

ANALISA PENGARUH PERLAKUAN ALKALI TERHADAP SIFAT MEKANIK KOMPOSIT BERPENGUAT SERAT BUAH KELAPA SAWIT

Ella Sundari^{1,2)*}, Karmin¹⁾, Fenoria Putri¹⁾, Arif Budiman³⁾

¹⁾Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya

²⁾Mahasiswa Pendidikan Profesi Insinyur, Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya

³⁾Mahasiswa Program Studi Sarjana Terapan Teknik Mesin Produksi dan Perawatan, Politeknik Negeri Sriwijaya, Jalan Srijaya Negara, Kec.Iilir Barat I, Kota Palembang 30139

*email korespondensi : e_sundari@polsri.ac.id

INFORMASI ARTIKEL

Received:
16/02/2023

Accepted:
30/05/2023

Online-Published:
17/06/2023

ABSTRAK

Berbagai inovasi telah dikembangkan oleh para peneliti untuk mendapatkan dan mengembangkan serat alam baru karena keunggulan dari serat alam itu sendiri. Beberapa keunggulan dari serat alam seperti sifat fisik yang sangat baik, bahan alam yang melimpah, tidak merusak lingkungan dan biaya produksinya yang lebih murah. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan serat alam alternatif dengan memanfaatkan serat dari buah kelapa sawit yang banyak ditemukan di daerah Sumatera Selatan. Penelitian dilakukan dengan menyiapkan resin dan katalis dengan perbandingan 100 ml:1ml yang kemudian dituangkan kedalam cetakan sebanyak 25% dan dilanjutkan dengan meletakkan serat buah kelapa sawit secara acak. Setelah 8 jam, material komposit yang dihasilkan direndam selama 2 jam dengan cairan alkali NaOH dengan variasi 0%, 5% dan 7%. Sifat mekanik komposit serat buah kelapa sawit meningkat setelah diberi perlakuan alkali, dimana nilai tertinggi berupa kekuatan tarik 22,46 N/mm², kekuatan impact 0,15 J/mm² dan kekuatan bending 87,50 N/mm² didapatkan pada variasi alkali NaOH sebesar 7%.

Kata Kunci : Komposit, Serat Buah Kelapa Sawit, Perlakuan Alkali, Sifat Mekanik

ABSTRACT

Various innovations have been developed by researchers to obtain and develop new natural fibers because of its advantages. Some of the advantages of natural fibers such as excellent physical properties, abundant natural materials, do not damage the environment and lower production costs. This study aims to produce alternative natural fibers by utilizing fiber from oil palm fruit which is commonly found in South Sumatra. The research was carried out by preparing resin and catalyst with a ratio of 100 ml: 1 ml which was then poured into the mold as much as 25% and continued by arranging palm fruit fiber randomly. After 8 hours, the resulting composite material is soaked for 2 hours with NaOH alkaline liquid with variations of 0%, 5% and 7%. The mechanical properties of the palm fruit fiber composite increased after being treated with alkali, where the highest values were tensile strength 22.46 N/mm², impact strength 0.15 J/mm² and bending strength 87.50 N/mm² obtained at variations of alkaline NaOH of 7 %.

Keywords : Composite, Palm Fruit Fiber, Alkali Treatment, Mechanical Properties

©2023 The Authors. Published by Machinery: Jurnal Teknologi Terapan (Indexed in SINTA)

doi:
doi.org/10.5281/zenodo.8048689

1 PENDAHULUAN

Hariyanto (2010) menyatakan komposit digunakan sebagai material alternatif yang penggunaannya tidak hanya pada bidang transportasi tetapi juga pada bidang properti dan arsitektur. Kelebihan material komposit seperti dapat menghasilkan konstruksi yang lebih ringan, desain kekuatan dapat disesuaikan dengan arah beban dan lebih tahan terhadap korosi. Material komposit didefinisikan sebagai kombinasi dari dua atau lebih material yang berbeda bentuk dan komposisi kimianya serta tidak dapat larut di antara material tersebut.

Satu bahan bertindak sebagai penguat dan yang lainnya bertindak sebagai pengikat untuk menjaga kesatuan elemen (Maryanti dkk, 2011).

Teknologi *eco friendly* atau diartikan teknologi yang ramah lingkungan menjadi tantangan untuk diteliti dan dikembangkan oleh para ahli pada masa ini untuk menghasilkan inovasi di bidang material serat alam. Serat alam sebagai salah satu material yang berasal dari alam memiliki berbagai sifat fisik yang sangat baik seperti biaya spesifik yang rendah, merupakan sumber daya terbarukan, tidak menimbulkan polusi, keberadaannya yang melimpah di alam, dan ramah terhadap lingkungan. (Purukunkoro, 2017). Dan menurut Jamasri (2008), pengembangan dari penggunaan serat alam sebagai penguat pada material komposit dapat meningkatkan penggunaan sumber daya alam yang dapat diperbaharui.

Serat buah kelapa sawit merupakan limbah hasil dari pengolahan pemerasan buah sawit pada saat proses tekan yang berbentuk pendek seperti benang dan bewarna kuning kecoklatan. Dari 1 ton kelapa sawit akan dapat menghasilkan serat kelapa sawit sekitar 12% - 13% atau sebanyak 120kg – 130kg. Dengan banyaknya jumlah limbah serat kelapa sawit yang ada, selain di manfaatkan untuk sumber energi penulis juga mencoba memanfaatkannya sebagai serat penguat komposit.

Menurut Kim dkk (2010) metode yang paling umum digunakan untuk membersihkan dan memodifikasi permukaan serat serta untuk mengurangi tegangan permukaan dan meningkatkan adhesi antar muka antara serat alami dan matriks polimer adalah dengan menggunakan perlakuan alkali. Witono dkk (2013) menyatakan bahwa variasi yang terjadi pada perlakuan alkali (NaOH) memiliki pengaruh terhadap kekuatan tarik serat yang dihasilkan. Pada penelitian Nurdin dkk (2019) didapatkan bahwa serat akar wangi yang di rendam dengan alkali 5 % NaOH sampai 6 jam memiliki nilai kekuatan bending dan dampak semakin naik akan tetapi untuk jumlah fraksi volume serat lebih 20% nilai kekuatan bending dan dampak menurun. Pada tahun 2021, Jati dkk melakukan penelitian dimana material yang digunakan yaitu tandan kosong kelapa sawit dengan variasi waktu perendam NaOH dan variasi serat untuk mencari kerapatan. Hasil yang didapat serat yang lurus dan perlakuan alkali selama 2 jam mendapatkan nilai kerapatan yang paling tinggi sebesar 1,1972 gr/cm³. Boimau dkk (2021) meneliti tentang pengaruh perlakuan alkali 5 % pada serat batang pisang dengan fraksi volume serat anyaman 10%,15% dan 20% dimana fraksi volume 20% menunjukkan nilai tegangan tarik terbesar yaitu 24,6 MPa, regangannya 0,006 dan modulus elastisitas 2,67 GPa. Pada penelitian yang dilakukan oleh Zulkifli dkk (2019) tentang pengaruh perlakuan alkali NaOH pada serat sabut kelapa dengan matriks epoxy, didapatkan hasil konsentrasi larutan alkali sebesar 15% memiliki nilai tegangan Tarik yang optimal sebesar 23,497 MPa dan regangan 3,918%. Dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Ramadhan dkk (2021) didapatkan bahwa panjang serat memiliki pengaruh pada pengujian impact, dimana semakin panjang serat makan sambungan antar serat dan matrik semakin kuat.

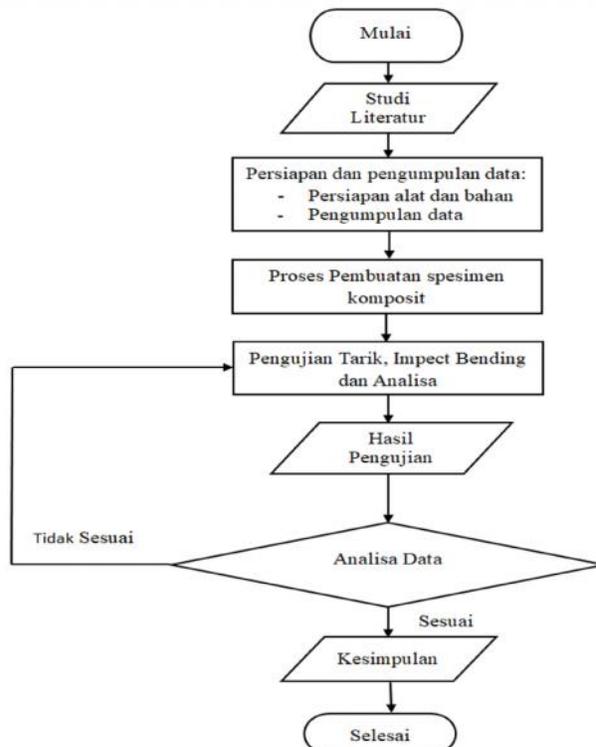
Pada penelitian ini digunakan serat dari limbah kelapa sawit. Variasi perlakuan yang digunakan berupa variasi persentase alkali NaOH dengan perendaman selama 2 jam untuk mendapatkan hasil kekuatan, keuletan dan ketangguhan komposit serat buah sawit. Pengujian hasil yang dilakukan dengan menggunakan tiga metode pengujian, yaitu uji tarik, uji dampak dan uji tekuk.

2. BAHAN DAN METODA

2.1 Metode Penelitian

Gambar 1 mengilustrasikan langkah-langkah penelitian seperti yang digambarkan pada diagram alir. Penelitian dilakukan dengan cara sebagai berikut:

- a. Membuat cetakan spesimen sesuai Membuat cetakan spesimen sesuai standar yang digunakan.
- b. Siapkan resin dan katalis dengan perbandingan 100 ml dan 1 ml lalu dituangkan kedalam gelas ukur dan diaduk secara merata.
- c. Selanjutnya resin dan katalis dituangkan kedalam cetakan sebanyak 25% lalu letakan secara acak serat buah kelapa sawit kedalam cetakan hingga merata.
- d. Tutup cetakan dengan kaca yang sudah di kasih mirroerglass dan bagian samping di jepit dengan clip penjepit sebanyak 4 buah dan beri beban di atasnya seperlunya.
- e. Setelah 8 jam buka clip dan tutup kaca lalu potong spesimen dengan standar pengujian yang digunakan.
- f. Kemudian material komposit serat buah kelapa sawit direndam selama 2 jam dengan cair alkali NaOH bervariasi dari 0%, 5% dan 7%.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

2.1.1 Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Alat dan Bahan

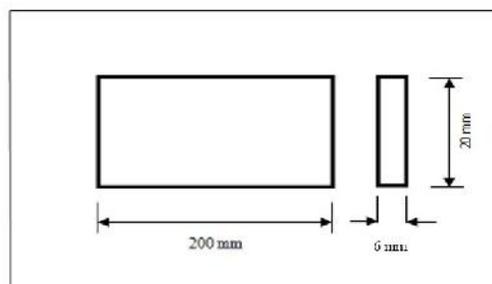
Alat	Bahan
Mesin Uji Tarik Mesin Uji Bending Mesin Uji Impak Timbangan Digital	Serat Buah Kepala Sawit Resin Polyester Katalis Mirroerglass Alkali (NaOH) Aquades

2.2 Pembuatan Cetakan

Pembuatan spesimen komposit menggunakan cetakan berbahan kaca yang telah diolesi pelapis. Metode pembuatan yang dipakai adalah cara *Hand Lay-Up* karena cara ini paling mudah, dan sesuai diterapkan untuk produksi skala kecil.

2.2.1 Cetakan Spesimen Uji Tarik

Skema cetakan uji tarik matrik pengikat dan komposit dapat dilihat pada Gambar 2 berikut ini.



Gambar 2. Skema Cetakan Spesimen Uji Tarik

Spesimen untuk pengujian tarik menggunakan standar ASTM D 638-14 dengan panjang 165 mm, lebar 19 mm dan tebal 6 mm. Adapun persamaan yang digunakan untuk pengujian tarik:

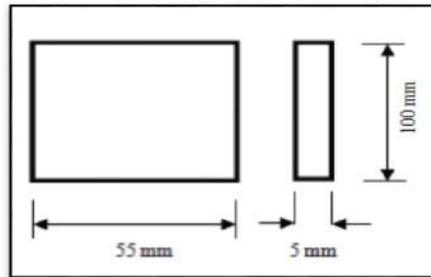
$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (1)$$

Keterangan:

- σ = tegangan (N/mm²)
- F = gaya (N)
- A = luas penampang (mm²)

2.2.2 Cetakan Spesimen Uji Impak

Skema cetakan uji impact matrik pengikat dan komposit dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Skema Cetakan Uji Impact

Spesimen untuk pengujian impact menggunakan standar ASTM D5942-96 dengan panjang 55 mm, lebar 100 mm dan tebal 6 mm. Adapun persamaan yang digunakan untuk pengujian impact:

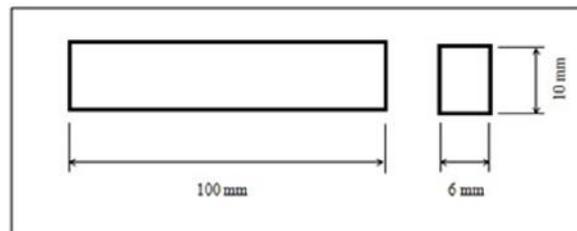
$$E_{serap} = w \cdot r \cdot \{\cos \beta - \cos \alpha\} \quad (2)$$

Keterangan:

- w = Berat pendulum / massa dikali dengan percepatan gravitasi (N)
- r = Radius Pendulum (m)
- α = Sudut awal / sudut yang dibentuk pendulum tanpa beban
- β = Sudut ayun akhir / sudut yang dibentuk pendulum setelah mematahkan benda uji

2.2.3 Cetakan Spesimen Uji Bending

Skema cetakan uji Bending matrik pengikat dan komposit dapat dilihat pada Gambar 4 berikut.



Gambar 4. Skema Cetakan Uji Bending

Spesimen untuk pengujian bending menggunakan standar ASTM D790-17 dengan panjang 100 mm, lebar 10 mm dan tebal 6 mm. Adapun persamaan yang digunakan untuk pengujian bending menurut Nugraha dkk (2020) yaitu:

$$S = \frac{3PL}{4bd^2} \quad (3)$$

Keterangan:

- S = kekuatan bending (MPa)
- P = gaya maksimum (N)
- L = support span (mm)
- b = lebar spesimen (mm)
- d = tebal spesimen (mm)

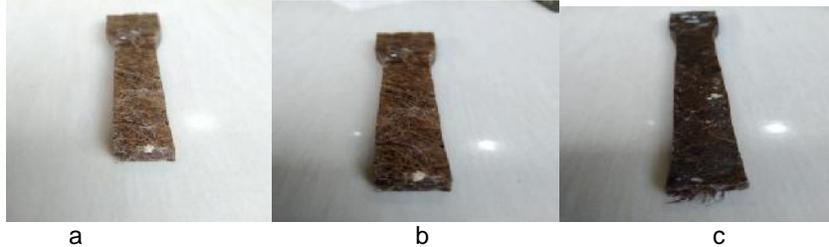
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisa Nilai Hasil Pengujian Tarik, Impak dan Bending

Berdasarkan hasil uji tarik, dampak dan lentur menggunakan standar ASTM D638-14, ASTM D5942-96 dan ASTM D790-17 serta dengan perlakuan basa 0%, 5% dan 7%. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui nilai persentase kekuatan, kelenturan dan ketahanan. Setelah dilakukan pengujian dengan mesin uji tarik, dampak dan tekuk, hasil pengujian dihitung. Hasil ini kemudian dibandingkan dengan hasil yang diperoleh dari masing-masing perlakuan basa. itu hanya dapat dianalisis menggunakan perhitungan ANOVA untuk menemukan persentase perubahan atau tidak ada perubahan. Analisis ini sangat berguna untuk perhitungan dengan jumlah variabel yang banyak.

3.1.1 Data Nilai Hasil Pengujian Tarik

Pada pengujian tarik menggunakan 9 spesimen yang terdiri dari 3 spesimen 0 % alkali (tanpa alkali), 3 spesimen 5 % alkali dan 3 spesimen 7 % dimana data hasil pengujian tarik spesimen tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.



Gambar 5. Spesimen pengujian tarik variasi alkali a. 0%, b. 5% dan c. 7 %

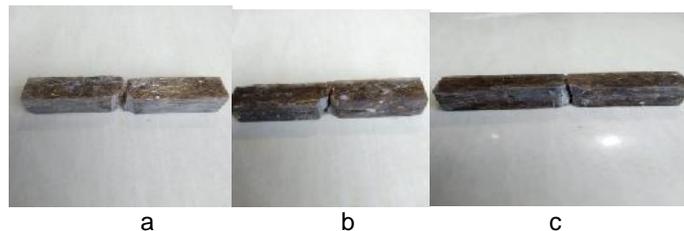
Tabel 2. Data nilai Hasil pengujian tarik dengan perlakuan 0%, 5% dan 7%

Variasi Alkali	Waktu Perendaman Alkali (Jam)	L ₀ (mm)	A (mm ²)	Tebal (mm)	F (N)	$\frac{F}{A}$ (N/mm ²)	Lebar (mm)	ΔL (mm)	$\frac{\Delta L}{L_0}$ (%)
0 %	2	50	78	6	998	12,79	13	0,2	4
		50	78	6	1199	15,37	13	0,2	4
		50	78	6	998	12,79	13	0,2	4
	Rata-rata						13,65		
5 %	2	50	78	6	1271	16,29	13	0,15	3
		50	78	6	1469	18,83	13	0,2	4
		50	78	6	1275	17,10	13	0,15	3
	Rata-rata						17,40		
7 %	2	50	78	6	1722	22,08	13	0,15	3
		50	78	6	1722	22,08	13	0,15	3
		50	78	6	1716	23,24	13	0,15	3
	Rata-rata						22,46		

Dari Tabel 2 di atas dapat dilihat hasil kekuatan tegangan tarik yang diberikan alkali 0% sebesar 13,65 N/mm², alkali 5% 17,40 N/mm², alkali 7% 22,46 N/mm². Dimana hasil 7 % alkali lebih baik daripada spesimen tanpa alkali dan 5 % alkali.

3.1.2 Data Nilai Hasil Pengujian Impak

Metode yang digunakan dalam pengujian dampak ini adalah metode Charpy.



Gambar 6. Spesimen pengujian dampak variasi alkali a.0%, b. 5% dan c. 7 %

Tabel 3. Data nilai hasil pengujian dampak dengan perlakuan 0%, 5% dan 7%

Variasi Alkali	Waktu Perendaman Alkali (Jam)	L (mm)	A (mm ²)	Tebal (mm)	Sudut a(°)	Sudut (°)	Tenaga Patah (Joule)	Keuletan (J/mm ²)
0 %	2	55	80	10	120	88	10,2	0,125
		55	80	10	120	85	11,2	0,14
		55	80	10	120	88	10,2	0,127
	Rata-rata						87	10,53
5 %	2	55	80	10	120	99	7,1	0,088
		55	80	10	120	94	9,1	0,113
		55	80	10	120	89	10	0,412
	Rata-rata						94	8,73
7 %	2	55	80	10	120	80	12	0,15
		55	80	10	120	84	12,1	0,151
		55	80	10	120	80	12	0,15
	Rata-rata						81	12,03

Hasil yang didapat untuk pengujian kekuatan dampak yaitu untuk alkali 0% 10,53 Joule, alkali 5% 8,73 Joule dan alkali 7% 12,03 Joule.

3.2 Analisa Hasil Pengujian Bending

Pada perlakuan uji bending spesimen, bagian atas spesimen terjadi proses tekan dan bagian bawah terjadi proses tarik sehingga kegagalan yang terjadi akibat uji bending yaitu mengalami patah bagian bawah karena tidak mampu menahan tekanan. Dalam pengujian bending dilakukan dengan beberapa perlakuan untuk mendapat hasil tingkat kekuatan bending.



Gambar 7. Spesimen pengujian Bending variasi alkali a. 0%, b. 5% dan c. 7 %

Tabel 4. Data nilai Hasil Pengujian Bending dengan perlakuan 0%, 5% dan 7%

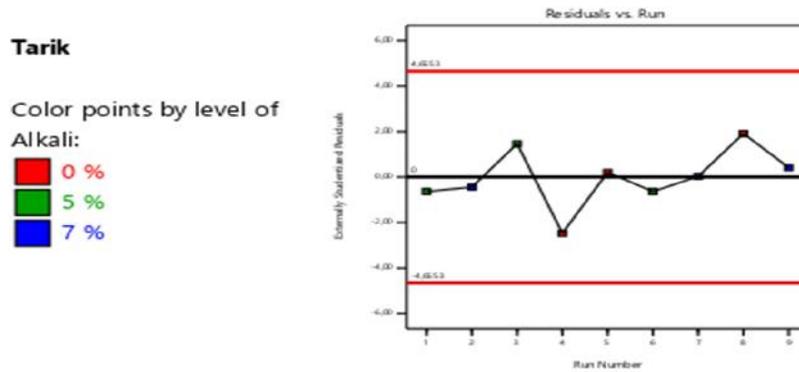
Variasi Alkali	Waktu Perendaman Alkali (Jam)	L ₀ (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)	F (N)	$\frac{F}{A}$ (N/mm ²)
0 %	2	100	10	6	130	54,17
		100	10	6	160	66,67
		100	10	6	130	54,17
	Rata-rata					
5 %	2	100	10	6	130	54,17
		100	10	6	170	70,83
		100	10	6	170	70,83
	Rata-rata					
7 %	2	100	10	6	220	91,67
		100	10	6	220	91,67
		100	10	6	190	79,17
	Rata-rata					

Spesimen uji dengan perlakuan alkali 7% NaOH, kekuatan bending nya lebih besar jika di bandingkan dengan perlakuan serat 5% sehingga tingkat ketahanan bendingnya lebih kuat, tetapi bila dibandingkan dengan perlakuan serat 0% didapat hasil lebih rendah dan tingkat kekuatannya juga rendah karena gaya yang

di hasil lebih kecil dari perlakuan serat 0%. Dapat dilihat bentuk patahan pada spesimen uji perlakuan serat 7%.

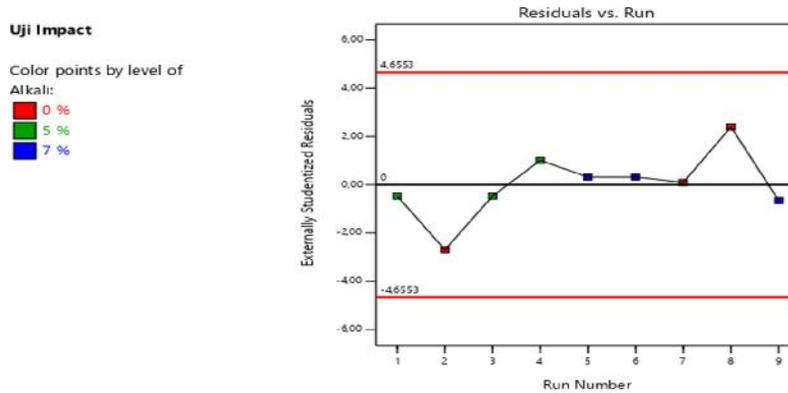
Setelah data keseluruhan hasil pengujian tarik, dampak dan bending didapatkan, maka didapat nilai minimum, maksimum, dan rata-rata yang akan di analisa menggunakan analisis varians untuk mendapatkan nilai persentase yang signifikan. Dari hasil analisis varians dapat diketahui bahwa perlakuan alkali 0%, 5% dan 7 % dengan tiga metode pengujian mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan kekuatan, keuletan dan ketangguhan dari perhitungan persentase kontribusi menunjukkan bahwa perlakuan 7% lebih berpengaruh dari pada perlakuan alkali 0% dan 5% terhadap kekuatan spesimen uji. Hasil pengujian tarik, dampak dan tekuk menunjukkan adanya perbedaan tingkat kekuatan dari masing-masing spesimen.

Dari hasil analisis varians dapat diketahui bahwa perlakuan alkali 0%, 5% dan 7 % dengan tiga metode pengujian mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan kekuatan, keuletan dan ketangguhan dari perhitungan persentase kontribusi menunjukkan bahwa perlakuan 7% lebih berpengaruh dari pada perlakuan alkali 0% dan 5% terhadap kekuatan spesimen uji. Hasil pengujian tarik, dampak dan bending menunjukkan adanya perbedaan tingkat kekuatan dari masing-masing spesimen. Dari data anova yang diuji secara acak dan didapatkan grafik pengujian sebagai berikut:



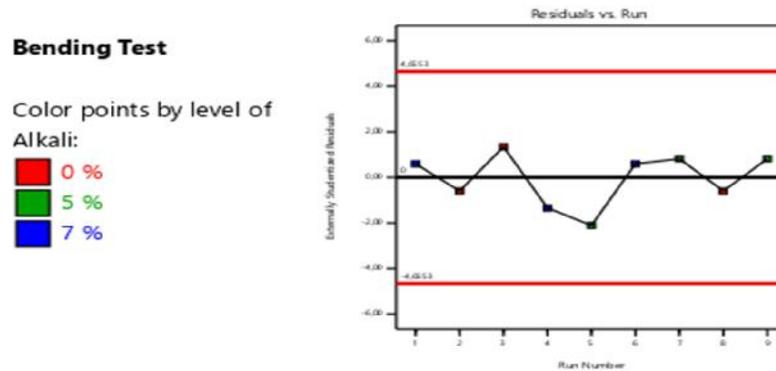
Gambar 8. Grafik Residual Pengujian Tarik

Dari Gambar 8, terlihat bahwa bahwa komposit dengan perlakuan alkali terdapat tiga rata-rata perlakuan yaitu perlakuan alkali 0%, 5% dan 7%. untuk nilai terendah terdapat pada perlakuan alkali 0% dengan nilai 13,65 N/mm², sedangkan nilai tertinggi terdapat pada perlakuan alkali 7% dengan nilai 22,46. N/mm².



Gambar 9. Grafik Residual Pengujian Impact

Pada gambar 9. Grafik diatas menyimpulkan bahwa komposit dengan perlakuan alkali terdapat tiga rata-rata perlakuan yaitu perlakuan alkali 0%, 5% dan 7%. untuk nilai terendah terdapat pada perlakuan alkali 0% dengan nilai 0,130 J/mm², sedangkan nilai tertinggi terdapat pada perlakuan alkali 7% dengan nilai 0,451 J/mm².



Gambar 10. Grafik Residual Pengujian Bending

Pada gambar 10. Grafik diatas menyimpulkan bahwa komposit dengan perlakuan alkali terdapat tiga rata-rata perlakuan yaitu perlakuan alkali 0%, 5% dan 7%. untuk nilai terendah terdapat pada perlakuan alkali 0% dengan nilai 58,33 N/mm², sedangkan nilai tertinggi terdapat pada perlakuan alkali 7% dengan nilai 87,50 N/mm².

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisa data yang dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut:

- a. Dapat dilihat dari hasil pengujian ini menghasilkan perbedaan kekuatan tarik yang signifikan untuk perlakuan 0%, 5%, dan 7%. Perlakuan 5% memberikan kekuatan luluh rata-rata 17,40 N/mm², perlakuan 7% memberikan kekuatan luluh rata-rata 22,46 N/mm² dan kekuatan luluh akhir mencapai 7%. Perhitungan rasio kontribusi menunjukkan bahwa perlakuan alkali mempengaruhi tingkat kekuatan tarik lebih besar pada perlakuan NaOH 5% dan 7% pada uji tarik, dengan rasio kontribusi sebesar 73,64%
- b. Dari pengujian dampak yang telah dilakukan didapatkan hasil Komposit dengan perlakuan 0%,5% dan 7% mempunyai kekuatan dampak dengan selisih yang tidak jauh berbeda pada komposit dengan perlakuan 0% itu di dapat hasil rata-rata sebesar 0,130 J/mm² Sedangkan dengan perlakuan 5% didapat hasil rata-rata 0,204 J/mm² dan untuk perlakuan 7% hasil rata-rata yang di dapat 0,451 J/mm², hasil yang paling tinggi untuk kekuatan tariknya terdapat pada perlakuan 7%. Dari perhitungan persentase kontribusi menunjukkan bahwa perlakuan alkali mempengaruhi tingkat kekuatan tarik adalah proses dengan perlakuan 5% dan 7% NaOH pada pengujian tarik dengan persentase kontribusi sebesar 65%.
- c. Komposit dengan perlakuan 5% dan 7% mempunyai kekuatan bending pada komposit dengan perlakuan 0% itu didapat hasil rata-rata sebesar 58,33 N/mm² Sedangkan dengan perlakuan 5% didapat hasil rata-rata 65,27 N/mm² dan untuk perlakuan 7% hasil rata-rata yang di dapat 87,50 N/mm², hasil yang paling tinggi untuk kekuatan bending terdapat pada perlakuan 7%. Dari perhitungan persentase kontribusi menunjukkan bahwa perlakuan alkali mempengaruhi tingkat kekuatan dampak adalah proses dengan perlakuan 5% dan 7% NaOH pada pengujian bending dengan persentase kontribusi sebesar 55%.
- d. Sifat mekanik komposit serat buah kelapa sawit meningkat setelah diberi perlakuan alkali, dimana nilai tertinggi berupa kekuatan tarik 22,46 N/mm², kekuatan dampak 0,15 J/mm² dan kekuatan bending 87,50 N/mm² didapatkan pada variasi alkali NaOH sebesar 7%.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM D5942-96. 1996. *Standard Test Methods for Determining Charpy Impact Strength of Plastics*
- ASTM D638-14. 2014. *Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics*.
- ASTM D790-17. 2017. *Standard Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials*.
- Boimau, K., Pell, J.M., Bale, J.S., Woru. P. 2021. Pengaruh Perlakuan Alkali terhadap Kekuatan Tarik Komposit Poliester Berpenguat Serat Anyaman Batang Pisang. *Prosiding SEMNAS INOTEK (Seminar Nasional Inovasi Teknologi)*. 3(1):125-128.

- Hariyanto, A. 2010. Pengaruh Perlakuan Alkali pada Rekayasa Bahan Komposit Berpenguat Serat Rami Bermatrik Poliester terhadap Kekuatan Mekanis. *Media Mesin: Majalah Teknik Mesin*. 11(1).
- Jamasri. 2008. *Prospek Pengembangan Komposit Serat Alam di Indonesia*. Pengukuhan Jabatan Guru Besar. Fakultas Teknik. Universitas Gajah Mada.
- Jati, A.S., Prawatya, Y.E., Wicaksono, R.A. 2021. Karakterisasi Pengaruh Orientasi terhadap Sifat Fisis Komposit Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan Perlakuan Alkali (NaOH). *JTRAIN: Jurnal Teknologi Rekayasa Teknik Mesin*. 2(1): 06-12.
- Kim, J.T., Netravali, A.N. 2010. Mercerization of Sisal Fiber: Effect of Tension on Mechanical Properties of Sisal Fiber and Fiber-Reinforced Composites. *Composites: Part A* 41. 1245-1252.
- Maryanti, B. Sonief, A. A. Wahyudi, S. 2011. Pengaruh Alkalisasi Komposit Serat Kelapa-Poliester Terhadap Kekuatan Tarik. *Jurnal Rekayasa Mesin*. 2(2).
- Nugraha, A.A., Diharjo, K., Raharjo, W.W. 2020. Pengaruh Kandungan Serat dan Perlakuan Alkali terhadap Sifat Tarik, Bending dan Impak Bahan Komposit Serat Aren-Poliester. *Jurnal Teknik Mesin Indonesia*. 15(2): 34-38.
- Nurdin, A., Hastuti, S., D., H. P., and H., R. 2019. Pengaruh Alkali dan Fraksi Volume terhadap Sifat Mekanik Komposit Serat Akar Wangi – Epoxy. *ROTASI*. 21(1): 30-35.
- Purkuncoro, A. E. 2017. Pengaruh Perlakuan Alkali (NaOH) Serat Ijuk (Arenga Pinata) terhadap Kekuatan Tarik. *Jurnal TRANSMISI*. 13(2):167-178.
- Ramadhan, D.A., Putri, F., Arnoldi, D. 2021. Analisis Ketangguhan Material Alternatif Komposit Serat Ijuk dan Resin Polyester sebagai Cover Body Motor. *Machinery: Jurnal Teknologi Terapan*. 2(2):99-104.
- Witono, K., Irawan, S.I., Soenoko, R., Suryanto, H. 2013. Pengaruh Perlakuan Alkali (NaOH) terhadap Morfologi dan Kekuatan Tarik Serat Mendon. *Jurnal Rekayasa Mesin*. 4(3): 227-234.
- Zulkifli, Z., Dharmawan, I.B. 2019. Analisa Pengaruh Perlakuan Alkalisasi dan Hydrogen Peroksida terhadap Kekuatan Mekanik Komposit Serat Sabut Kelapa Bermatriks Epoxy. *Jurnal Polimesin*. 17(1).