POSITRON Vol. 8, No. 1 (2018), Hal. 21 - 26

DOI: 10.26418/positron.v8i1.24029

Kekuatan Mekanik Komposit Berpenguat Serat Kulit Terap Kontinu Sebagai Pengembangan Material Teknik Ramah Lingkungan

Ari Rianto*, Leo Dedy Anjiu

Politeknik Negeri Sambas, Jalan Raya Sejangkung, Sambas, Indonesia

*Email : aripoltesa1124@gmail.com

(Diterima 15 Februari 2018; Disetujui 26 April 2018; Dipublikasikan 31 Mei 2018)

Abstrak

Telah dilakukan kajian eksperimental untuk mengetahui kekuatan tarik, kekuatan *bending* dan karakteristik perpatahan komposit serat kulit terap kontinu dengan perlakuan serat sebagai penguat komposit bermatriks resin *polyester*. Dalam penelitian ini, spesimen komposit dibuat dengan teknik *hand lay-up* dan *pressing*. Pembuatan spesimen komposit dengan penguat serat kulit terap bermatriks resin *polyester* dengan 3 lapisan serat terap dengan volume resin sebesar 70% sehingga resin yang digunakan sebanyak 168 g. Serat direndam selama 2 jam dalam larutan NaOH dengan konsentrasi yang bervariasi mulai dari 0%, 5%, 10%, 15%, 20%. Spesimen pengujian tarik dan *bending* mengacu pada standar ASTM D638-03 dan standar ASTM D 790-02. Hasil yang dicapai dari pengujian tarik yang dilakukan yaitu kekuatan tarik tertinggi pada variasi perlakuan NaOH 10 % terhadap serat terap dengan nilai sebesar 26,32 MPa meningkat 44% dari spesimen uji tanpa perlakuan NaOH dengan kekuatan tarik terendah sebesar 18,23 MPa. Nilai modulus elastisitas dan kekuatan bending tertinggi pada perlakuan perendaman dengan 15% NaOH dengan nilai berturut-turut sebesar 3,96 GPa dan 79,27 MPa. Bentuk patahan pada spesimen uji tanpa perlakuan NaOH menunjukkan banyak terjadi *debonding* dan *pull-out* dibandingkan patahan dengan perlakuan NaOH.

Kata kunci: serat terap, komposit, NaOH, kekuatan tarik, kekuatan *bending*

1. Latar Belakang

Saat ini, komposit berpenguat serat alam mulai banyak diaplikasikan sebagai material teknik. Kelebihan-kelebihan yang dimiliki serat alam yaitu ringan, kuat, terbarukan dan ramah lingkungan diharapkan dapat meningkatkan kualitas dari material komposit. Serat kulit kayu terap (*Arthocarpus elasticus*) merupakan salah satu potensi alam Indonesia yang tumbuh subur di pulau Kalimantan khususnya propinsi Kalimantan Barat. Pemanfaatan kulit kayu ini oleh masyarakat Kalimantan Barat biasa digunakan sebagai tali, kerajinan dan bahan pakaian oleh suku Dayak. Kekuatan yang baik dalam arah lateral dan struktur anyam yang alami adalah salah satu kelebihan serat ini sehingga dapat dikembangkan sebagai bahan penguat komposit sebagai alternatif material baru. Pengembangan serat terap diharapkan menjadi solusi agar nantinya pohon terap ini terus dibudidayakan dan tidak punah karena populasi hutan yang terus berkurang dan menjadi tanaman produksi yang tidak kalah dengan tanaman produksi lainnya, selain itu untuk mengetahui kekuatan komposit serat kulit terap yang selama ini belum diteliti sebagai bahan penguat komposit bermatrik resin *polyester.*

Penggunaan serat pada material komposit berfungsi untuk memperkuat komposit sehingga sifat mekaniknya lebih kaku, tangguh dan lebih kokoh dibandingkan tanpa serat penguat [1]. Permasalahan yang sering muncul pada komposit dengan menggunakan serat alam dan resin adalah ikatan antar muka pada kedua material ini lemah akibat adanya kandungan lignin yang menyebabkan ikatan antara serat dan matriks tidak menyatu dengan baik. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mengurangi kandungan lignin atau pektin adalah dengan metode alkalisasi melalui perendaman serat alam di dalam larutan NaOH (Natrium Hidroksida). Perlakuan ini diharapkan dapat meningkatkan sifat adhesif antara serat alam dan matrik sehingga menghasilkan material komposit dengan kualitas yang lebih baik.

Dalam penelitian terdahulu telah ditunjukkan alkalisasi dangan NaOH pada komposit serat kelapa *polyester* dapat meningkatkan kekuatan tarik sebesar 7%, dengan nilai optimum sebesar 97,356 N/mm^2 pada konsentrasi NaOH 5% dengan perendaman selama 2 jam [2]. Dalam penelitian yang lain, perendaman serat rami menggunakan NaOH dengan variasi lama perendaman 0, 2, 4, dan

6 jam menghasilkan kekuatan dan regangan tarik komposit dengan nilai optimum untuk perlakuan perendaman serat selama 2 jam yaitu sebesar 190,27 MPa dan 0,44% [3]. Lebih jauh, penggunaan serat alam seperti serat kulit waru sebagai bahan teknik khususnya untuk perkapalan telah diteliti dengan memanfaatkan serat kontinu dari serat kulit waru dengan variasi orientasi serat didapatkan kekuatan bending sebesar 179 MPa dan ini memenuhi standar kualitas bahan dari Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) tahun 2006 tentang peraturan kapal untuk material non metal [4]. Karena itu, dalam penelitian ini akan dititikberatkan pada pengaruh alkalisasi dan penggunaan serat alam kontinu dengan struktur asli serat untuk menghasilkan material komposit dengan kekuatan mekanik yang baik sehingga dapat menjadi material baru yang mampu bersaing dengan material teknik yang telah ada.

2. Metodologi

2.1. Metode Penelitian

Metode penelitian eksperimental yang dilakukan adalah membuat spesimen komposit dengan teknik *hand lay up* dan *pressing*. Pembuatan spesimen komposit berpenguat serat kulit terap bermatriks resin *polyester* dengan 3 lapisan serat terap dengan volume resin sebesar 70%.

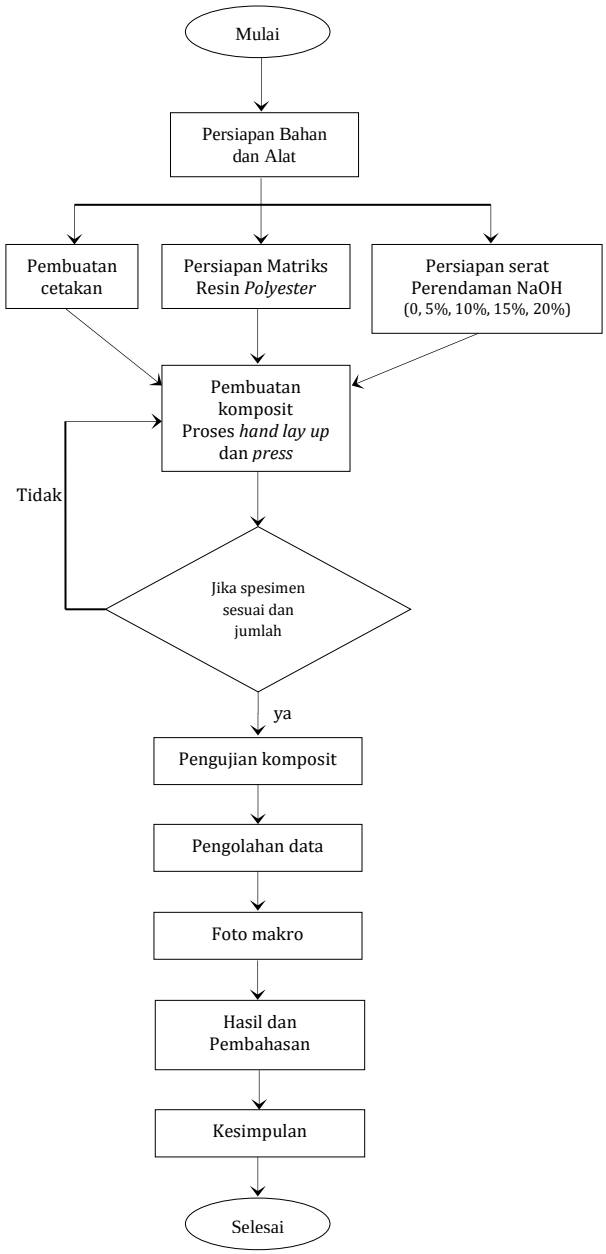
Variabel bebas/peubah yang digunakan adalah memvariasikan konsentrasi larutan NaOH 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20%. Variabel yang diamati/diukur adalah kekuatan tarik dan kekuatan bending/bengkok komposit dengan penguat serat kulit terap bermatriks resin *polyester.*

2.2. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut : serat kulit kayu terap; resin *polyester*; katalis; NaOH; aquades; wax; *seal*

Peralatan yang digunakan dalam penelitian adalah: alat cetak; timbangan digital; gergaji besi; gelas ukur; kuas; amplas; mikrometer; mini grinder; pisau sekrap; gelas plastik; kunci ring.

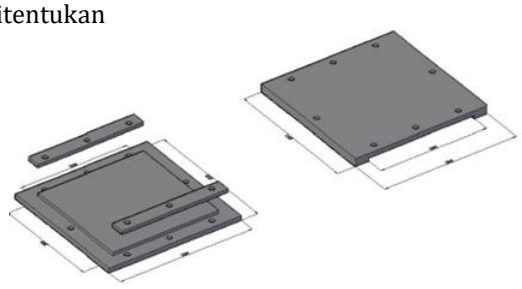
Diagram Alir Penelitian ini ditunjukkan dalam Gambar 1 di bawah ini



Gambar 1. Diagram alir penelitian

2.3. Tahapan Penelitian

Tahapan yang pertama adalah membuat cetakan spesimen dengan ukuran yang sudah ditentukan



Gambar 2. Desain cetakan spesimen

Tahapan yang kedua yaitu tahapan persiapan serat. Dalam tahapan ini serat terap dipilih dengan ketebalan yang sama yaitu 0,61 mm. Setiap spesimen memerlukan 3 lapisan serat yang dipotong sesuai dengan ukuran cetakan yaitu berukuran 20cm x 20cm. Serat terap yang digunakan sebanyak 30 lembar (spesimen uji tarik 15 lembar dan spesimen uji bending 15 lembar).

Tahapan yang ketiga yaitu proses perendaman serat kulit terap. Proses perendaman ini dilakukan dengan mencampur aquades dengan NaOH dengan variasi perbandingan 5%, 10%, 15%, dan 20%.

Tabel 1. Perbandingan berat NaOH dalam persen

NaOH	5 %	10 %	15 %	20 %
Berat	2,5 gr	5 gr	7,5 gr	10gr

Adapun tahapan proses perendaman serat kulit terap yaitu wadah perendaman serat kulit terap dipersiapkan sebanyak 4 buah dan diberi keterangan besarnya persentase NaOH. Pencampuran aquades sebanyak 0,5 liter dengan variasi perbandingan NaOH 5%, 10%, 15%, dan 20% dengan melihat tabel 1. Setelah NaOH tercampur merata kemudian rendam serat kulit terap. Proses perendaman ini dilakukan selama 2 jam.

Tahapan yang keempat yaitu tahapan proses pengeringan serat kulit terap. Proses pencucian dilakukan dengan menggunakan aquades. Kemudian lakukan proses pengeringan dengan cara dijemur dengan panas sinar matahari.

Tahapan yang kelima yaitu tahapan persiapan cetakan. Setiap sudut atau celah-celah atau lapisan antara pelat baja pada cetakan harus diolesi seal karet *(red silicone).* Kemudian olesi bagian dalam cetakan dengan wax secara merata.

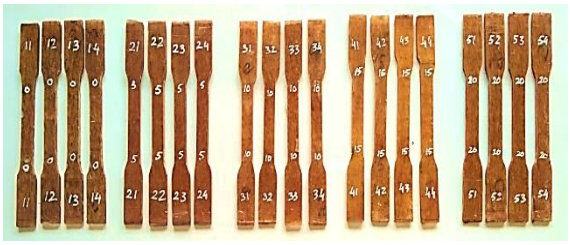
Tahapan yang keenam yaitu tahapan persiapan matriks. Timbang berat resin sesuai volume serat yang akan dibuat.

$$volume\ resin = 70\ \%\ x\ volume\ komposit$$
$$= 70\ \%\ x\ 200\ cm^3$$
$$= 140\ cm^3$$

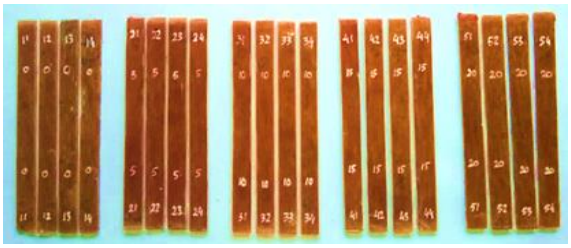
$$berat\ resin = 140\ cm^3\ x\ \rho_{resin}$$
$$= 140\ cm^3\ x\ 1{,}2\ {}^{gr}/_{cm^3}$$
$$= 168\ gr$$

Tambahkan campuran katalis 1% dari berat resin.

Tahapan yang ketujuh adalah tahapan pembuatan spesimen komposit. Tuangkan campuran resin dan katalis ke dalam cetakan. Masukkan lapisan ke-1 serat terap ke dalam cetakan yang berisi resin. Selanjutnya tuangkan kembali campuran resin dan katalis ke dalam cetakan kemudian timpa lapisan ke-1 dengan lapisan ke-2. Lakukan kembali hal yang sama hingga lapisan ke-3. Tutup cetakan dan diamkan selama 10 jam. Potong spesimen sesuai dengan ukuran standar pengujian yang telah ditetapkan. Spesimen uji tarik menggunakan standar ASTM D 638-03 [5]. Spesimen uji bending menggunakan standar ASTM D 790-02 [6]



Gambar 3. Spesimen komposit uji tarik



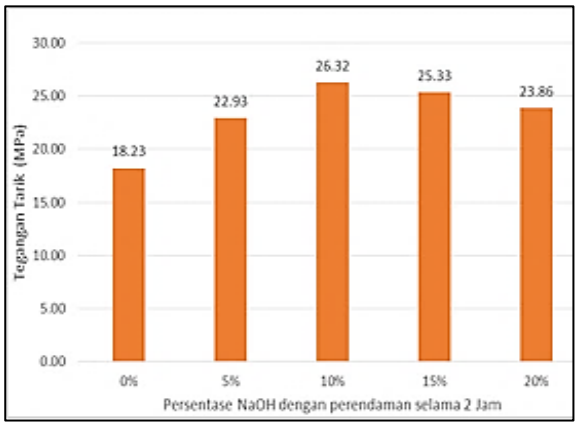
Gambar 4. Spesimen komposit uji bending

3. Hasil dan Pembahasan

Pengujian mekanik dilakukan dengan menggunakan *Universal Testing Machine* (Merk Galbadini Itali 1988) maka diperoleh data pembebanan.

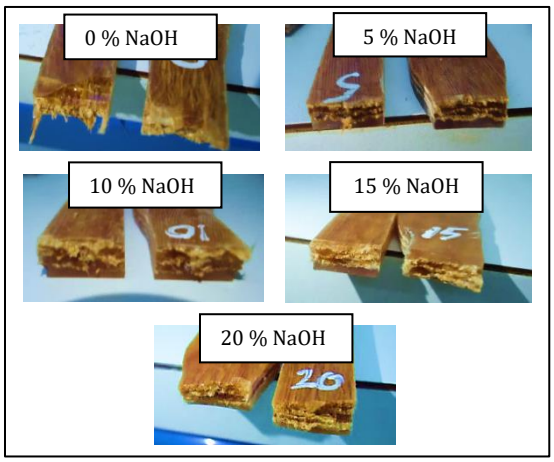
Hubungan antara Variasi Persentase NaOH terhadap kekuatan tarik komposit serat kulit terap bermatrik *polyester*

Grafik hasil kekuatan tarik spesimen komposit serat kulit terap terhadap variasi persentase NaOH sebagai berikut :



Gambar 5. Grafik hasil kekuatan tarik spesimen komposit serat kulit terap

Pada Gambar 5 dapat dilihat pengaruh variasi persentase NaOH sebagai media perendaman terhadap kekuatan tarik komposit serat kulit terap dimana nilai tertinggi pada komposit dengan perlakuan perendaman 10% NaOH yaitu sebesar 26,32 MPa, sedangkan untuk nilai terendah pada tanpa perlakuan perendaman NaOH yaitu sebesar 18,23 MPa. Dari grafik terlihat terjadi kecendrungan peningkatan kekuatan tarik sampai pada batas konsentrasi NaOH sebanyak 10%, kemudian mulai menurun seiring bertambahnya konsentrasi NaOH. Peningkatan kekuatan tarik ini dapat terjadi karena dengan perlakuan perendaman pada serat dengan menggunakan NaOH akan menyebabkan lignin/lapisan lilin yang terdapat pada serat berkurang sehingga sifat adhesif antara matriks/resin dengan serat menjadi lebih baik dibandingkan serat tanpa perendaman yang memiliki kekuatan tarik terendah, disisi lain kembali terjadi penurunan kekuatan tarik setelah perlakuan perendaman 15% NaOH dan 20% NaOH, hal ini dapat terjadi akibat menurunnya kekuatan serat karena konsentrasi NaOH yang meningkat selama perendaman sehingga menyebabkan kerapuhan pada serat walaupun dibandingkan dengan tanpa perlakuan masih lebih baik.

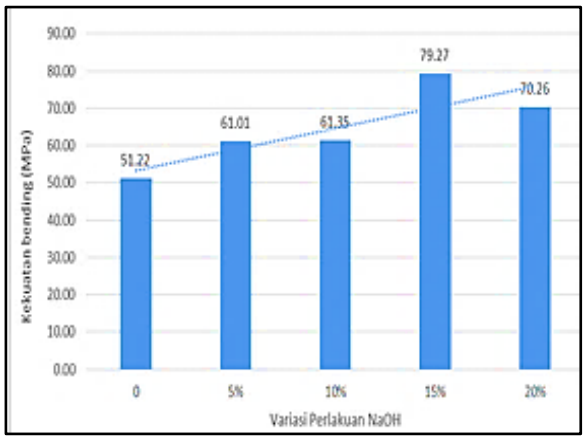


Gambar 6. Foto makro hasil patahan komposit uji tarik serat terap

Foto makro hasil perpatahan komposit serat terap dapat diamati pada Gambar 6, dimana pada spesimen uji tarik tanpa perlakuan serat terjadi *debonding* dan *pull-out* yang banyak ini mengindikasikan bahwa sifat adhesif antara matriks dan serat tidak terjalin dengan baik sehingga distribusi gaya tidak mampu diterima sepenuhnya oleh serat. Seiring meningkatnya kekuatan tarik komposit yang terlihat pada perlakuan 5% NaOH, *pull-out* masih ada tetapi sudah mulai berkurang sehingga terjadi peningkatan sebesar 25% dari nilai kekuatan tarik tanpa perlakuan sebesar 22,93 MPa. Peningkatan terbesar terjadi pada perlakuan NaOH 10% sebesar 44% dari spesimen uji tanpa perlakuan, hal ini dapat terlihat dari perpatahan yang baik dari sebelumnya dan menunjukkan serat masih dalam kondisi optimal dan belum terjadi kerapuhan selama proses perendaman. Sedangkan penurunan kekuatan tarik terjadi setelah konsentrasi NaOH ditambah sebesar 50% dari konsentrasi sebelumnya, walaupun patahan terlihat baik tetapi sudah terjadi pengaruh pada serat akibat konsentrasi NaOH yang bertambah, penurunan ini tidak begitu signifikan yaitu sebesar 3% dari kekuatan tarik sebelumnya. Kemudian terjadi penurunan kembali pada konsentrasi tertinggi yaitu pada perlakuan 20% NaOH, ini menguatkan praduga bahwa serat sudah mulai rapuh walaupun belum peneliti uji hasil kekuatan tarik sesungguhnya dari serat yang sudah divariasikan perendaman NaOH.

Hubungan antara variasi persentase NaOH terhadap kekuatan bending komposit serat kulit terap bermatrik *polyester*

Grafik hasil kekuatan bending spesimen komposit serat terap terhadap variasi persentase NaOH sebagai berikut :



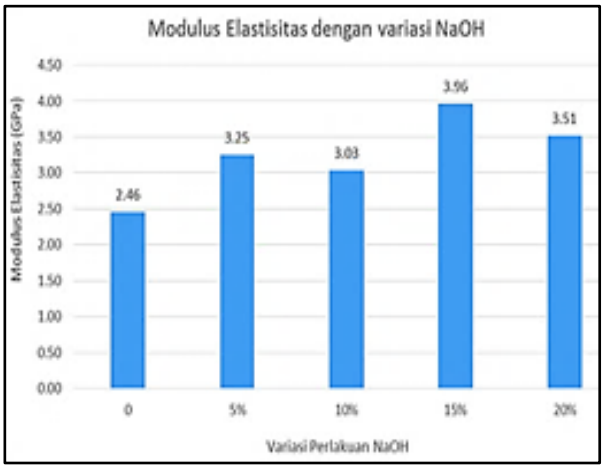
Gambar 7. Grafik hasil kekuatan bending spesimen komposit serat kulit terap

Pada Gambar 7 dapat dilihat pengaruh variasi persentase NaOH sebagai media perendaman terhadap kekuatan bending komposit serat kulit terap dimana nilai tertinggi pada komposit dengan perlakuan perendaman 15% NaOH yaitu sebesar 79,27 MPa, sedangkan nilai terendah pada komposit tanpa perlakuan perendaman yaitu sebesar 51,22 MPa. Dari grafik terlihat terjadi

kecendrungan peningkatan kekuatan bending sampai pada batas konsentrasi NaOH sebanyak 15%, kemudian mulai menurun seiring bertambahnya konsentrasi NaOH. Peningkatan kekuatan bending ini dapat terjadi karena dengan perlakuan perendaman NaOH pada serat sehingga serat mengalami perubahan struktur yang menyebabkan morfologi serat lebih kasar sehingga ikatan antar muka serat dan matriks dapat meningkat dibandingkan dengan serat tanpa perendaman yang memiliki kekuatan bending terendah, disisi lain kembali terjadi penurunan kekuatan setelah perlakuan perendaman 20% NaOH, hal ini dapat terjadi akibat menurunnya kekuatan serat karena konsentrasi NaOH yang meningkat selama perendaman sehingga menyebabkan kerapuhan pada serat.

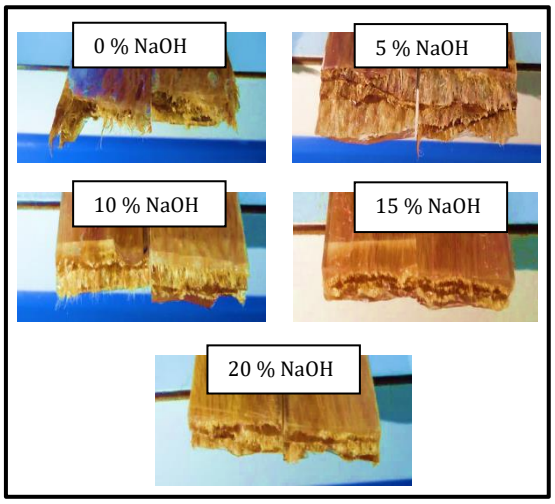
Hubungan antara variasi persentase NaOH terhadap modulus elastisitas komposit serat kulit terap bermatrik *polyester*

Grafik modulus elastisitas komposit serat terap bermatrik polyester sebagai berikut :



Gambar 8. Grafik modulus elastisitas komposit serat kulit terap bermatrik *polyester*

Pada Gambar 8 dapat dilihat bahwa terjadi kecendrungan peningkatan nilai modulus elastisitas dibandingkan serat tanpa perlakuan perendaman NaOH. Peningkatan modulus elastisitas dari nilai terendah ke nilai tertinggi sebesar 60%. Semakin besar nilai modulus elastisitas, artinya kekakuan material semakin tinggi. Peningkatan kekakuan dari material dapat terjadi karena ikatan serat dengan matrik semakin baik sehingga distribusi gaya dapat diteruskan ke serat dengan baik. Perlakuan NaOH mengakibatkan kekakuan serat meningkat karena peningkatan kandungan selulosa dan berkurangnya kandungan unsur lain seperti hemiselulosa, lignin, dan lain-lain.



Gambar 9. Foto makro hasil patahan komposit uji bending serat terap

Foto makro hasil perpatahan komposit serat terap dapat diamati pada Gambar 9 dimana pada spesimen uji bending tanpa perlakuan serat terjadi perpatahan ulet karena tampak *pull-out* yang banyak pada penampang, ini mengindikasikan bahwa sifat adhesif antara matriks dan serat tidak terjalin dengan baik sehingga distribusi gaya tidak mampu diterima sepenuhnya oleh serat. Seiring meningkatnya modulus elastisitas komposit yang terlihat pada komposisi 5% dan 10% NaOH, pull-out masih ada tetapi sudah mulai berkurang. Modulus elastisitas dan kekuatan bending tertinggi terjadi pada perlakuan 15% NaOH, tampak patahan yang terjadi pada perlakuan 15% terjadi perpatahan getas dan peningkatan hasil yang cukup signifikan.

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa kekuatan tarik tertinggi pada variasi perlakuan perendaman 10% NaOH yaitu sebesar 26,32 MPa, meningkat 44% dari spesimen uji tanpa perlakuan NaOH dengan kekuatan tarik terendah yaitu sebesar 18,23 MPa. Perlakuan perendaman NaOH dapat meningkatkan modulus elastisitas dan kekuatan bending, nilai modulus elastisitas dan kekuatan bending tertinggi pada perlakuan perendaman 15% NaOH dengan nilai berturut-turut sebesar 3,96 GPa dan 79,27 MPa. Bentuk patahan pada spesimen uji tanpa perlakuan NaOH menunjukkan banyak terjadi *debonding* dan *pull-out* dibandingkan patahan dengan perlakuan perendaman NaOH.

Daftar Pustaka

[1] Wardani, W. K., Malino, M. B. , and Asri, A., Fabrikasi dan Analisis Kualitas Papan Komposit Semen Berbobot Ringan Berbasis Ijuk, Positron, **8**(2), pp.60–65, 2017.

[2] Maryanti, B., Sonief, A. A., dan Wahyudi, S. , Pengaruh Alkalisasi Komposit Serat Kelapa-Poliester Terhadap Kekuatan Tarik, Jurnal Rekayasa Mesin, **2**(2), pp.hal 123-129, 2011.

[3] Kuncoro Diharjo, Pengaruh Perlakuan Alkali terhadap Sifat Tarik Bahan Komposit Serat Rami-Polyester, Jurnal Teknik Mesin, **8**(1), pp.8–13, 2006.

[4] Nurudin, A., As, A., dan Atmodjo, W. Y., Karakterisasi Kekuatan Mekanik Komposit Berpenguat Serat Kulit Waru (Hibiscus Tiliaceus) Kontinyu Laminat Dengan Perlakuan Alkali Bermatriks Polyester, Jurnal Rekayasa Mesin, **2**(3), pp.209–217, 2011.

[5] ASTM International ASTM D 638-02a. *Annual Book of ASTM Standard.* , 46–58. (2003).

[6] ASTM International ASTM D 790-03. *Annual Book of ASTM Standard*., 1–11. (2003).