pada Gambar 1.2.



Gambar 1.2 Susunan Serat (a) serat lurus (b) serat acak (c) serat hybrid

Salah satu keuntungan material komposit adalah kemampuan untuk diarahkan sehingga kekuatannya dapat diatur hanya pada arah tertentu yang kita kehendaki, selain itu kelebihan lainnya adalah ringan, kuat, tidak terpengaruh korosi, dan mampu bersaing dengan logam, dengan tidak kehilangan karakteristik dan kekuatan mekanisnya.¹⁰ Bahan komposit dapat ditemukan di alam karena bahan komposit terdiri dari bahan organik dan bahan anorganik, misalnya adalah serat eceng gondok.

2. Metodologi Penelitian

2.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan setelah proposal PKM Penelitian yang diajukan ini lolos didanai. Penelitian ini dilakukan di Laboraturium Teknik Sipil Fakultas Teknik dan Laboratorium Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan.

2.2 Bahan dan Alat

Bahan yang akan digunakan pada penelitian ini meliputi: Serat Eceng Gondok, Semen Portland, Agregat Halus/Pasir, Air, dan Kawat

Sedangkan Alat yang akan digunakan meliputi: Timbangan/Neraca, Satu Set Saringan, Cetakan Pembuat Komposite, Thermometer, dan Sikat Kawat.

2.3 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.1



Gambar 2.1 Prosedur Penelitian

2.3.1. Pembuatan Serat Eceng Gondok

Langkah-langkah pembuatan serat eceng gondok sebagai berikut:

1. Batang eceng gondok dipotong 8-10 cm
2. Kemudian potongan tersebut dibelah menjadi beberapa bagian
3. Batang eceng gondok yang telah kering akan disikat cara membujur searah dengan sikat kawat tersebut
4. Sampai menghasilkan serat eceng gondok

2.3.2. Persiapan Bahan dan Material

Persiapan bahan dan material merupakan tahapan pada saat dilakukan pemisahan serat eceng gondok dan persiapan bahan-bahan material untuk membuat komposit. Bagian yang diambil dari eceng gondok adalah bagian batang yang kemudian dicuci dan dikeringkan hingga benar-benar kering. Pemisahan serat eceng gondok dilakukan dengan menggunakan sikat kawat. Serat eceng gondok yang umumnya memiliki panjang rata-rata 20-50 cm dipotong dengan panjang 5 cm karena pada panjang tersebut eceng gondok memiliki kekuatan lentur maksimum. Sedangkan bahan material pembuat komposit lainnya seperti semen, agregat halus (pasir) didapatkan dari toko material.

2.3.3. Perencanaan Komposisi Material

Penentuan komposisi campuran komposit dilakukan dengan berpedomankan SNI 03-2834-2000 tentang Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal. Komposisi semen, pasir, serat eceng gondok dan air didapatkan dengan cara perhitungan untuk disetiap materialnya. Adapun perbandingan komposisi semen, pasir adalah 6 : 1, untuk membuat komposit ini digunakan 200 gr pasir dan 1200 gr semen. Untuk serat eceng gondok sendiri ada tiga perbandingan komposisi berat dimulai dari tanpa menggunakan serat, kemudian 50 gr dan yang terakhir adalah 75 gr. Untuk komposisi air pada ketiga sampel digunakan 450 ml untuk masing-masing media. Perbandingan komposisi dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Perbandingan Komposisi Material untuk Ketiga Media

Komposisi Material	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3
Semen	1200 gr	1200 gr	1200 gr
Pasir	200 gr	200 gr	200 gr
Air	450 ml	450 ml	450 ml
Enceng Gondok	Tanpa Serat	50 gr	75 gr

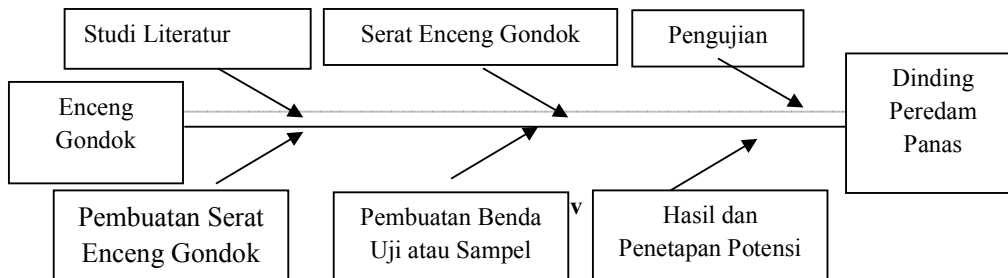
2.3.4. Pembuatan Benda Uji atau Sampel

Setelah penentuan komposisi disetiap material selesai maka masuk ketahapan pembuatan benda uji benda uji dibuat dengan cara mencampurkan semua komposisi material sehingga menjadi komposit. Campuran komposit tadi kemudian dimasukan kedalam cetakan berukuran 30cm x 30cm x 2cm. Sebagai perbandingan dari percobaan ini maka dibuatlah sebuah sampel yang diperlakukan secara sama namun menggunakan variasi berat serat eceng gondok yang berbeda. Media yang digunakan berbentuk kubus sehingga untuk satu Benda Uji diberikan dua Sampel yang ditempelkan di sisi kiri dan kanan Media.

2.3.5. Pengujian dan Hasil Pengujian

Pengujian dilakukan setelah benda uji kering benar setelah pembuatan benda uji. Pengujian dilakukan dengan cara memasang sampel pada dinding sebuah ruangan yang dibuat seperti miniatur ruangan yang mana pada ruangan tersebut akan diberikan sumber panas yaitu lampu pijar 40 watt yang mana pengujian dilakukan selama waktu 15 menit tiap sampelnya, suhu ruangan diukur suhunya menggunakan themometer. Kemudian akan ditetapkan hasil dan penetapan potensi bahwa serat eceng gondok tersebut dapat menjadi alternatif bahan baku dalam pembuatan komposit peredam panas pada dinding.

2.4 Proses Penelitian



Gambar 2.2 Alur Penelitian

Tabel 3.1 Data Hasil Pengujian

III. Hasil dan diskusi

Berdasarkan hasil pengujian yang telah lakukan pada ketiga sampel yaitu dengan serat eceng gondok sebanyak 75gr, 50gr, dan tanpa menggunakan serat eceng gondok maka didapatkan hasil yang dapat dilihat pada tabel 3.1.

Indikator Pembeding	Pengujian		
	Media 1 (Menggunakan 0 gr Serat Enceng Gondok)	Media 2 (Menggunakan 100gr Serat Enceng Gondok)	Media 3 (Menggunakan 150 gr Serat Enceng Gondok)
Suhu Awal (Sebelum diberikan Sumber Panas)	31, 2°C	31, 2°C	31, 2°C
Suhu Akhir (Setelah diberikan Sumber Panas)	32, 5°C	32, 2°C	31, 7°C

Dari tabel 3.1. dapat dilihat bahwa penggunaan serat eceng gondok berhasil meredam dan menyerap panas, sehingga suhu pada ruangan tidak mengalami peningkatan suhu yang signifikan. Berbeda dengan tanpa menggunakan serat eceng gondok yang mana terlihat jelas peningkatan suhu sangat signifikan naiknya. Sehingga ketika diberi sumber panas, ruangan akan menjadi lebih dingin dengan tambahan serat eceng gondok dibandingkan ruangan tanpa tambahan serat eceng gondok.

IV. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari pembahasan diatas maka ditariklah beberapa kesimpulan antara lain:

1. Penggunaan serat eceng gondok pada bahan pembuat komposit efektif berhasil meredam dan menyerap panas pada dinding.
2. Penggunaan jumlah serat paling optimal yaitu pada percobaan dengan jumlah serat 150 gr dengan kisaran peredaman suhu 0.5°C
3. Pada jumlah serat 100 gr belum terjadi perubahan suhu yang signifikan maka dapat disimpulkan dengan jumlah serat 150gr lebih baik digunakan karena menjadikan ruangan lebih dingin.

Acknowledgment

Ucapan terimakasih disampaikan kelan Dirjen Belmawa yang telah memberikan dana penelitian PKM-PE tahun 2018 dan kepada Rektor Unimed yang telah memberikan dukungan terhadap penelitian ini.

Referensi

- (1) Ahmed, A. F., Moahmed A, Abdel Naby. (2012). *Pretreatment and Enzymic Saccharification of Water Hyacinth Cellulose*. Carbohydrate Polymers
- (2) Chung, D.H.L.,(2010). *Composite Materials, Science and Applications 2*, Spinger, London
- (3) Fatyasari, Iryanti dkk. (2013). *Pemanfaatan Serat Selulosa Eceng Gondok (Eichhornia Crassipes) Sebagai Bahan Baku Pembuatan Kertas: Isolasi dan Karakterisasi*. Konversi, Vol 2, No. 2. Teknik Kimia Universitas Lambung Mangkurat
- (4) Heyne, K. (1987). *Tumbuhan Berguna Indonesia. Terjemahan: Badan Litbang Kehutanan Jakarta. Jilid I dan II. Cetakan I*. Jakarta: Yayasan Sarana Wana Jaya.56.
- (5) Hutagalung, S. N. (2013). *Pembuatan Dan Karakterisasi Papan Gypsum Plafon Yang Dibuat Dari Serat Eceng Gondok-Gypsum-Castable*. Medan : Universitas Sumatra Utara
- (6) Moenandir,J.(1990). *Pengantar Ilmu Pengendali Gulma*. Rajawali Press. Jakarta
- (7) Pramuko I. Purboputro. (2006). *Pengaruh Panjang Serat Terhadap Kekuatan Impak Komposit Eceng Gondok Dengan Matriks Poliester*. Media Mesin, Vol.7, No.2 Edisi Juli. Teknik Mesin.Universitas Muhammadiyah Surakarta
- (8) Prasetyaningrum, Aji dkk. (2010). *Rancang Bangun Oven Drying Vaccum dan Aplikasinya sebagai Alat Pengering pada Suhu Rendah*, Riptek, Vol 4, No.1. Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
- (9) Prasetyaningrum, Aji dkk. (2009). *Optimasi Proses Pembuatan Serat Eceng Gondok untuk Menghasilkan Komposit Serat dengan Kualitas Fisik dan Mekanik yang Tinggi*, Riptek, Vol 3, No. 1. Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
- (10) Sari, N, H, Sinarep dan Ahmad. (2011). *Ketahanan Bending Komposit Hybrid Serat Batang Kelapa/Serat Gelas Dengan Matriks Urea Formaldehyde*.Teknik Mesin. Universitas Mataram
- (11) Soewardi, B. dan I. Utomo. (1975). *Kemungkinan Pemanfaatan Tumbuhan Pengganggu Air Dalam: Saf Tropical Biology Program. Rawa Pening Masalah Tumbuhan Pengganggu Air, Rencana Pengendalian dan Penelitian*. Laporan Pendahuluan (Inception Report). No. 1/1975. Doc. No. Biotrop / Tp/ 75/ 161. Bogor. Hal 75-85.
- (12) Vlack, L, H, (2004). *Edisi keenam. Elemen-elemen Ilmu dan Rekasyas Material*. Erlangga. Jakarta.
- (13) Widodo, B., (2008). *Analisa Sifat Mekanik Komposit Epoksi Dengan Penguat Serat*

- Pohon Aren (Ijuk) Model Lamina Berorientasi Sudut Acak (Random). Jurnal Teknologi Technoscientia, Jurusan Teknik Mesin, ITN Malang.*
- (14) Yuliasari, N, Miksusanti, Dian, (2008), *Studi Penyerapan PROCION pada Limbah Kain Tajung Menggunakan Tepung Batang Eceng Gondok*, Jurnal Penelitian Sains Volume 13 No.2(C) 13208, Jurusan Kimia FMIPA, Universitas Sriwijaya, Sumatra Selatan.