



## Analisis Komposit Serat Pelepah Salak sebagai Material Alternatif Berbasis Mikro Struktur dan Sifat Mekanik

Yakobus Rivandir Ukar<sup>1</sup> \*, Suriansyah Sabarudin<sup>1</sup>, Dadang Hermawan<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Program studi SITeknik Mesin, Universitas Widyagama Malang

### Kata kunci

Alkali  
Komposit  
Serat pelepah salak  
Uji *bending*  
Uji dampak

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perlakuan alkali terhadap sifat mekanik komposit serat pelepah salak yaitu kekuatan *bending* dan kekuatan dampak. memanfaatkan serat pelepah salak sebagai alternatif material reinforcement pada komposit, variasi perlakuan alkali menggunakan NaOH 5%, perendaman dari 1 jam hingga 4 jam, serat pelepah salak fraksi volume pada komposit 30% penguatnya adalah resin polyester, sifat mekanik komposit diketahui dengan melakukan uji *bending* dan uji dampak berturut-turut menurut ASTM D-790 dan ASTM D-5942. Hasil penelitian komposit serat pelepah salak menunjukkan kekuatan *bending* dan kekuatan *impact* mengalami peningkatan pada perlakuan alkali serat pelepah salak pada perendaman 1jam, 2 jam dan 3 jam lalu mengalami penurunan pada 4 jam. Kekuatan *bending* dan kekuatan dampak tertinggi dimiliki komposit dengan perlakuan alkali serat pelepah salak 3 jam masing-masing sebesar 36,60 Mpa dan 0,0234 J/m<sup>2</sup>. Tanpa perlakuan alkali NaOH 5% pada serat pelepah salak menghasilkan nilai kekuatan *bending* dan kekuatan dampak lebih meningkat daripada dengan perlakuan alkali NaOH 5%.

\* *Corresponding author:*

Yakobus Rivandir Ukar (email: [yakobus03mei@gmail.com](mailto:yakobus03mei@gmail.com))

Diterima: 5 Januari 2024

Disetujui: 19 Februari 2024

Dipublikasikan: 29 Februari 2024

## 1 Pendahuluan

Konsep dasar di balik material komposit adalah penyatuan mikroskopis dari dua atau lebih material berbeda. Ada banyak kombinasi pengisi dan matriks yang berbeda. Pengisi bisa berupa partikel kecil atau untaian. Saat ini, material komposit fiber-built sedang merancang material yang banyak digunakan karena kekuatan dan kekencangannya jauh di atas material desain secara keseluruhan. Ketika digunakan bersama-sama, material lain tidak dapat mencapai sifat komposit yang diinginkan. Sifat-sifat material yang ideal diperoleh dengan cara menjadikannya suatu komposit, sehingga sifat-sifatnya dapat direncanakan sesuai dengan kebutuhan. Material komposit diketahui memiliki kekuatan utama terhadap cahaya dan tidak terpengaruh oleh erosi sehingga dapat bersaing dengan material logam [1].

Komposit adalah suatu material yang ditingkatkan dari campuran paling sedikit dua bahan yang mempunyai sifat mekanik lebih dibanding bahan pembentuknya. Komposit terdiri dari dua bagian yaitu grid sebagai folio atau pelindung komposit dan filler sebagai pengisi komposit. Fiber memiliki standar mendasar sebagai reinforcement dari komposit. Grid/Penopang Dalam Pembuatan Komposit, dan Penopang atau Pengisi/Fiber Salah satu bagian mendasar dari suatu komposit adalah menunjang kemampuan apa sebagai penghantar beban utama pada komposit tersebut. Fiber yang akan mendapat porsi lebih besar dalam menahan beban yang bekerja. Sehingga bahan baku, bentuk, orientasi, dan volume fraksi, sangat mempengaruhi kekuatan komposit yang dibuat [2].

Filler Beberapa pihak menyatakan bahwa fiber partikel dianggap sebagai filler, tetapi pada prinsipnya bahwa partikel ini digunakan sebagai campuran komposit dengan tujuan antara lain sebagai Mengurangi cost, Meningkatkan modulus, Mengurangi shrinkage, Mengontrol viskositas dan Membuat permukaan lebih halus [3].

Serat alami adalah serat yang berasal dari tumbuhan atau makhluk yang memiliki ikal seperti tali. Untuk memperoleh struktur serat, diperlukan beberapa tahap penanganan tergantung pada sifat bahan yang diperlukan. Eceng gondok, pisang, rami, dan pelepah salak merupakan contoh serat tumbuhan. Wol, sutra, dan bulu burung adalah contoh serat yang berasal dari hewan. Oleh karena itu, persyaratan produk ini adalah mengganti bahan sintesis dengan bahan alami, terbarukan, dan ramah lingkungan. Bahan alam, khususnya serat, belum banyak digunakan untuk keperluan perkuatan pada bagian struktur yang mampu menahan beban luar, terutama pada aplikasi khusus. Pemanfaatan untai biasa sebagai penopang pada material komposit polimer memberikan beberapa keuntungan karena filamen normal memiliki ketebalan yang rendah, cocok untuk biodegradasi, mudah digunakan kembali, murah dan memiliki sifat mekanik yang baik serta dapat direstorasi karena berasal dari bahan komposit polimer. alam. [4].

Serat alam memiliki atribut hidrofilik yang secara efektif menahan air. hal ini karena seratnya memiliki struktur semi-kaca. Struktur serat semi-seperti kaca terdiri dari area tak terdefinisi dan bagian tembus cahaya. Daerah tak terdefinisi adalah bagian yang menjadikan serat bersifat hidrofilik. Perlakuan terhadap serat dengan pemberian keadaan larut membuat struktur bagian yang tidak berbentuk menjadi lebih kecil, kemudian mengubah sifat hidrofiliknya menjadi hidrofobik. Penambahan NaOH akan memperluas pengukuran serat sehingga kualitas serat menjadi lebih lembam mudah patah dan bersifat hidrofobik

Melibatkan serat alam sebagai pengganti serat sintesis yang diproduksi adalah langkah cerdas untuk meningkatkan nilai finansial, dari serat alam biasa mengingat terbatasnya aset normal yang tidak dapat dipulihkan. Salah satu sumber serat alami yang bisa dimanfaatkan adalah serat dari batang tanaman salak. tanaman salak, (*Salacca zalacca.sp*) selama ini hanya buahnya yang dimakan, secara umum tanaman salak hasil alam dapat dikumpulkan dua kali dalam setahun.

Pemanfaatan serat batang salak saat ini masih sedikit, padahal di Kabupaten Sleman sendiri dengan luas lahan peternakan 2.438 ha, jumlah pohon buah salak mencapai 5.302.298 pohon. Upaya untuk menjamin tingkat efisiensi produk alam adalah dengan melakukan pemangkasan 3-4 helai daun untuk setiap tanaman salak secara berkala. Dengan berat setiap 3 - 4 batang sebesar 0,5 - 1 kg, diperkirakan kehilangan batang produk organik tanaman salak sebesar 1368 ton/bulan. Sampai saat ini, pelepah salak hanya dibuang ke lahan peternakan sebagai pupuk kandang, karena belum dimanfaatkan secara optimal. [5].

Penelitian berikut Rivaldy, dkk tentang analisis uji balistik komposit serat pelepah Salak dengan resin *epoxy* dan *silicon carbide* (SiC) memanfaatkan teknik vacuum Sack, pada pengujian ini elastisitas komposit serat pelepah salak (Spesimen 2A) sebesar 21,46 N/mm<sup>2</sup>, lebih menonjol dibandingkan dengan kekakuan tar (Spesimen 1) sebesar 17,88 N/mm<sup>2</sup>. Selain itu nilai kekerasan kompositnya sebesar 23,64 HV, lebih tinggi dibandingkan dengan kekerasan gum yang bernilai 15,98 HV. Pengujian balistik pada Komposit Contoh 2B dengan susunan 70% tar, 10% filler SiC dan 20% serat pelepah salak hasil alam dan Contoh Komposit 4 dengan struktur 70% tar, 10% filler SiC, 10% serat Kevlar dan 10% serat pelepah salak mendapatkan hasil shooting. jarak 5m, 10m, 25m dan 30m, dimana semua proyektil dapat menyusup ke contoh. Jadi kedua contoh ini dapat memenuhi pedoman NIJ tingkat IIA [6].

Penelitian pendahuluan menurut Darmanto, dkk Mengenai gambaran dan permulaan perlakuan serat pelepah salak untuk meningkatkan kekuatan mekanik, maka jaminan sifat mekanik helai normal pelepah salak jenis Pondoh telah dilakukan dengan memperhatikan aturan uji JIS nomor R7601. Uji kelenturan serat tunggal batang salak murni (tanpa perlakuan) dapat mencapai 200 gram dan melar  $\pm 3\%$ . Sifat ketahanan yang rendah akan membatasi jumlah pilihan/penilaian jaringan untuk komposit berserat pada umumnya. Hasil eksplorasi menunjukkan bahwa fleksibilitas bundling serat pelepah salak hasil alam dapat mencapai 114 MPa, 6 MPa dan 189 MPa secara terpisah untuk tandan serat tanpa perlakuan, tandan serat yang diberi perlakuan garam 5% dan serat yang diberi perlakuan kombinasi 5 % basis pelarut. selanjutnya, mengepul di bawah tekanan. 5 bar [7].

Penelitian Timbul Yuliyono, dkk tentang Penggambaran komposit grid epoksi tar yang didukung serat kaca dan serat batang produk organik ular dengan perlakuan NaOH 5% pada eksplorasi menghasilkan nilai kekakuan terbesar yang didapat pada komposit dengan bagian volume getah 94% dan serat kaca 6% sebesar 35,49. Mpa. Sementara elastisitas komposit paling kecil untuk porsi volume serat pelepah hasil alam salak 94% resin dan 6% adalah 14,90 Mpa. Fraksi komposit tanpa serat memiliki nilai regangan tertinggi yaitu sebesar 34,66 %. Perluasan serat mempengaruhi modulus fleksibel komposit. Pada bagian volume komposit 94% resin dan 6% serat kaca, nilai modulus fleksibel yang paling tinggi adalah 434,19 Mpa. [8].

## 2 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan teknik penelitian eksperimen, yaitu observasi langsung dan eksperimen untuk mencari data sebab-akibat dan data empiris. Untuk situasi ini objek penelitian yang diperhatikan adalah kekuatan *bending* dan *impact* dengan variasi 1 jam, 2 jam, 3 jam dan 4 jam perendaman serat, matriks dan penambahan NaOH 5%.

Tempat penelitian ini dilakukan di :

- Pembuatan *spesimen* di Laboratorium Universitas Widyagama Malang
- Pengujian *bending* di Laboratorium Pengujian Bahan Politeknik Negeri Malang
- Pengujian *impact* di Laboratorium Metalurgi Institut Teknologi Nasional Malang

Penelitian ini ada 3 Variabel yang digunakan :

Variabel bebas : Menggunakan Fraksi Volume 30%, serta perlakuan NaOH 5%

Variabel terikat: kekuatan *bending* dan kekuatan *impact*

Variabel terkontrol:

- Reinforcement adalah serat pelepah salak
- Matrik menggunakan polyester
- Uji *Bending* menggunakan standar ASTM D790
- Uji *Impact* menggunakan standar ASTM D5942
- Susunan serat adalah unidirectional atau Continuous Fiber Composite, yang mempunyai bentuk serat panjang, lurus dan serat disusun secara parallel satu sama lain
- Komposit menggunakan fraksi volume
- Hardener / katalis, pengeras MEKPO 1 %
- Perendaman serat dengan larutan alkali NaOH 5 % selama 1 jam, 2 jam, 3 jam dan 4 jam
- Kadar air atau kekeringan serat sebesar 1 %

Rumus *Impact* :

$$UI = \frac{u}{a} \text{ [Joule/m}^2\text{]} \quad (1)$$

Rumus *Bending* :

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

Adapun alat pengujian spesimen:



Gambar 1 Uji *impact* Charpy



Gambar 2 Uji *three-point bending*

Proses penelitian uji *bending* antara lain: (1) mempersiapkan spesimen yang di uji, (2) melakukan uji *bending* dengan metode *three-point*, (3) mengambil data yang sudah di lakukan uji *bending*.

Proses penelitian uji *impact* antara lain: (1) mempersiapkan spesimen yang di uji,(2) melakukan uji *impact* dengan metode charpy,(3) mengambil data yang sudah di lakukan uji *impact*.

### 3 Hasil dan Pembahasan

Dari pengujian yang telah dilakukan terhadap masing-masing setiap spesimen, hasil pengujian kemudian dijadikan grafik sebagaimana tampak pada gambar 6, gambar 7, gambar 8 dan gambar 9.



Gambar 2 Spesimen hasil uji *impact* tanpa perlakuan alkali Serat salak dengan variasi perendaman 1 jam sampai dengan 4 jam.



Gambar 3 Spesimen hasil uji *impact* dengan perlakuan alkali serat salak variasi perendaman 1 jam sampai dengan 4 jam.



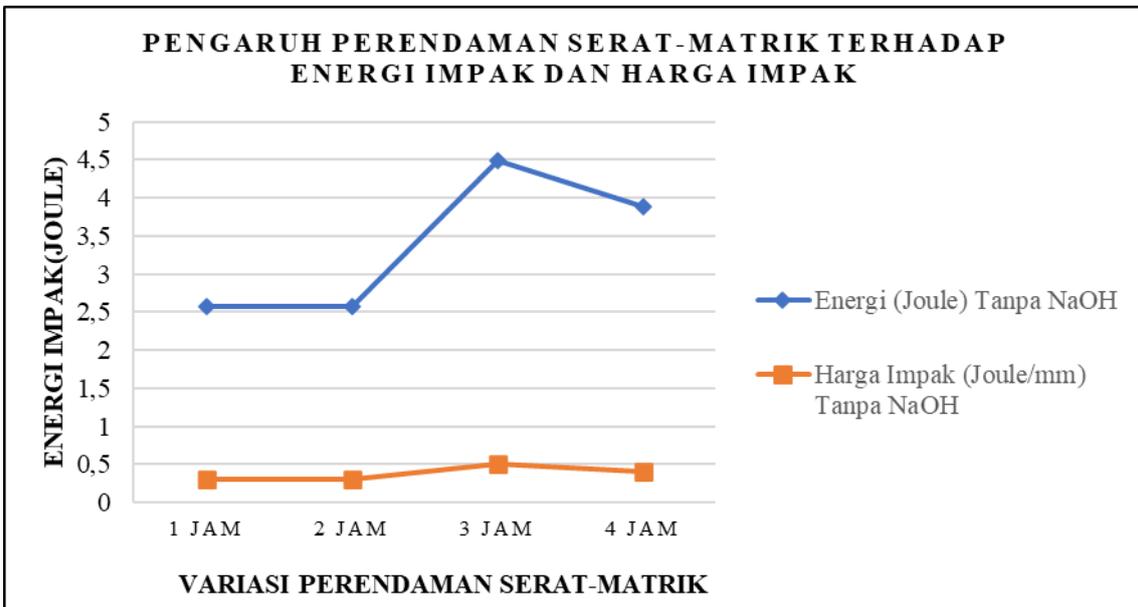
Gambar 4 Spesimen uji *bending* tanpa perlakuan alkali Serat Salak dengan variasi perendaman 1 jam sampai dengan 4 jam



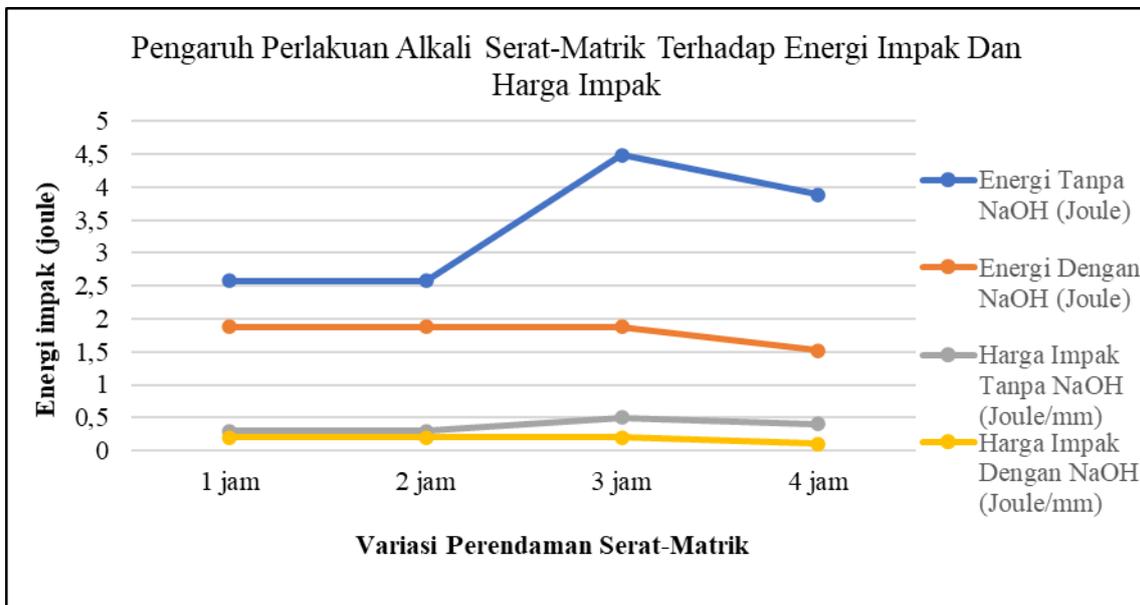
Gambar 5 Spesimen uji *bending* dengan perlakuan alkali serat salak dengan variasi perendaman 1 jam sampai dengan 4 jam

Berdasarkan gambar 6 pada pengaruh perendaman serat salak yang berbeda didapatkan harga energi yang diserap dan harga impact. Semakin lama perendaman serat, maka akan menghasilkan energi yang dibutuhkan semakin besar, begitu pula harga impact akan semakin besar seperti pada hal ini terlihat pada hasil grafik diatas, bahwa ketika perendaman variasi 1 jam dihasilkan energi impact sebesar 2,5754 Joule dan harga impact 0,0321 Joule/mm<sup>2</sup>. Sedangkan perendaman variasi 3 jam dihasilkan energi impact sebesar 4,4886 Joule dan harga impact sebesar 0,0569 Joule/mm<sup>2</sup>.

Dari hasil yang ditunjukkan oleh gambar 6 dapat dilihat bahwa semakin lama perendaman serat semakin tinggi energi diperkirakan akan merusak material tersebut Mengenai ini disebabkan pada variasi perendaman serat 3 jam serat dapat terserap dengan maksimal. sedangkan perendaman 4 jam serat mengalami penurunan akibat terlalu lama perendaman sehingga serat mengalami kerusakan maka ketangguhan komposit rendah.



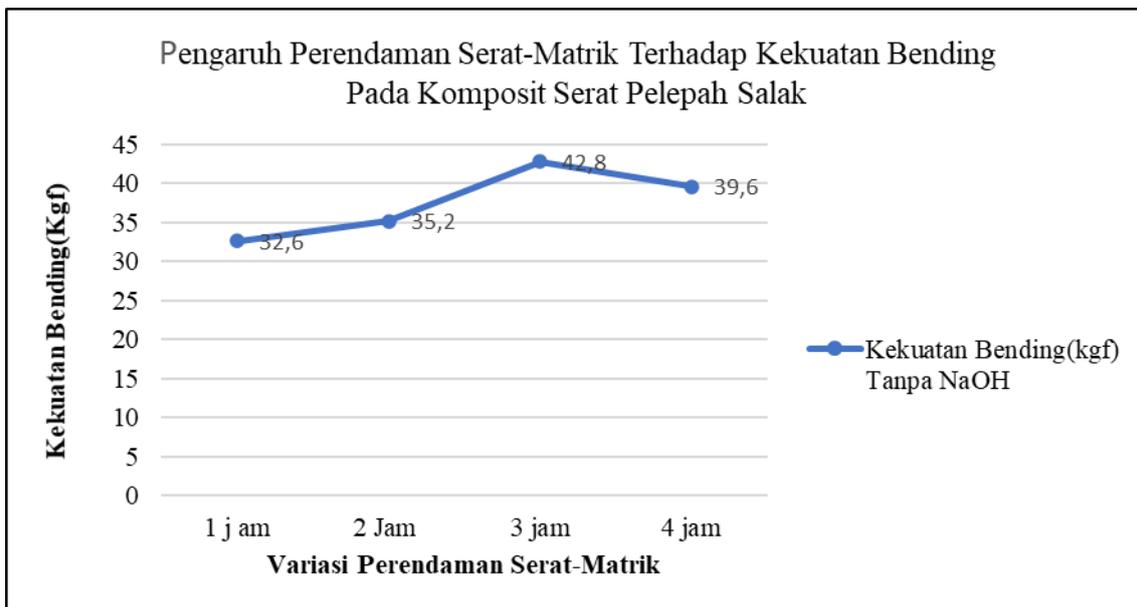
Gambar 6 Grafik uji *impact* tanpa perlakuan alkali serat salak dengan variasi perendaman 1 jam sampai dengan 4 jam.



Gambar 7 Uji *impact* dengan perlakuan alkali serat salak dengan variasi perendaman 1 jam sampai dengan 4 jam.

Berdasarkan Grafik gambar 7 pada pengaruh tanpa perlakuan alkali serat-matrik terhadap energi impact dan harga impact. Yang berbeda didapatkan harga energi yang diserap dan harga impact yang mengalami peningkatan, ketika tidak diberi perlakuan alkali NaOH. Hal ini terlihat pada hasil grafik diatas, bahwa ketika perendaman variasi 3 jam dengan perlakuan alkali NaOH dihasilkan energi impact sebesar 1,8761 Joule dan harga impact sebesar 0,0234 Joule/mm<sup>2</sup>. Sedangkan pada perendaman variasi 3 jam tanpa perlakuan alkali NaOH dihasilkan energi impact sebesar 4,4866 Joule dan harga impact sebesar 0,0569 Joule/mm<sup>2</sup>.

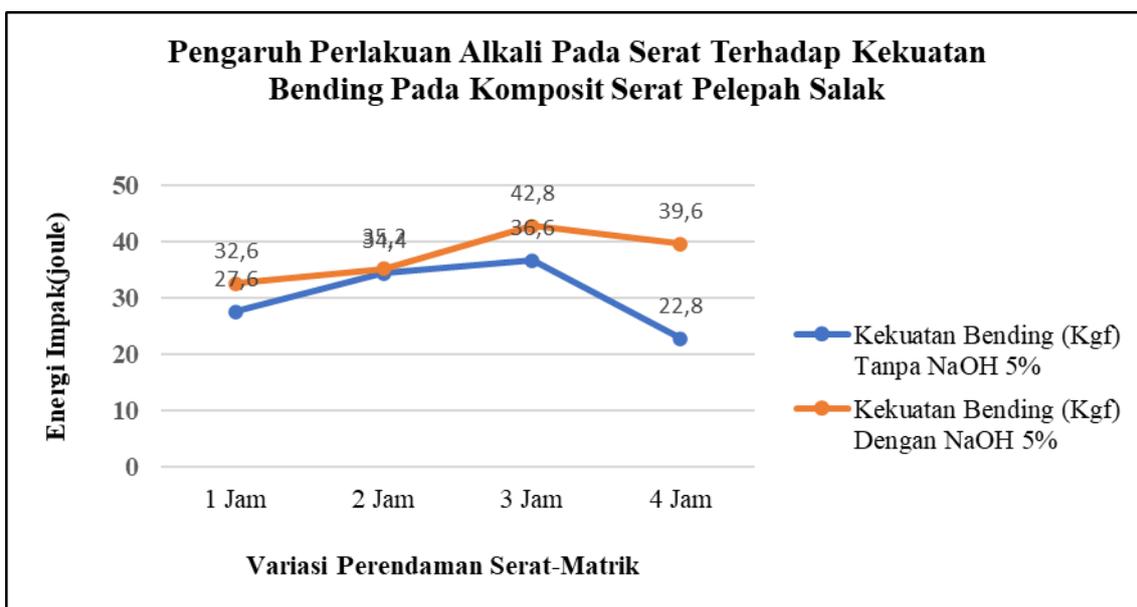
Peningkatan energi impact dan harga impact setelah tidak diberi perlakuan alkali, Karena peristiwa ini terjadi karena fungsi NaOH adalah memisahkan lapisan selulosa dengan lignin dan membersihkan kotoran pada serat sehingga serat dapat menyerap matrik sampai ke pori-pori dalam serat maka kekuatan serat semakin kurang.



Gambar 8 Uji *bending* tanpa perlakuan alkali serat salak dengan variasi perendaman 1 jam sampai dengan 4 jam.

Dari gambar 8 terlihat bahwa perendaman serat pelepah salak sangat berpengaruh pada komposit. Hal ini dapat dilihat dari hasil pengujian *bending* perendaman variasi 1 jam memiliki kekuatan *bending* terendah diperoleh nilai kekuatan *bending* sebesar 32,60 Mpa, kekuatan *bending* tertinggi diperoleh perendaman variasi 3 jam sebesar 42,80 Mpa. Mengenai ini menjelaskan, maka makin lama durasi waktu perendaman serat hingga makin tinggi pula nilai kekuatan *bending*,

Terlihat bahwa kekuatan *bending* komposit meningkat tanpa perlakuan alkali serat selama 1 jam, 2 jam dan 3 jam, kemudian menurun tanpa perlakuan alkali serat selama 4 jam dan mencapai nilai tertinggi dengan perlakuan serat selama 3 jam, tepatnya 42,80 Mpa. Ikatan antarmuka serat dengan matriks memperkuat kekuatan *bending* komposit tanpa perlakuan alkali; namun perendaman berlebihan tanpa perlakuan alkali akan merusak serat dan mengurangi kekuatan mekaniknya.



Gambar 9 Uji *bending* dengan perlakuan alkali serat salak dengan variasi perendaman 1 jam sampai dengan 4 jam.

Dari grafik gambar 9 diatas dapat dijelaskan bahwa kekuatan *bending* dengan perlakuan alkali NaOH 5% mendapatkan kekuatan *bending* makin kurang ketimbang Tanpa Perlakuan Alkali NaOH. Hal ini dilihat pada

perendaman variasi 3 jam dengan perlakuan alkali NaOH memiliki kekuatan *bending* makin kurang ketimbang tanpa perlakuan NaOH. Kekuatan *bending* dengan perlakuan alkali NaOH sebesar 36,60 kgf sedangkan tanpa perlakuan alkali NaOH sebesar 42,80 kgf

Peristiwa ini terjadi karena dengan perlakuan alkali dapat memisahkan selulosa dengan lignin dan membersihkan kotoran-kotoran yang dapat menghambat penyerapan matrik ke dalam pori-pori serat sehingga serat dapat terserap secara maksimal serta serat tersebut semakin kuat. Selain itu menjelaskan bahwa dengan adanya perlakuan alkali larutan NaOH juga meningkatkan nilai kekuatan *bending*. Serat yang mempunyai beberapa lapisan yaitu selulosa, lignin dan lainnya serta serat mempunyai kotoran yang menutup pori-pori serat sehingga adanya perlakuan alkali larutan NaOH dapat meningkatkan nilai kekuatan *bending*. Hal ini terjadi karena fungsi dari perlakuan alkali larutan NaOH adalah memisahkan selulosa dan lignin, menghilangkan lapisan serat muda yang tidak kuat dan membersihkan kotoran yang dapat menghambat penyerapan matrik yang masuk ke pori-pori serat. Sehingga dengan perlakuan alkali matrik dapat terserap dengan maksimal dan bisa masuk sampai ke pori-pori serat sehingga ikatan antar serat menjadi kuat dan hal ini yang menyebabkan dengan perlakuan alkali dapat meningkat kekuatan *bending* material. namun jika perlakuan basa larut terlalu lama maka serat akan rusak dan menyebabkan penurunan kekuatan mekaniknya.

#### **4 Kesimpulan**

Kekuatan *bending* dan harga *impact* tertinggi terdapat pada perendaman 3 jam. Tanpa perlakuan alkali NaOH 5% pada serat pelepah salak menghasilkan nilai kekuatan *bending* dan harga *impact* lebih meningkat daripada dengan perlakuan alkali NaOH 5%.

#### **5 Referensi**

- [1] M. Yani, B. Suroso, and R. Rajali, "Mechanical Properties Komposit Limbah Plastik," *J. Rekayasa Mater. Manufaktur Dan Energi*, vol. 2, no. 1, pp. 74–83, 2019, doi: 10.30596/rmm<sup>2</sup>e.v2i1.3071.
- [2] K. Hardoyo, "Karakterisasi Sifat Mekanis Komposit Partikel Sio<sub>2</sub> Dengan Matriks Resin Polyester," 2008.
- [3] A. H. Siregar, B. A. Setyawan, and A. Marasabessy, "Komposit Fiber Reinforced Plastic Sebagai Material Bodi Kapal Berbasis Fiberglass Tahan Api," *Bina Tek.*, vol. 12, no. 2, p. 261, 2017, doi: 10.54378/bt.v12i2.82.
- [4] A. Wisnujati and F. Yudhanto, "Analisis Kekuatan Mekanik Exhaust Cover Komposit Hybrid Untuk Sepeda Motor Dengan Metode Vacuum Infusion," *Turbo J. Program Studi Tek. Mesin*, vol. 7, no. 1, 2018, doi: 10.24127/trb.v7i1.710.
- [5] S. Hidayatulloh, D. Ariawan, E. Surojo, and J. Triyono, "Pengaruh Waktu Perlakuan Alkali Terhadap Kekuatan Mekanik Komposit Rhdpe Serat Pelepah Salak," 2017.
- [6] R. A. Kamal and M. A. Ghofur, "Analisis Uji Balistik Komposit Serat Pelepah Salak Dengan Resin Epoksi dan Silicon Carbida (SiC) Menggunakan Metode Vacuum Bag," *Pros. Semin. Nas. Sains Teknol. Dan Inov. Indones. SENASTINDO*, vol. 3, pp. 333–344, Dec. 2021, doi: 10.54706/senastindo.v3.2021.140.
- [7] S. Darmanto, E. J. Sasono, and Y. Umardani, "Karakterisasi Dan Perlakuan Awal Serat Pelepah Salak Untuk Meningkatkan Kekuatan Mekanik".
- [8] T. Yuliyono, H. Purwanto, and S. M. B. Respati, "Karakterisasi Komposit Matrik Resin Epoxy Berpenguat Serat Glass Dan Serat Pelepah Salak Dengan Perlakuan Naoh 5%," *J. Ilm. Momentum*, vol. 16, no. 2, Nov. 2020, doi: 10.36499/mim.v16i2.3772.