

## Pengaruh Variasi Fraksi Volume dan Lama Perendaman NaOH Terhadap Kekuatan Tarik dan Struktur Mikro Komposit Serat Eceng Gondok (*Eichornia Crassipes*)

Jemmy P. Randalongi<sup>1)</sup>, Jenly D.I Manongko<sup>2)</sup>, Zuldesmi Mansjur<sup>3\*)</sup>

<sup>1),2),3)</sup>Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Manado

E-mail: <sup>3)</sup>[zuldesmi@unima.ac.id](mailto:zuldesmi@unima.ac.id)

### Abstrak

Komposit terdiri dari dua bahan utama, serat sebagai penguat dan matriks sebagai pengikat. Bahan penguat komposit dapat berupa serat alam salah satunya yaitu eceng gondok. Penggunaan komposit sebagai bahan konstruksi dapat diandalkan sebagai material alternatif dari logam. Dikarenakan sifatnya yang ramah lingkungan dan ekonomis dibanding material logam. Masih sedikitnya penelitian tentang pengaruh variasi fraksi volume dan lama perendaman NaOH terhadap kekuatan tarik dan struktur mikro, maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari fraksi volume dan perlakuan NaOH serat terhadap sifat mekanik dari komposit. Dalam penelitian ini menggunakan serat eceng gondok, resin polyester BQTN-157, katalis MEKPO dan larutan NaOH (Natrium Hidroksida). Dengan memvariasikan fraksi volume 25:75%, 35:65% dan 40:60% dan perlakuan perendaman NaOH 3% selama 1 jam, 2 jam dan 3 jam. Metode pembuatan menggunakan *hand lay up* dengan ukuran 180 mm x 80 mm x 05 mm dan dipotong membentuk ASTM D638-01. Parameter pengujian yang digunakan uji tarik dan struktur mikro. Hasil menunjukkan nilai kekuatan tarik maximum didapatkan pada fraksi volume 35:65% sebesar 17,537 mpa, dengan waktu perendaman 3 jam sedangkan nilai kekuatan tarik minimum di dapatkan pada fraksi volume 40:60% sebesar 13,186 mpa dengan waktu perendaman 1 jam. Hasil pengujian struktur mikro, rata-rata patahan yang dihasilkan patah getas dan terdapat *crack deflation*, *debonding*, *void*, *overload* dan *pullout*.

Kata Kunci: Komposit Eceng Gondok, Fraksi volume, Perendaman NaOH, Uji Tarik, Struktur mikro.

### Abstract

*Composites consist of two main materials, fiber as a reinforcement and matrix as a fastener. Composite reinforcement materials can be natural fibers, one of which is water hyacinth. The use of composites as construction materials can be relied on as an alternative material to metal. Because of its environmentally friendly and economical nature compared to metal materials. There is still little research on the effect of variations in volume fraction and NaOH immersion time on tensile strength and microstructure, so this study aims to determine the effect of volume fraction and NaOH fiber treatment on the mechanical properties of the composite. In this study using water hyacinth fiber, BQTN-157 polyester resin, MEKPO catalyst and NaOH (Sodium Hydroxide) solution. By varying the volume fraction of 25:75%, 35:65% and 40:60% and 3% NaOH immersion treatment for 1 hour, 2 hours and 3 hours. The manufacturing method uses hand lay up with a size of 180 mm x 80 mm x 05 mm and cut into ASTM D638-01. Testing parameters used tensile test and microstructure. The*

*results show the maximum tensile strength value obtained at a volume fraction of 35:65% of 17.537 mpa, with a soaking time of 3 hours while the minimum tensile strength value was obtained at a volume fraction of 40:60% of 13.186 mpa with a soaking time of 1 hour. The results of the microstructure test, the average fracture produced is brittle fracture and there are deflation cracks, debonding, voids, overload and pullout*

*Keywords: Composite, Hyacinth, Volume fraction, Immersion NaOH, Tensile Test, Microstructure.*

## 1. PENDAHULUAN

Saat ini bahan teknik yang digunakan didunia industri masih sangat tergantung dengan logam. Namun bahan teknik lain mulai mendapat pertimbangan sebagai pengganti logam salah satunya adalah material komposit [1]. Material komposit terdiri dari material yang mengombinasikan *fillter* dengan campuran matriks/resin yang berfungsi sebagai fasa penguat [2]. Komposit memiliki beberapa keunggulan, antara lain bobotnya yang ringan, kekuatan dan kekakuan sangat baik, biaya produksi rendah, dan ketahanan terhadap korosi [3]. Perkembangan material komposit mulai bergeser dari bahan serat sintesis menjadi bahan berpenguat serat alam [4]. Salah satu penggunaan serat alam yaitu eceng gondok, Eceng gondok tumbuh dengan cepat sehingga perlu penanganan agar tidak mengganggu dan merusak ekosistem lingkungan, salah satu alternatifnya adalah dengan pembuatan bahan untuk komposit [5]. Dengan dibuat menjadi komposit, maka material tersebut dapat memiliki sifat mekanik yang tinggi sehingga dapat digunakan diberbagai bidang otomotif maupun pada peralatan olahraga.

Salah satu sifat mekanik tersebut ialah kekuatan tarik. Menurut penelitian-penelitian sebelumnya faktor-faktor yang mempengaruhi kekuatan tarik komposit serat alam ialah faktor pengaruh fraksi volume dan perlakuan alkali [11]. Pada komposit, serat merupakan komponen utama selain matriks, sehingga komposisi antara serat dan matriks merupakan faktor penting dalam menentukan karakteristik kekuatan komposit yang akan dihasilkan. Perbandingan tersebut dapat ditunjukkan dalam bentuk fraksi volume serat ( $V_f$ ). Hariyanto [6] dalam penelitiannya dengan serat kenaf membuktikan, semakin besar fraksi volume maka semakin besar juga kekuatan tariknya, tetapi hasilnya yang lain yaitu dengan serat rayon membuktikan ada kalanya juga kekuatan tarik turun walaupun fraksi volume meningkat, hal ini

dikarenakan apabila fraksi matriks yang terlalu kecil mengakibatkan ikatan matriks dengan serat berkurang juga.

Selain fraksi volume perendaman alkali juga dapat meningkatkan kekuatan tarik komposit serat, komposit yang diperkuat dengan serat tanpa alkalisasi, maka ikatan antara serat dan resin menjadi tidak sempurna karena terhalang lapisan yang menyerupai lilin di permukaan serat [7]. Sejalan dengan Maryanti, dkk. [7] dan Goud dan Rao [8] juga membuktikan bahwa *skin* berbahan dasar serat yang diperlakukan dengan perendaman NaOH mempunyai nilai kekuatan tarik lebih besar dibanding tanpa perlakuan alkali. Ikatan antara *filler* dan matriks akan semakin tinggi dengan hilangnya zat-zat tersebut [9].

Mengingat penggunaan material komposit yang beraneka ragam maka dipandang penting untuk mengkaji bahan komposit lebih luas menggunakan serat alam (eceng gondok). Masih sedikit yang meneliti mengenai pengaruh variasi fraksi volume dan lama perendaman NaOH terhadap kekuatan tarik dan struktur mikro. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh fraksi volume dan lama perendaman NaOH terhadap kekuatan tarik dan struktur mikro.

## 2. METODE PENELITIAN

### a. Persiapan Bahan Dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

- 1) Serat eceng gondok
- 2) Matriks *polyester* BQTN-157,
- 3) Katalis MEKPO,.
- 4) Wax *miracle gloss*,
- 5) Larutan NaOH

Peralatan pengujian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

- 1) *Universal Testing Machinning*, digunakan untuk menguji kekuatan tarik sehingga menghasilkan data.
- 2) Mikroskop optik HIROX HR-20-2500X, digunakan untuk menampilkan kecacatan pada hasil patahan dari pengujian tarik.

## **b. Pembuatan Spesimen**

Tahap persiapan pengambilan serat:

- 1) Pengambilan eceng gondok sebanyak yang diperlukan didapat dari danau Tondano kab. Minahasa Sulawesi Utara
- 2) Batang eceng gondok yang sudah di ambil kemudian di cuci bersih.
- 3) Untuk mendapatkan serat maka batang tanaman ditumbuk sampai permukaan seratnya rata, lalu serat dikeringkan selama kurang atau lebih 10 hari dengan cara dijemur sinar matahari sampai benar – benar kering.
- 4) Eceng gondok disikat dengan cara membujur searah dengan sikat kawat
- 5) Serat eceng gondok direndam dengan larutan NaOH 3% dengan variasi waktu perendaman 1, 2, dan 3 jam lalu dikeringkan kembali dengan suhu ruangan sampai benar kering.

Tahap pencetakan spesimen dilakukan dengan metode *hand lay-up* dengan menggunakan standar ASTM D638-01:

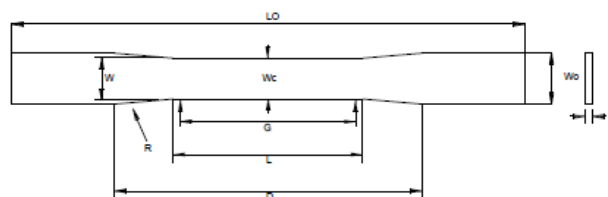
- 1) Serat yang telah melalui proses perendaman dan pengeringan kemudian dipotong dengan panjang 10mm.
- 2) Siapkan cetakan yang telah dibentuk sesuai dengan spesimen uji.
- 3) Hitung massa komposisi fraksi volume menggunakan neraca digital.
- 4) Cetakan yang telah dibentuk dilapisi menggunakan wax agar spesimen tidak mudah lengket.
- 5) Campuran resin dan katalis dituang kedalam cetakan lalu diratakan menggunakan kuas, dan serat dimasukkan kedalam cetakan kemudian resin dimasukkan kembali ke dalam cetakan sampai semua menutupi bagian cetakan.
- 6) Tunggu hingga spesimen mengering, pengeringan dilakukan didalam suhu ruang.
- 7) Setelah selesai semua tahap maka selanjutnya dilakukan pengujian spesimen.



Gambar 1. Spesimen komposit serat eceng gondok.

### c. Pengujian Tarik

Uji tarik dilakukan untuk mengetahui kekuatan tarik dan perpanjangan komposit serat selama pengujian berlangsung. Uji tarik (*stress-strain*) bertujuan untuk melihat kekuatan material terhadap gaya tarik sehingga dapat diperoleh pula bagaimana material tersebut bereaksi terhadap tenaga tarikan dan sejauh mana material bertambah panjang. Bila kita terus menarik suatu materi sampai putus, maka kita akan mendapatkan profil tarikan yang *valid* berupa kurva yang menunjukkan hubungan antara gaya tarikan dengan perubahan panjang. Pengujian tarik komposit menggunakan mesin *Universal Testing Machinning* dengan pembebanan 20 kg/N. Pembuatan spesimen uji tarik disesuaikan dengan standar ASTM D638-01, dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Dimensi spesimen uji tarik ASTM D638-01

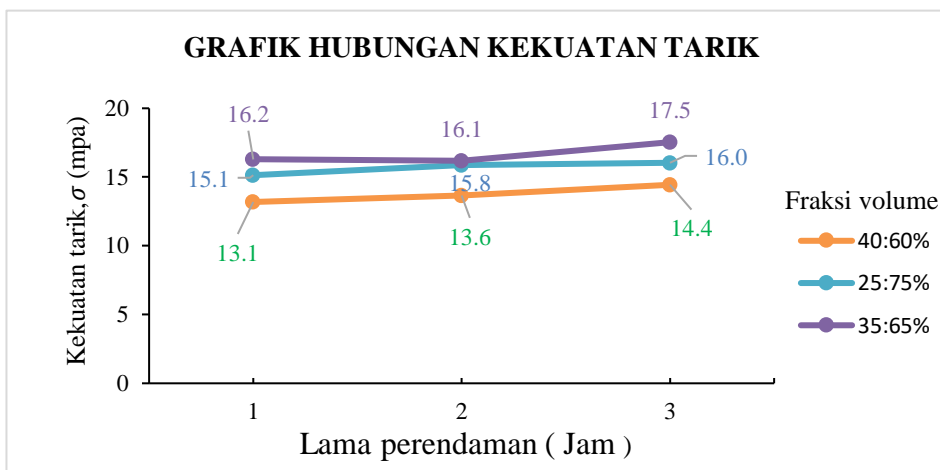
### d. Pengujian Struktur Mikro

Pengujian struktur mikro bertujuan untuk mengetahui bentuk dan banyaknya fraksi volume serat yang digunakan pada spesimen komposit serat akibat pengujian tarik[10]. Hasil patahan spesimen dilakukan pengamatan secara visual untuk mengamati patahan yang terjadi terhadap perlakuan yang di berikan. Proses pengamatan foto mikro dilakukan pada daerah patahan hasil pengujian tariknya dengan menggunakan mikroskop optik HIIROX HR 20-2500X dan pembesaran 1000X dan zoom 140X dan 50X.

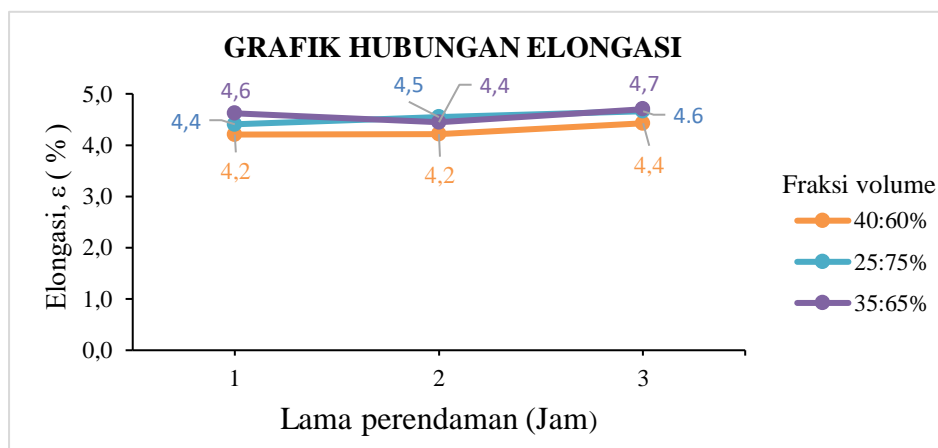
### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### a. Uji Tarik

Dari hasil pengujian tarik dapat ditunjukkan melalui grafik pada Gambar 3. grafik kekuatan tarik berpenguat serat eceng gondok dengan variasi fraksi volume serta lama perendaman NaOH. Kekuatan tertinggi terjadi pada fraksi volume 35:65% dengan lama perendaman tertinggi 3 jam, dan nilai kekuatan terendah pada variasi fraksi volume 40:60% dengan lama perendaman 1 jam, kekuatan tarik meningkat dengan meningkatnya waktu perendaman, sehingga permukaan serat yang lebih kasar setelah perendaman membuat ikatan antara serat dan resin lebih baik. Hal tersebut sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Pratama dkk [11] dan Kirana [12].



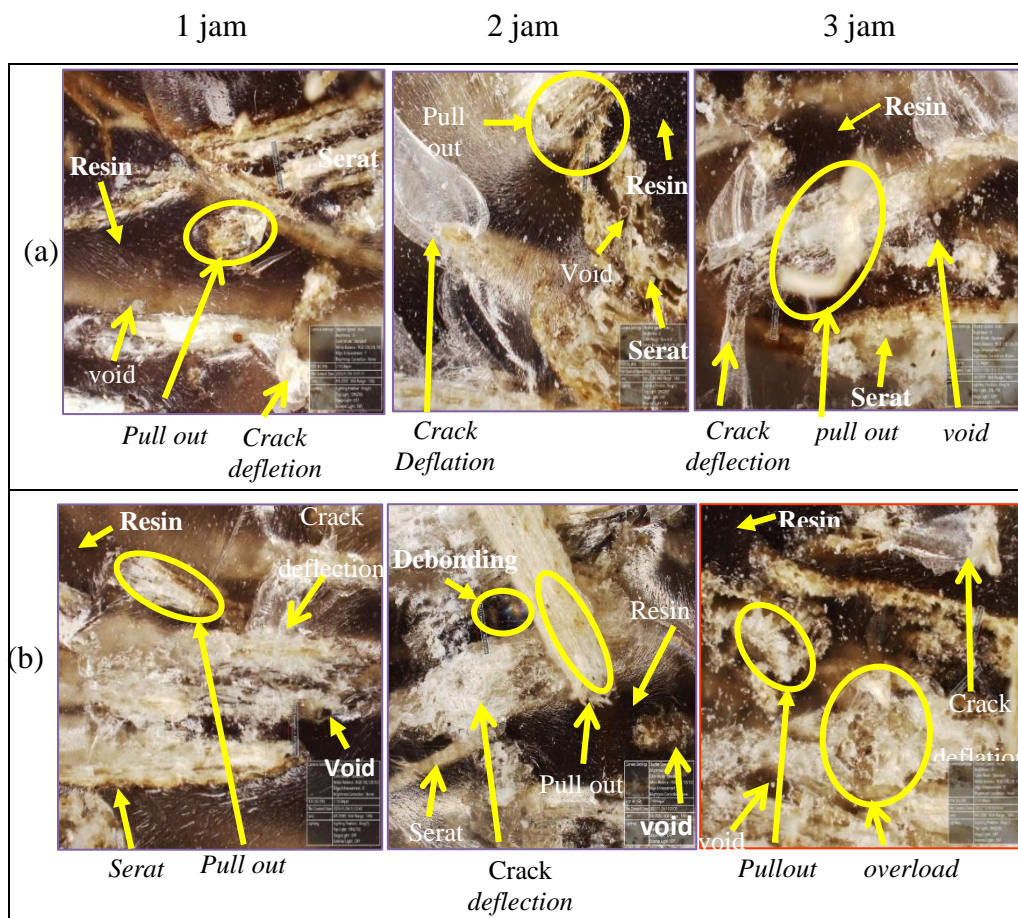
Gambar 3. Grafik Hubungan antara kekuatan tarik variasi fraksi volume (%) 25:75, 35:65, dan 40:60 dengan variasi lama perendaman NaOH 1 jam, 2 jam dan 3 jam

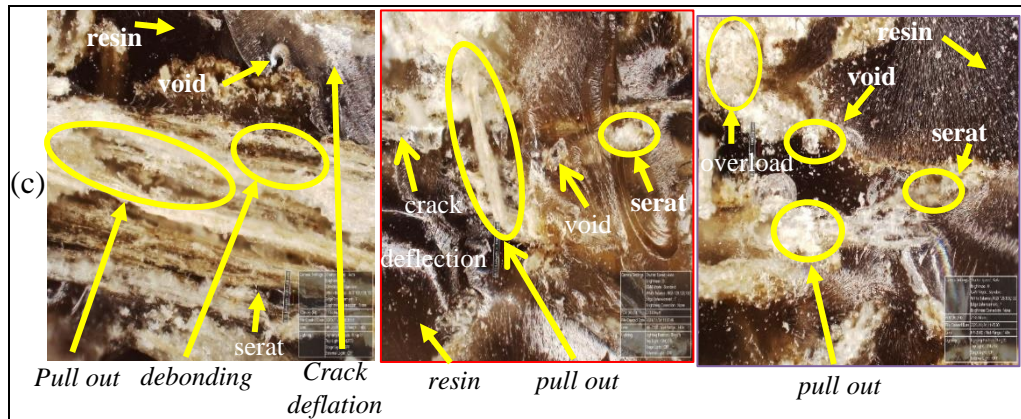


Gambar 4. Grafik Hubungan antara elongasi variasi fraksi volume (%) 25:75, 35:65, dan 40:60 dengan variasi lama perendaman NaOH 1 jam, 2 jam dan 3 jam.

Dari data yang didapatkan pada elongasi memiliki selisih nilai, ada yang tinggi dan yang rendah, gambar 4 menunjukkan hubungan antara fraksi volume dan lama perendaman pada elongasi. Nilai elongasinya meningkat seiring meningkatnya kekuatan tarik, akan tetapi pada fraksi volume 35:65% dengan lama perendaman 2 jam menurun yang disebabkan pada spesimen ini terdapat *debonding* dan spesimen lebih getas. Nilai elongasi tertinggi terdapat pada fraksi volume 35:65% dengan lama perendaman 3 jam yaitu sebesar 4,700%, dan nilai elongasi terendah pada 40:60% dengan perendaman 1 jam yaitu 4,206%. Penelitian ini sejalan penelitian yang dilakukan Matasina dkk [13] mereka menyatakan semakin lama waktu perendaman atau semakin tinggi penyerapan air yang digunakan maka regangan komposit akan semakin meningkat.

**b. Hasil Pengujian Struktur Mikro**



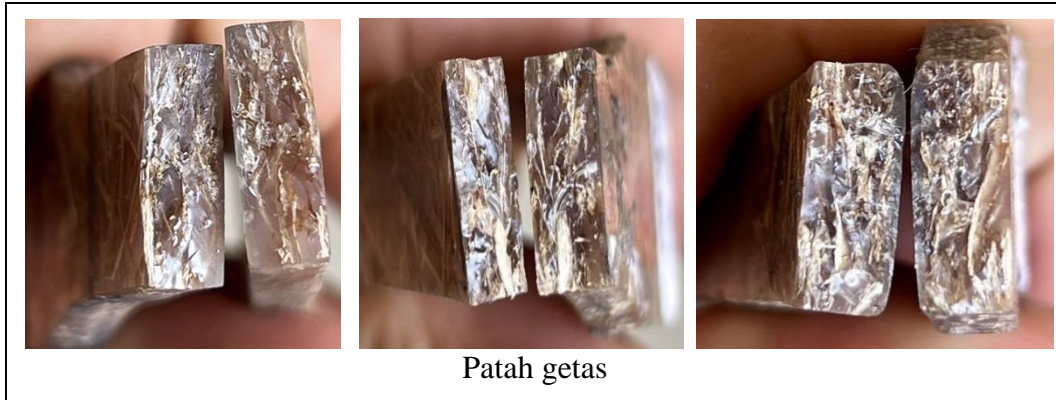


Gambar 5. Hasil foto mikro patahan spesimen uji tarik dengan variasi fraksi volume (a.) 25:75%, (b.) 35:65%, (c.) 40:60% dengan lama perendaman 1, 2, dan 3 jam.

Pada gambar 5 hasil foto mikro patahan spesimen uji tarik dengan variasi fraksi volume 25 % : 75% dan variasi lama perendaman 1, 2 dan 3 jam, menunjukkan rata-rata kegagalan pada spesimen yaitu *crack deflation*, *void* dan *pullout*. Terjadinya *Crack deflation* yang disebabkan karena posisi serat pada permukaan patahan miring mengikuti daerah patahan yang mengakibatkan retakan akan mengikuti alur dari posisi serat yang miring [14]. *Pull out* terjadi karena ketidakmampuan matriks/resin mengikat serat akibat beban yang diterimanya sehingga menyebabkan serat terlepas kemudian patah karena gaya yang diterima [15]. *Void* terjadi karena terperangkapnya udara pada saat proses pembuatan spesimen komposit [16].

Kemudian pada fraksi volume 35 % : 65 % dan waktu perendaman 1, 2 dan 3 jam, kegagalan rata-rata juga yaitu *crack deflation*, *void* dan *pullout*. Akan tetapi pada perendaman 2 jam terdapat *debonding*. Dimana *debonding* terjadi karena disebabkan matrik tidak mampu menahan serat untuk berada pada posisinya sehingga menyebabkan serat terlepas dari matrik kemudian patah akibat gaya yang terus diterimanya [17]. *Overload* terjadi karena putusya serat yang diakibatkan batas kekuatan serat dan ikatan yang kuat antara serat dan matrik [14] Begitu juga pada variasi fraksi volume 40 % : 60 % dengan waktu perendaman 1, 2 dan 3 jam kegagalannya juga rata-rata memiliki *crack deflation*, *void* dan *pullout*, *debonding* dan *overload*. Rata-rata patahan yang terjadi pada spesimen yaitu patah getas, adapun ciri-ciri patah getas didalam gambar tersebut terdapat kilauan cahaya berwarna putih / terlihat mengkilap sehingga termasuk kedalam patah getas [18].





Gambar 6. Patahan spesimen dengan fraksi volume 25:75, 35:65 dan 40:60% dan lama perendaman 1, 2 dan 3 jam.

#### 4. SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan yaitu dengan fraksi volume 25%:75%, 35%:65% dan 40%:60% dengan lama perendaman 1, 2 dan 3 jam, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

- 1) Makin tinggi fraksi volume serat maka membuat kekuatan tarik menurun, karena banyaknya serat pada komposit maka komposisi serat akan lebih padat sehingga resin kurang berikatan dengan baik. Kekuatan tarik tertinggi didapatkan pada fraksi volume 35:65% dengan nilai 17,537 mpa, dan Rata-rata patahan yang dihasilkan patah getas dan terdapat *crack deflation*, *debonding*, *overload*, *pullout* dan banyak ruang kosong/void.
- 2) Lama perendaman NaOH pada komposit serat eceng gondok sangat berpengaruh, dimana semakin lama waktu perendaman dengan waktu yang lama menyebabkan kekuatan tarik meningkat, karena lignin pada permukaan serat banyak yang hilang sehingga serat dan resin berikatan dengan baik. Dan lama perendaman yang didapatkan yaitu pada perendaman 3 jam dengan nilai kekuatan tarik 17,537 mpa.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. R. K. D. M. Budi Nur Rahman, "Pengaruh fraksi volume volume Serat Dan Lama Perendaman Alkali Terhadap Kekuatan Impak Komposit Serat Aren-Polyester," *Jurnal Ilmiah Semesta Teknika* , pp. 26-32, 2011.
- [2] Heri setyawan, r., & wijianto, s. T. (2016). Karakteristik komposit serat enceng gondok dengan fraksi volume 15%, 20%, 25% terhadap uji bending, uji tarik dan daya serap bunyi untuk dinding peredam suara (doctoral dissertation, universitas muhammadiyah surakarta).
- [3] M. R. K. W. T.a. Sutrisno, "analisa kekuatan tarik dan foto makro patahan komposit serat eceng gondok berpenguat zno," *jurnal mesin material manufaktur dan energi (jmmme)*, vol. 12, pp. 1-7, 2022.
- [4] S. H. H. P. D. R. H. Akhmad Nurdin, "Pengaruh Alkali Dan Fraksi Volume Terhadap Sifat Mekanik Komposit Serat Akar Wangi-Epoxy," *Rotasi*, vol. 21, pp. 30-35, 2019.
- [5] Asmoro, a. T., helmy, p., & mulyo, r. B. S. (2018). Pengaruh ketebalan komposit matrik resin dengan penguat kulit eceng gondok (*eichhornia crassipes*) yang dianyam terhadap kemampuan balistik. *Majalah ilmiah momentum*, 14(1).
- [6] Hariyanto, Agus. (2009). "Pengaruh Fraksi Volume Komposit Serat Kenaf dan Serat Rayon Bermatrik Poliester Terhadap Kekuatan Tarik dan Impak". *Jurnal Penelitian Sains & Teknologi*. Vol. 10, No.2, 2009, pp.181-191.
- [7] Maryanti, Budha; Soenif, A. As'ad; dan Wahyudi, Slamet. 2011. "Pengaruh Alkalisasi Komposit Serat Kelapa-Poliester terhadap Kekuatan Tarik". *Jurnal Rekayasa Mesin*. Vol. 2, No. 2, pp. 123-129.
- [8] Goud, Govardhan.; and Rao, R.N. 2011. "Effect of Fibre Content and Alkali Treatment on Mechanical Properties of Roystonea Regia-Reinforced Epoxy Partially Biodegradable Composites". *Bulletin of Materials Science*. Vol.34.No. 7, December 2011, pp. 1575-1581.
- [9] M. P. Simanjuntak, "Sifat Mekanik Komposit Terhadap Fraksi Volume Serat Eceng Gondok Bermatriks Polyester," *Jurnal Einstein*, vol. 1, pp. 76-87, 2013.
- [10] Z.J.C.K. Khalik Achmad Nasra, "Pengaruh Post Weld Heat Treatment Terhadap Sifat Mekanik dan Struktur Mikro Baja Karbon ST42 dengan Pengelasan SMAW (Shielded Metal Arc Welding)," *Actuator jurnal teknik mesin*, vol.1, pp. 26-36, 2020.
- [11] R. H. S. d. I. P. Yudha Yoga Pratama, "Pengaruh Perlakuan Alkali, Fraksi Volume Serat, Dan Panjang Serat Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Serat Sabut Kelapa-Polyester," *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, vol. 13, pp. 8-15, 2014.
- [12] Naca, K. (2023). Analisis Pengaruh Perendaman Komposit Serat Daun Suji Dengan Persentase Serat 15%, 20% Dan 25% Pada Pengaplikasian Panel Panjat Dinding (Doctoral dissertation, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung)

- [13] Matasina, M, Boimau, dan K , Jasron. J, U.t, (2014) Pengaruh Perendaman Terhadap Sifat Mekanik Komposit Polyester Berpenguat Serat Buah Lontar, Universitas Nusa Cendana, Kupang NTT, Vol 1.
- [14] Zulkifli, hermansyah, mulyanto, (2018). Analisa kekuatan tarik dan bentuk patahan komposit serat sabuk kelapa bermatriks *epoxy* terhadap variasi fraksi volume serat. Jurnal teknologi terpadu. Vol (6).
- [15] Wirawan, W., Widodo, T., & Zulkarnain, A. 2018. Analisis Penambahan Coupling Agent terhadap Sifat Tarik Biokomposit Kulit Waru (*Hibiscus Tiliaceus*)-Polyester. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 9(1): 35–41.
- [16] D. F. Rochman, "Pengaruh Konsentrasi Larutan Koh Terhadap Kekuatan tarik Dan Struktur Mikro Komposit Hibrid Serat Rami dan Serat bambu," *Jurnal Teknik Mesin*, vol. 8, pp. 111-118, 2020.
- [17] M. A. Lutfinandha, "Pengaruh Waktu Perendaman Serat Pada Larutan Natrium Bikarbonat ( $\text{NaHCO}_3$ ) Terhadap Kekuatan Tarik Dan Struktur Mikro Komposit Serat Kulit Batang Kersen-Polyester," *Jurnal Teknik Mesin*, vol. 8, pp. 9-18, 2020.
- [18] N. D. C. K. A. W. F. R. R. F. G. A. P. Tito Arif sutrisno, "Analisa Pengaruh Variasi Penambahan Fly Ash Terhadap Kekuatan," *Journal Of Mechanical Engineering, Manufactures, Materials And Energy*, pp. 1-9, 2022.