

## SIFAT KOMPOSIT EPOKSI BERPENGUAT SERAT BAMBUPADA AKIBAT PENYERAPAN AIR

Gunawan Refiadi<sup>1</sup>, Yusi Siti Syamsiar<sup>2</sup> dan Hermawan Judawisastra<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Pendidikan Teknik Mesin - STKIP Sebelas April

Jl. Anggrek Situ No.19, Sumedang 45323

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Material, Fakultas Teknik Mesin dan Dirgantara - ITB

Jl. Ganesha 10, Bandung, 40116

E-mail: [gunawan-refiadi@stkip11april.ac.id](mailto:gunawan-refiadi@stkip11april.ac.id)

Diterima: 15 Februari 2018

Diperbaiki: 13 Maret 2018

Disetujui: 19 April 2018

### ABSTRAK

**SIFAT TARIK KOMPOSIT EPOKSI BERPENGUAT SERAT BAMBUPADA AKIBAT PENYERAPAN AIR.** Serat bambu memiliki potensi sebagai serat penguat pengganti serat gelas dalam pembuatan komposit polimer, karena sifatnya yang terbarui dan ramah lingkungan. Namun daya serap air yang tinggi pada serat bambu dapat menurunkan sifat tarik komposit yang dihasilkan. Hal ini akibat memburuknya ikatan antarmuka serat dan matriks. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji degradasi sifat tarik biokomposit epoksi berpenguat serat bambu petung akibat penyerapan air. Biokomposit epoksi berpenguat serat bambu petung dibuat dengan metode tekan panas dengan variasi serat tanpa alkalisasi (0 % NaOH) dan dengan alkalisasi (5 % NaOH). Pengujian biokomposit, dilakukan dengan cara uji air mendidih, uji tarik dan *Scanning Electron Microscope (SEM)*. Kadar penyerapan air biokomposit tanpa alkalisasi lebih tinggi dibandingkan dengan biokomposit yang telah mengalami alkalisasi (5 % NaOH). Penyerapan air mengakibatkan degradasi pada biokomposit dan menurunkan kekuatan tarik biokomposit hingga 23 %. Perlakuan alkali 5 % NaOH, dapat meminimalisir persentase penurunan kekuatan biokomposit, dengan persentase penurunan kekuatan tarik sebesar 17 %. Hasil pemeriksaan pada permukaan patahan menunjang hasil pengujian tarik. Akibat penyerapan air, kekuatan tarik komposit epoksi bambu petung menurun karena sifat serat dan antarmuka serat matriks telah terdegradasi.

**Kata kunci:** Biokomposit, Epoksi, Serat bambu petung, Kekuatan tarik

### ABSTRACT

**TENSILE PROPERTIES DECREMENT OF THE BAMBOO FIBER REINFORCED EPOXY COMPOSITE DUE TO WATER ABSORPTION.** Bamboo fiber has potential as reinforcing fibers as substitute to glass fiber for polymer composites, due to their renewable properties and environmental friendly. However, high water absorption in bamboo fibers, can reduce tensile properties of composites due to poor fiber-matrix interface. This research aims to study degradation of tensile properties of bamboo fiber reinforced epoxy composites caused by water absorption. Bamboo petung fiber reinforced epoxy biocomposites were fabricated by means compression molding method with fiber variations without alkalization (0 %) and with alkalization (5 %). Biocomposite examinations were carried out by means of water boiling test, tensile test and *Scanning Electron Microscope (SEM)*. Water absorption of biocomposite without alkalization is higher than biocomposite with alkalization (5 % NaOH). Water absorption caused degradation on the biocomposites, and decreased the tensile strength up to 23 %. Alkalization 5 % NaOH minimized the percentage reduction of tensile strength with percentage reduction of tensile strength for 17 %. The results of examination on surface fracture support the tensile test results. Water absorption has lowered composite tensile strength due to occurrence of properties degradation on both fiber and fiber-matrix interface.

**Keywords:** Biocomposite, Bamboo petung fibers, Epoxy, Tensile strength

## PENDAHULUAN

Komposit polimer berpenguat serat memiliki material penyusun berupa matriks berbasis polimer dan penguat berbentuk serat. Berdasarkan sumbernya, serat dikategorikan menjadi serat sintesis dan serat alam [1]. Serat sintesis memiliki keunggulan dimensi dan sifat mekanik yang tinggi, akan tetapi cenderung tak bisa diperbaharui dan polutif terhadap alam karena tak dapat terurai. Di sisi lain, keunggulan serat alam telah diketahui diantaranya densitas rendah, non abrasif, dapat terbakar, murah, dan teruraikan [2].

Istilah biokomposit (komposit hijau) merujuk pada komposit dengan serat alam sebagai penguat dan matriks sintesis atau matriks hayati sebagai pengikatnya. Komposit hijau berpenguat serat bambu diharapkan memiliki kapasitas untuk bersaing dengan kekuatan baja sekaligus memiliki keunggulan estetis terhadap material lainnya [3].

Dari sisi produksi, baja dengan titik cair diatas 1.500 °C mengkonsumsi banyak bahan bakar fosil yang tak bisa diperbaharui sekaligus memberikan emisi karbon yang tinggi. Sebaliknya, emisi karbon akibat manufaktur bambu sangat minim. Serat hayati bisa terdegradasi diatas 200 °C [4]. Artinya, emisi karbon akibat manufaktur komposit hijau akan jauh lebih kecil daripada manufaktur baja. Tidak hanya itu, bambu memiliki kecepatan pertumbuhan yang tinggi sekaligus memproduksi oksigen hasil fotosintesis selama pertumbuhannya. Sehingga, aplikasi bambu sebagai komposit hijau diharapkan dapat memberikan efek ramah lingkungan sekaligus keunggulan komparatif dari sisi kekuatannya. Riset biokomposit bambu saat ini tengah marak di dunia. Sementara di Indonesia sendiri, bambu masih diekspor dalam bentuk mentahnya. Oleh karena itu, sisi riset komposit bambu ini menjadi penting agar Indonesia dapat tampil sejajar dengan negara lainnya.

Beberapa jenis bambu telah diteliti sebelumnya baik dalam bentuk batang dan bilah [4], serat [5] maupun dalam bentuk komposit hijau [6] ataupun komposit basis bambu [7]. Bambu petung memiliki kekuatan paling tinggi dibanding bambu lainnya [8]. Kekuatan tarik ruas bambu petung (*Dendrocalamus asper*) dibandingkan empat ruas bambu lainnya ampel (*Bambusa vulgaris*), andong (*Gigantochloa pseudoarundinaceae*), mayan (*Gigantochloa robusta*) dan tali (*Gigantochloa apus*) adalah paling tinggi [5].

Hal ini terkait dengan tinggi rasio *a-celulosa* terhadap *holocelulose* disertai tinggi kandungan lignin di bagian ruas bambu. Ardiantoro yang meneliti karakteristik serat bambu petung berdasarkan bagian batang melaporkan bahwa kekuatan tarik tertinggi sebesar 310 MPa ada pada serat ruas batang bagian bawah tepi luar. Sifat tarik *hand layup* poliester berpenguat serat bambu petung telah dilakukan peneliti sebelumnya [8]. Hasil proses *hand layup* masih kurang optimum untuk membantu peningkatan kualitas

antarmuka matriks poliester terhadap serat bambu petung. Hasil penelitian komposit *hand layup* polyester/serat bambu petung menunjukkan pengaruh penyerapan air terhadap penurunan kuat tarik komposit tetap ada meskipun air telah dihilangkan dari komposit [9]. Dilaporkan pula bahwa pada komposit poliester kinerja serat searah (UD) lebih baik daripada serat acak dan kontribusi serat penguat hasil alkalisasi terhadap sifat tarik lebih baik daripada non-alkalisasi.

Dari sisi manufaktur, dilaporkan bahwa metode tekan panas dan *vacuum bagging* pada komposit epoksi/serat bambu berhasil mengkonstruksi perahu *boat* [10]. Hal ini berdasar temuan bahwa komposit epoksi serat bambu memiliki harga *Inter Lamina Shear Stress (ILSS)* yang makin baik dengan semakin meningkatnya fraksi volume serat. Akan tetapi, kajian penurunan sifat tarik komposit akibat pengaruh penyerapan air pada komposit epoksi/serat bambu petung belum diketahui.

Oleh karena itu, penelitian ini ditujukan untuk mengkaji penurunan sifat tarik komposit epoksi berpenguat serat bambu petung akibat adanya pengaruh penyerapan air. Serat dimodifikasi melalui proses alkalisasi dan manufaktur komposit menggunakan metode tekan panas.

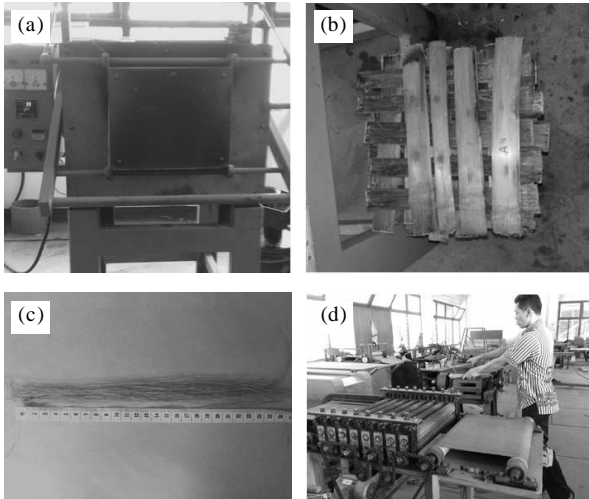
## METODE PERCOBAAN

Bahan pada penelitian ini adalah bambu petung yang diperoleh dari Balai Penelitian Bambu Arcamanik di Bandung. Selanjutnya larutan natrium hidroksida 48 %, asam klorida 30 %, dan *aqua dm* diperoleh dari supplier PT. Brataco di Bandung.

Peralatan yang digunakan adalah tungku *muffle* dan *oven* untuk pengering bilah dan serat bambu, mesin pelunak dan sikat kawat untuk ekstraksi serat secara mekanik. Selanjutnya mesin *Textechno Favigraph* dipakai untuk karakterisasi kekuatan Tarik bundel serat. Mesin tekan panas dipakai untuk manufaktur komposit. Alat *Scanning Electron Microscope (SEM)* tipe *JEOL GSM-636OLA* dipakai untuk karakterisasi bundel serat dan patahan komposit. Sedangkan untuk menguji kekuatan tarik komposit digunakan mesin *Universal Testing Machine Tensilon*.

## Ekstraksi Serat Bambu

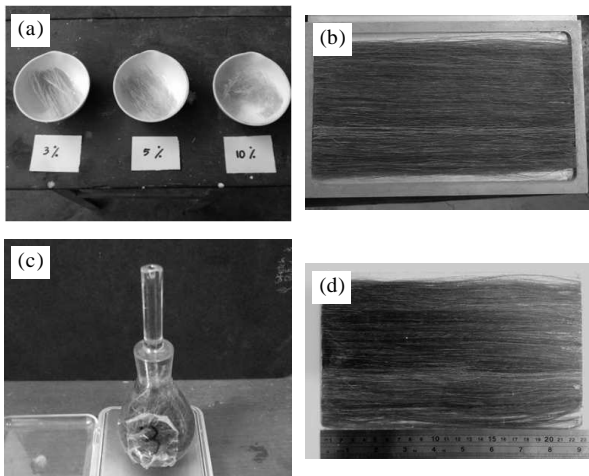
Ruas bambu dipotong dan dibuat bilah berukuran (35 x 5 x 0,5) cm kemudian diekstraksi menggunakan metode kimia mekanik. Bambu diproses alkalisasi NaOH 20 %v/v selama 1 jam 25 °C lalu dicuci HCl 2 %v/v dan *aqua demin* Setelah dikeringkan dalam tungku (Gambar 1(a)) *muffle* pada 105 °C selama 1 jam, bilah bambu (Gambar 1(b)) diproses mekanik di mesin pelunak (Gambar 1(c)). Setelah dilakukan pengerjaan akhir menggunakan sikat kawat dihasilkan serat bambu petung (Gambar 1(d)). Gambar 1 memperlihatkan urutan proses ekstraksi serat bambu petung yang dilakukan di dalam penelitian ini.



Gambar 1. Urutan proses ekstraksi serat bambu petung yang dilakukan di dalam penelitian ini.

### Preparasi Material Penyusun Komposit

Gambar 2(a) dan Gambar 2(c), menunjukkan preparasi serat bambu dengan proses alkalisasi dan uji densitas serat.



Gambar 2. Preparasi material penyusun dan produk komposit (a). Alkalisasi untuk uji tarik serat, (b). Susunan serat dalam cetakan, (c). Pycnometer, uji densitas serat dan (d). Komposit hasil tekan panas.

Alkalisasi serat dipilih pada 5% v/v NaOH berdasarkan hasil optimum sifat mekanik serat yang dilaporkan [11]. Uji densitas serat bambu petung (ASTM D792) dilakukan pada 3 gram sampel menggunakan metoda *picknometer* dengan media non-air. Sedangkan densitas epoksi dilakukan menggunakan *density kit* pada media air. Kekuatan tarik serat diuji pada 25 sampel serat berukuran 50 mm dengan *gage length* 10 mm dan laju pembebanan 20 mm/menit. Uji tarik epoksi dilakukan pada 3 pelat (15 mm x 1 mm x 250 mm) sesuai ASTM D638. Laju pengujian untuk mendapatkan modulus elastisitas 2 mm/menit dan 10 mm/menit untuk kekuatan tarik.

### Proses Tekan Panas Komposit

Proses tekan panas komposit epoksi/serat bambu petung menggunakan cetakan aluminium dilakukan pada serat non-alkalisasi (HP 0) dan serat alkali 5 % (HP 5). Serat bambu disusun searah pada orientasi 0° di dalam cetakan (Gambar 2(c)), kemudian dipanaskan dalam oven selama 30 menit pada 105 °C. Resin epoksi yang ditimbang sesuai rencana fraksi volume matriks dituangkan ke dalam cetakan, kemudian cetakan diletakkan di meja mesin tekan panas dan *setting* proses pada 10 MPa hingga 60 °C selama 1 jam. Setelah komposit dalam cetakan dibiarkan mendingin dalam mesin tekan panas pada 10 MPa selama 12 jam, dilakukan pembongkaran cetakan. Ukuran komposit sebelum dibuat spesimen uji tarik adalah 230 mm x 130 mm x 1 mm (Gambar 2(d)).

### Uji Serap Air dan Kuat Tarik Komposit

Pengujian daya serap air pada komposit tekan panas epoksi/serat bambu petung mengacu ASTM D570. Spesimen komposit (ASTM D3039) dikeringkan dalam oven selama 24 jam pada 110 °C. Uji serap air dilakukan selama 4 jam dalam aquadest demin (300 °C) dengan pengukuran berat dilakukan sebanyak 12 kali. Prosentase selisih berat komposit terhadap berat awal sebelum penyerapan air, dihitung sebagai tingkat penyerapan air ke dalam komposit.

Pengujian kuat tarik komposit dilakukan pada dua perlakuan komposit berbeda; tanpa serap air (H0) dan dengan serap air (H1). Laju pembebanan ditetapkan 2 mm/menit, hasil yang diperoleh kemudian dianalisa dan untuk memperkuat pembuktian fisik dilakukan konfirmasi pada hasil patahan komposit menggunakan SEM.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Sifat Serat Bambu Petung (0 % NaOH dan 5 % NaOH) dan Epoksi

Tabel 1 menunjukkan sifat serat bambu petung (variasi alkalisasi 0 % NaOH dan 5 % NaOH) dan sifat matriks epoksi.

Tabel 1. Sifat Serat Bambu Petung (SBP) (0 % dan 5 % NaOH) dan epoksi.

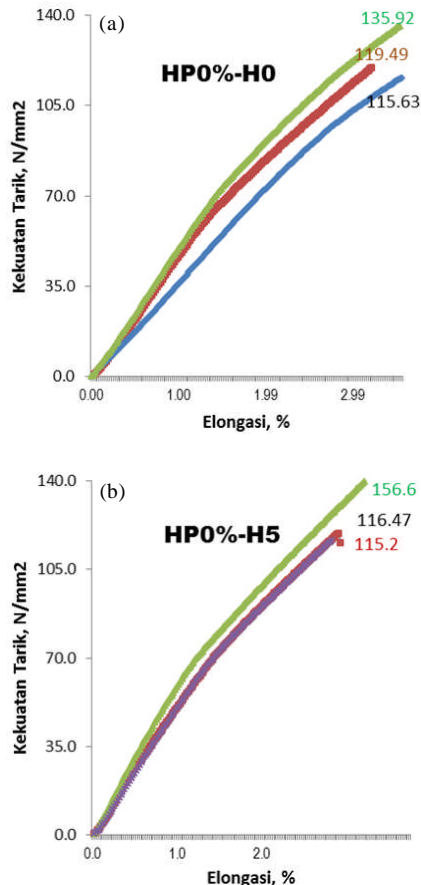
Sampel	Densitas (gr/cm <sup>3</sup> )	Kekuatan Tarik (MPa)
SBP 0%	1,05	247,5 ± 234,4
SBP 5%	1,3	384,6 ± 378,9
Epoksi	1,13	35,6 ± 6,1

Pada tabel dapat dilihat bahwa kekuatan tarik serat jauh lebih tinggi daripada matriks. Hasil ini mengindikasikan komposit yang dihasilkan akan baik. Setelah alkalisasi, kekuatan naik 55 %. Penyebabnya, kandungan non

selulosa (lignin dan hemiselulosa) berkurang, selulosa meningkat, dan terbentuknya ikatan hidrogen baru diantara rantai selulosa. Peningkatan kandungan selulosa menyebabkan meningkatnya kekuatan tarik serat [12].

### Sifat Tarik Komposit Bambu Petung Pra-Absorpsi Air (0 % NaOH dan 5 % NaOH)

Gambar 3 menunjukkan kurva uji tarik sampel biokomposit sebelum dilakukan penyerapan air.

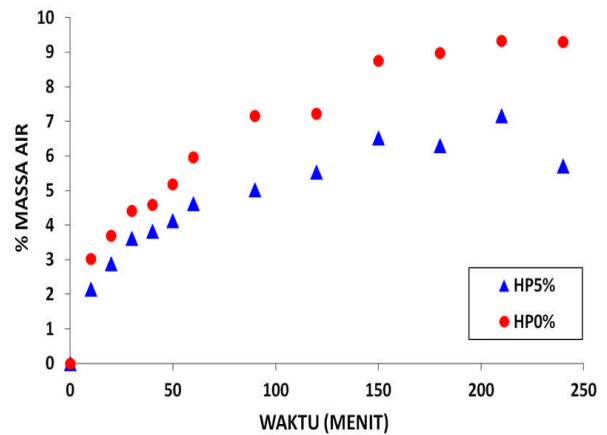


Gambar 3. Kurva uji tarik biokomposit pra absorpsi (a). non alkali dan (b). 5% alkali.

Dari Gambar 3 dapat dilihat bahwa kurva tidak jauh berbeda dengan rata-rata 125,4 MPa. Meskipun rentang data kekuatan biokomposit 5 % alkali lebih besar (29,68 MPa) daripada non alkali (13,79 MPa) dengan elongasi masing-masing 3,17 % dan 3,42 %. Besarnya variasi data kekuatan tarik tersebut merupakan sifat inheren dari serat bambu sebagai serat hayati. Variabilitas data serat bambu petung telah dilaporkan pada penelitian sebelumnya [6,7,11]

### Sifat Penyerapan Air Biokomposit Epoksi Berpenguat Serat Bambu Petung

Gambar 4 menunjukkan kadar penyerapan air biokomposit epoksi berpenguat serat bambu



Gambar 4. Kadar penyerapan air biokomposit epoksi berpenguat serat bambu petung.

petung pada dua kondisi perlakuan serat penguat komposit, non alkali (HP 0) dan 5 % alkali (HP 5).

Dari Gambar 4 dapat dilihat bahwa pada 10 menit hingga 60 menit pertama penyerapan air pada kedua jenis biokomposit epoksi berpenguat serat bambu petung, meningkat secara signifikan dengan laju 0,1% per-menit. Sedangkan pada menit berikutnya penyerapan air menurun seiring pertambahan waktu dan cenderung konstan hingga terjadi saturasi pada kondisi penyerapan air maksimum.

Selanjutnya pada Tabel 2, diperlihatkan data fraksi volume serat, fraksi volume matriks dan fraksi volume void dan tingkat penyerapan air dari kedua biokomposit (HP 0 dan HP 5).

Tabel 2. Sifat biokomposit epoksi berpenguat serat bambu petung.

Sampel komposit	V <sub>f</sub> (%)	V <sub>m</sub> (%)	V <sub>void</sub> (%)	Kadar absorpsi maksimum (% massa)
HP 0	28	71	1	9,3
HP 5	28	75	-3	6,4

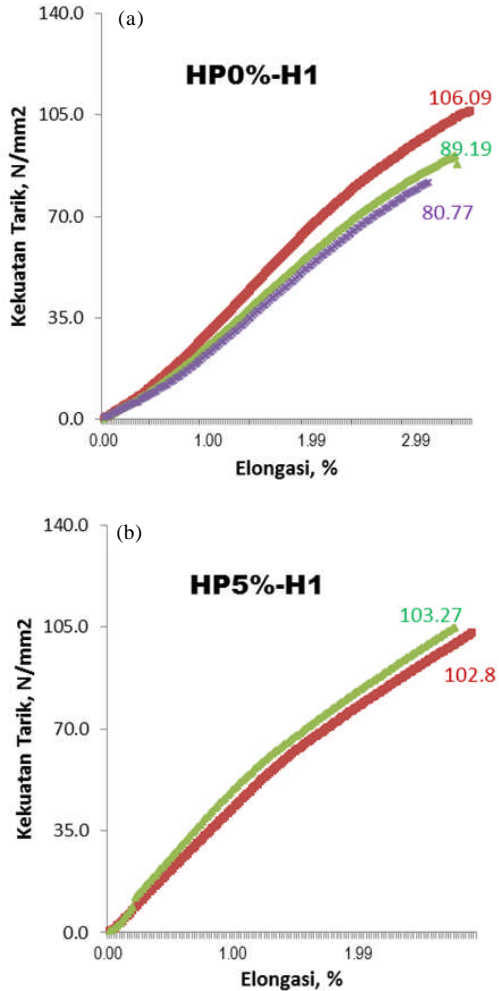
V<sub>f</sub>: fraksi volume serat; V<sub>m</sub>: fraksi volume matriks

Dari Tabel 2 dilihat bahwa biokomposit tanpa perlakuan alkali (HP 0), menyerap air 45,3 % lebih banyak daripada biokomposit 5 % alkali (HP 5). Hal ini mengindikasikan bahwa perlakuan alkali memberikan kontribusi positif terhadap penurunan penyerapan air pada biokomposit.

Selain itu, alkalisasi juga dapat meningkatkan kekasaran pada permukaan serat, sehingga ikatan antara serat dan matriks menjadi lebih baik karena adanya mekanisme *mechanical interlocking* [2-4]. Peningkatan ikatan antara serat dan matriks menyebabkan air yang berdifusi menjadi lebih sedikit [5]. Penyerapan air yang lebih besar juga kemungkinan disebabkan karena biokomposit tanpa perlakuan alkali (HP 0) memiliki fraksi void sebesar 1% seperti yang diperlihatkan pada Tabel 2.

## Pengaruh Penyerapan Air terhadap Penurunan Sifat Tarik Biokomposit Epoksi Berpenguat Serat Bambu Petung

Gambar 5 menunjukkan kurva uji tarik pada replika sampel biokomposit setelah dilakukan perlakuan penyerapan air.

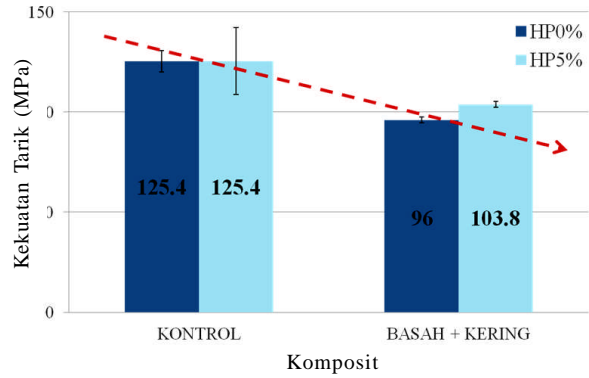


Gambar 5. Kurva uji tarik biokomposit pasca-absorpsi (a). non-alkali, (b). 5% alkali.

Pada Gambar 5 trend kekuatan tarik pasca absorpsi air menunjukkan kecenderungan adanya perbedaan antara biokomposit serat alkali 5%, HP5%-H1 ( $103,8 \pm 1.4$  MPa) dengan serat non-alkali, HP0%-H1 ( $96,1 \pm 1.4$  MPa). Lebih jelas diperlihatkan pada diagram batang (Gambar 6).

Pada Gambar 6 diperlihatkan pengaruh penyerapan air terhadap penurunan sifat tarik biokomposit epoksi berpenguat serat bambu petung. Kekuatan tarik biokomposit (HP 0 & HP 5) mengalami penurunan 23,4% dan 17,2% setelah diberi perlakuan penyerapan air, masing-masing dari 125,4 MPa menjadi 96 MPa dan dari 125,4 MPa menjadi 103,8 MPa

Penurunan kekuatan tarik biokomposit dipengaruhi oleh buruknya ikatan antara serat dan

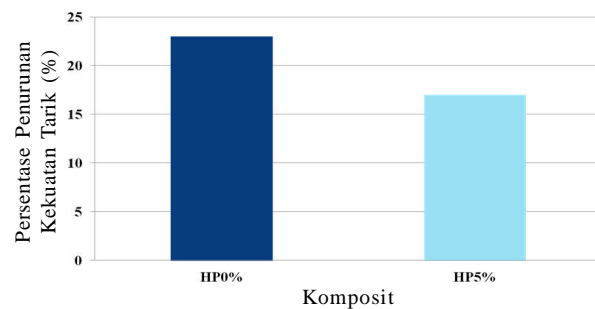


Gambar 6. Sifat tarik biokomposit (0 % NaOH dan 5 % NaOH) sebelum dan sesudah perlakuan penyerapan air.

matriks akibat dari masuknya air ke dalam biokomposit. Air yang masuk ke dalam biokomposit akan membentuk ikatan hidrogen (O-H) dengan gugus-gugus hidroksil yang terdapat pada serat bambu petung sehingga ikatan antara serat dan matriks menjadi buruk dan menyebabkan turunnya kekuatan tarik biokomposit [12]. Penelitian terdahulu menyebutkan bahwa penurunan kekuatan tarik biokomposit dapat disebabkan pula oleh terjadinya *microcrack* dalam biokomposit [13]. Fenomena *microcrack* pada biokomposit poliester berpenguat serat bambu petung telah dibuktikan pula dalam penelitian sebelumnya [9].

## Pengaruh Alkalisasi terhadap Penyerapan Air Biokomposit Epoksi Berpenguat Serat Bambu Petung

Pengaruh alkalisasi terhadap sifat penyerapan air biokomposit epoksi berpenguat serat bambu petung diperlihatkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Persentase penurunan kekuatan tarik biokomposit epoksi berpenguat serat bambu petung (0% NaOH dan 5% NaOH).

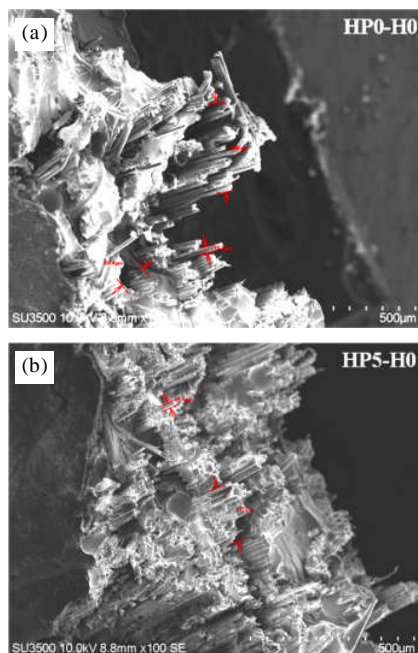
Berdasarkan Gambar 7, dapat dilihat bahwa alkalisasi dapat meminimalisir persentase penurunan kekuatan tarik biokomposit akibat perlakuan penyerapan air. Biokomposit tanpa alkalisasi (0 % NaOH) mengalami penurunan kekuatan tarik sebesar 23 % pada saat diberi perlakuan penyerapan air. Sedangkan biokomposit dengan perlakuan alkalisasi (5 %NaOH), mengalami penurunan kekuatan tarik sebesar 17 %. Hal ini

disebabkan karena biokomposit yang diberi perlakuan alkali (5 % NaOH) memiliki ikatan antarmuka yang lebih baik dibandingkan dengan biokomposit tanpa perlakuan alkali, sehingga tingkat penyerapan airnya menjadi lebih rendah. Tingkat penyerapan air yang lebih rendah juga disebabkan oleh semakin menurunnya sifat hidrofilik pada serat bambu yang diberi perlakuan alkali (5 % NaOH), akibat dari hilangnya sebagian kandungan hemiselulosa pada serat bambu [14-17].

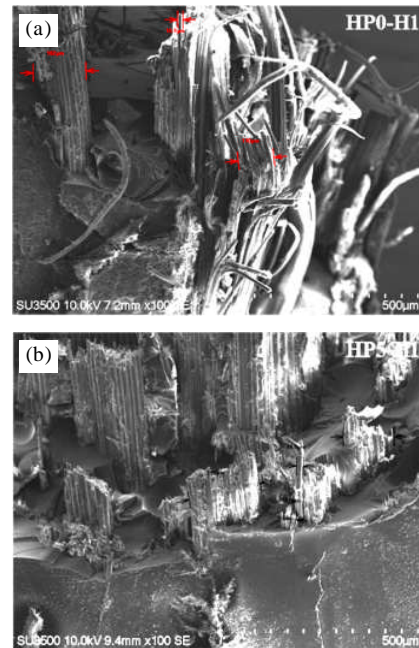
### Hasil Pemeriksaan SEM pada Permukaan Patahan Biokomposit

Gambar 8 dan Gambar 9 memperlihatkan hasil SEM permukaan patahan biokomposit setelah uji tarik. Analisis visual ini ditujukan untuk mendukung pembuktian fenomena peningkatan *mechanical interlocking* yang terjadi antara serat dan matriks akibat perlakuan alkalisasi.

Patahan biokomposit pada Gambar 8(a), memperlihatkan adanya serat yang terputus tetapi sebagian permukaannya masih tampak utuh. Hal ini dikarenakan matriks tidak cukup kuat menempel pada serat sehingga matriks terlepas dari permukaan serat tanpa memutuskan serat. Fenomena ini menunjukkan adanya kegagalan antarmuka antara serat dan matriks yang menyebabkan terlepasnya matriks dari permukaan serat (*fiber pullout*). Pada Gambar 8(b) fenomena tersebut agak sedikit berkurang. Hal ini dikarenakan telah terjadi peningkatan kualitas antarmuka serat dan matriks yang dihasilkan oleh proses alkalisasi serat. Dari hasil penelitian sebelumnya [18-20] diinformasikan bahwa



**Gambar 8.** Morfologi patahan biokomposit HP 0 dan HP 5 pada kondisi tanpa penyerapan air (H0) (a). serat non-alkalisasi (HP0 dan H0) dan (b). serat alkalisasi 5% (HP5 dan H0).



**Gambar 9.** (a). Patahan biokomposit pasca absorpsi air (a). serat non-alkalisasi (HP0 dan H1) dan (b). serat alkalisasi 5% (HP5-H0).

peningkatan kualitas antarmuka dicapai pada alkalisasi yang optimum (5 % NaOH).

Fenomena kontras terjadi pada Gambar 9(a) dan Gambar 9(b) dimana daerah patahan biokomposit memperlihatkan adanya *fiber pullout* yang mengindikasikan bahwa biokomposit mengalami kegagalan akibat buruknya ikatan antarmuka serat-matriks setelah diberi perlakuan penyerapan air. Pembuktian visual ini sesuai dengan adanya penurunan kekuatan tarik setelah biokomposit mengalami penyerapan air.

Morfologi patahan biokomposit non-alkali (Gambar 9(a)) memiliki *fiber-pullout* yang paling banyak dibandingkan ketiga biokomposit lainnya (Gambar 8(a), Gambar 8(b) dan Gambar 9(b)). Hal ini menunjukkan kualitas *interface* komposit non alkali adalah paling buruk. Rendahnya kualitas antarmuka ini sesuai dengan hasil uji tarik dan hasil uji serap air. Kekuatan paling rendah (96 MPa) akibat rusaknya interface setelah perlakuan penyerapan air dialami oleh komposit serat tanpa alkalisasi.

### KESIMPULAN

Biokomposit epoksi berpenguat serat bambu petung menyerap air dengan cepat pada 10 menit awal dan mengalami penurunan penyerapan air pada menit berikutnya hingga terjadi saturasi. Kadar penyerapan air pada biokomposit non-alkalisasi lebih tinggi daripada biokomposit alkalisasi (5 % NaOH). Penyerapan air mengakibatkan degradasi pada biokomposit, kekuatan tarik biokomposit mengalami penurunan sebesar 23 %. Perlakuan alkali 5 % NaOH, dapat meminimalisir

persentase penurunan kekuatan biokomposit, dengan persentase penurunan kekuatan tarik hanya sebesar 17 % dari semula sebesar 23 %. Hasil pemeriksaan pada permukaan patahan menunjang hasil pengujian tarik. Akibat penyerapan air, kekuatan tarik komposit epoksi bambu petung menurun karena sifat serat dan antarmuka serat-matriks telah terdegradasi.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Direktur Riset dan Pengabdian Masyarakat (DRPM) Dirjen Penguatan Riset dan Pengembangan Kemenristekdikti beserta seluruh personal yang telah memberikan kesempatan dana hibah Penelitian Kerjasama Antar Perguruan Tinggi (PEKERTI) sehingga terlaksananya penelitian tahap ke-1 pada tahun 2017 dan penulisan paper ini.

## DAFTAR ACUAN

- [1]. Kalia. *Cellulose Fibers: Bio- and Nano-Polymer Composites*. New York: Springer, 2011.
- [2]. S. Kalia. "Pretreatments of Natural Fibers and Their Application as Reinforcing Material in Polymer Composites-A Review." *Polym. Engi. and Sci.* vol. 49, Issue 7, pp. 1254-1272, 2009.
- [3]. H. B. Vogtländer. "The Sustainability of Bambu Products for Local and Western European Applications. LCAs and Land-Use." *J of Cleaner Prod.*, vol. 18, no. 13, pp. 1260-1269, 2010.
- [4]. Delgado. "The Potential of Bambu in the Design of Polymer Composites." *Mater. Res.*, vol. 15, no. 4, pp. 639-644, 2012.
- [5]. E.T. Bachtiar. "Pengaruh Komponen Kimia dan Ikatan Pembuluh terhadap Kekuatan Tarik Bambu." *Jurnal Teknik Sipil*, vol. 23, no. 1, pp. 31-40, 2016.
- [6]. H. Judawisastra. "Karakteristik Sifat Tarik Serat Bambu Petung (*Dendrocalamus asper*)." *Proceeding of Seminar Nasional Seminar Nasional Metalurgi dan Material (SENAMM) IX 2016*, 2016.
- [7]. H. Judawisastra. "Karakteristik Sifat Tarik Serat Bambu Ampel Hijau (*Bambusa vulgaris var Schrad.*)." *Proceeding of Seminar Nasional Seminar Nasional Metalurgi dan Material (SENAMM) IX 2016*, 2016.
- [8]. P. Chaowana. "Bambu: An Alternative Raw Material for Wood and Wood-Based Composites." *J.Mater.Sci.*, vol. 2, no. 2, pp. 90-102, 2013.
- [9]. H. Judawisastra. "Water absorption and Tensile Strength Degradation of Petung Bambu (*Dendrocalamus Asper*) Fiber-Reinforced Polymeric Composites," *Mater.Res.Expr.*, vol. 4, no. 9, pp. 94-103, 2017.
- [10]. S. Corradi. "Bambu Structural Composites for Marine," *SAMPE Europe, 28th International Conference and Forums*, Vanves (Paris) - France, 2007.
- [11]. H. Judawisastra, Mardiyati, N. Bayu, G Refiadi. "Karakterisasi Serat Bambu Petung untuk Bahan Komposit Polimer Epoksi." *Prosiding Seminar Nasional Jurusan Pendidikan Teknik Mesin*, UNY2017.
- [12]. A. K. Mohanty, M. Misra and L. T. Drzal. *Natural Fibers, Biopolymers and Biocomposites*. Boca Raton: CRC Press, 2005 .
- [13]. Azwa, Yousif, A. Manalo, W. Karunasena. "A Review on The Degradability of Polymeric Composites Based on Natural Fibres." *Mater. Des.* vol. 47, pp. 424-42. 2013.
- [14]. P. K. Kushwaha, R. Kumar. "Studies on Water Absorption of Bambu-Epoxy Composites: Effect of Silane Treatment of Mercerized Bambu." *J.of Appl.Polym. Sci.*, vol. 115, pp. 1846-1852. 2010.
- [15]. Mwaikambo L Y and Ansell M P. "Chemical Modification of Hemp, Sisal, Jute. and Kapok Fibers by Alkalization." *J. of Appl. Polym. Sci.* vol. 84, pp. 2222-2234, 2002.
- [16]. Yan L, Chouw N, and Yuan X. "Improving The Mechanical Properties of Natural Fibre Fabric Reinforced Epoxy Composites by Alkali Treatment." *J. of Reinf. Plast.and Compos*, vol. 31, pp. 425-437. 2012.
- [17]. A.Wattanakornsiri and S. Tongnunui, "Sustainable Green Composites of Thermoplastic Starch and Cellulose Fibers." *J. Sci. Technol.*, vol. 36, no. 2, pp. 149-161, 2014.
- [18]. A. Oushabi, et.al., "The effect of alkali treatment on mechanical, morphological and thermal properties of date palm fibers (DPFs): Study of the interface of DPFePolyurethane composite." *South African J. Chem.Engi.*, vol. 23 pp.116-123, 2017.
- [19]. M. Sood, G. Dwivedi, "Effect of fiber treatment on flexural properties of natural fiber reinforced composites: A review." *Egypt. J. Petrol.*, 2017.
- [20]. L. Tingju, et.al., "Effect of surface modification of bamboo cellulose fibers on mechanical properties of cellulose/epoxy composites." *Composites Part B*, vol.51, pp. 28-34, 2013.