

## PENGARUH LAMA WAKTU PENGGETARAN *ULTRASONIC BATH* TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN MORFOLOGI PATAHAN BIOKOMPOSIT PATI TAPIOKA/SERAT RAMI (*BOEHMERIA NIVEA*)

Mochamad Asrofi<sup>1,2</sup>, Hairul Abral<sup>1,2</sup>, Herwin Gevin<sup>1,2</sup>, Melbi Mahardika<sup>1,2</sup>, Adjar Pratoto<sup>2</sup>, Anwar Kasim<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Laboratorium Metalurgi Mekanik, Jurusan Teknik Mesin, Universitas Andalas, Kampus Limau Manis, Pauh, Padang 25163, Indonesia

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Mesin, Universitas Andalas, Kampus Limau Manis, Pauh, Padang 25163, Indonesia

<sup>3</sup>Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Andalas, Kampus Limau Manis, Pauh, Padang 25163, Indonesia

Email:

<sup>a</sup> asrofi.net@gmail.com

### ABSTRACT

*This study reported about mechanical properties and fracture surface of ramie fiber reinforced tapioca starch based biocomposites. The amount of fibers in matrix was kept constant at 10% from dry weight starch basis. Fabrication of biocomposites was solution casting. The effect of vibration duration from ultrasonic bath was 0, 15, 30, and 45 min. This treatment was applied to biocomposites while gelatinized. Tensile test was carried out to determine the mechanical properties of biocomposites. Fracture surface of biocomposites after tensile test was observed by using scanning electron microscopy (SEM). The result shows that, tensile strength increased when vibration time was added. The maximum tensile strength was obtained at 45 min vibration time with 2,84 MPa. This phenomenon was supported by SEM observation which indicate compact structure.*

*Keywords: Tapioca starch, ramie fiber, biocomposites, mechanical properties, SEM*

### PENDAHULUAN

Dua dekade terakhir, pencemaran plastik sintesis menjadi masalah utama karena sifatnya yang tidak mudah terdegradasi oleh lingkungan. Pengembangan material plastik yang ramah lingkungan (bioplastik) menjadi ketertarikan oleh berbagai peneliti di bidang biokomposit [1]. Salah satu material yang dapat dijadikan bioplastik adalah pati. Ketersediaan pati sangatlah berlimpah dan harganya murah. Pati dapat dikonversi menjadi bioplastik dengan pemanasan pada suhu 60-70 °C [2,3]. Akan tetapi, pati memiliki berbagai kelemahan yaitu sifat mekanik, ketahanan air, dan termal yang rendah. Untuk mengatasi masalah tersebut, serat ditambahkan ke dalam pati untuk memperbaiki sifatnya [2,4].

Penambahan serat seperti *luffa* [2], *jute* [3], tandan kosong kelapa sawit (TKKS) [4], eceng gondok [5] dan rami [6] ke dalam pati sudah banyak dilakukan. Kunci utama dari performa sifat biokomposit adalah baiknya ikatan antara matriks dan serat, tidak adanya porositas, dan distribusi serat ke dalam matriks yang merata [7]. Bagaimanapun, banyak studi yang melaporkan bahwa, fenomena penambahan serat ke dalam matriks sering terjadi penumpukan (aglomerasi) [4,5]. Untuk mengatasi hal tersebut, pemberian

efek *ultrasound* setelah proses pencetakan film dianjurkan agar distribusi serat merata dan struktur menjadi kompak seperti yang dilaporkan oleh Abral [4].

Efek *ultrasound* dapat membantu meningkatkan sifat mekanik, resistansi terhadap air, dan pembentukan film yang baik. Selain itu, perlakuan ini membantu penyebaran serat secara homogen ke dalam matriks [4,7]. Ini dibuktikan dari temuan terakhir oleh Abral yang mengungkapkan bahwa energi kinetik yang dikeluarkan oleh *ultrasound* dapat memecah serat yang teraglomerasi menjadi serat individu yang tersebar di dalam matriks [4].

Penelitian sebelumnya mengenai efek *ultrasound* dilakukan oleh Abral dkk. Mereka meneliti biokomposit dari pati tapioka yang diperkuat serat tandan kosong kelapa sawit dengan volume fraksi 75%. Hasil menunjukkan bahwa semakin lama penggetaran dari *ultrasound*, film yang dihasilkan semakin baik. Fenomena itu ditunjukkan oleh pencitraan SEM yang menunjukkan struktur yang kompak pada penggetaran 30 dan 60 menit [4].

Serat rami merupakan serat yang belum banyak dimanfaatkan khususnya di Indonesia. Produksi tanaman rami di Indonesia sekitar 11 ton

per tahunnya [8]. Untuk memaksimalkan penggunaan dari material tersebut, maka peneliti memanfaatkan material ini sebagai agen penguat dalam biokomposit dengan matriks pati tapioka. Serat ini memiliki sifat mekanis yang baik seperti yang dilaporkan penelitian sebelumnya [9].

Dalam studi ini, variasi yang digunakan adalah lama waktu getaran *ultrasonic bath* pada biokomposit pati tapioka dengan jumlah serat rami tetap yaitu 10% dari berat kering pati. Sifat mekanik biokomposit dari pati tapioka yang diperkuat oleh serat rami akan dipelajari. Analisa morfologi patahan film biokomposit juga diamati dengan *scanning electron microscopy* (SEM) untuk memperkuat analisa dari sifat mekanik. Sepengetahuan penulis yang paling baik, belum ada studi yang melaporkan tentang penelitian ini.

## METODOLOGI PENELITIAN

### Bahan

Serat rami diperoleh dari kebun percobaan Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh. Pati tapioka dibeli di toko lokal daerah Padang dengan merek cap pak tani. Kandungan amilosa pati tapioka adalah 15%. Bahan kimia lainnya seperti gliserol, air suling, dan NaOH didapatkan dari Laboratorium Mekanik dan Metalurgi, Universitas Andalas.

### Persiapan Serat Rami

Serat rami disiapkan dan dibersihkan menggunakan air suling. Serat tersebut diberi perlakuan alkalisasi dengan larutan NaOH 25% di dalam *digester* (tungku bertekanan tinggi) pada temperatur 180 °C dan tekanan 8 bar selama 2 jam seperti yang dilaporkan peneliti sebelumnya [10,11]. Kemudian, serat dicuci sampai pH 7 (netral) menggunakan air suling. Setelah netral, kita mendapatkan serat rami dalam bentuk bubuk dan siap untuk dikeringkan menjadi bentuk granula serat rami (Gambar 1).

### Persiapan Biokomposit

Sebanyak 10 gram pati tapioka dan 2 ml gliserol dicampurkan ke dalam gelas kimia yang berisi 100 ml air suling. Kemudian, 10% serat rami kering (dari berat kering total pati) dimasukkan ke campuran tersebut. Campuran dipanaskan menggunakan *hot plate magnetic stirrer* dengan temperatur 60 °C dan putaran 500 rpm selama 30 menit sampai terbentuk biokomposit gelatin. Biokomposit tersebut dicetak pada cetakan kaca dengan ukuran p x l x t (20 cm x 17 cm x 0,3 cm). Biokomposit ini diberikan perlakuan getaran *ultrasonic bath* dengan variasi lama waktu penggetaran. Variasi waktu penggetarannya adaah 0, 15, 30 dan 45 menit. Kondisi perlakuan ini dilakukan pada frekuensi 40 KHz dan temperatur air di dalam *ultrasonic bath* dijaga tetap di bawah 40 °C. Setelah itu, biokomposit dikeringkan di

dalam *oven* pengering dengan temperatur 50 °C selama 20 jam. Hasil biokomposit telah didapatkan dalam bentuk lembaran dan siap untuk dikarakterisasi.



Gambar 1. Granula serat rami kering setelah proses alkalisasi

### Penentuan Sifat Mekanik

Pengujian tarik digunakan untuk menentukan sifat mekanik dari biokomposit pati tapioka diperkuat serat rami. Mesin uji tarik yang digunakan bermerek *COM-TEN testing machine 95T Series 5K* dengan kapasitas maksimum 5000 *pound*. Hasil dari uji tarik berupa kekuatan tarik, modulus elastisitas, dan *elongation at break*. Semua sampel dibuat menurut standar *American Society for Testing and Materials* (ASTM) D638. Kecepatan pengujian tarik adalah 4 mm/menit pada temperatur ruangan. Ada 5 sampel dalam setiap variasi waktu penggetaran *ultrasound*.

Kekuatan tarik diperoleh dengan cara pembagian antara gaya maksimum dari pengujian sampel dengan rata-rata luas penampang melintang dari sampel. Agar memperoleh luas spesimen yang akan diuji secara akurat, maka dilakukan pengukuran menggunakan jangka sorong dengan ketelitian 0,001 mm di 5 titik berbeda dari ketebalan dan lebar dari sampel film biokomposit.

### Pengamatan Morfologi Patahan

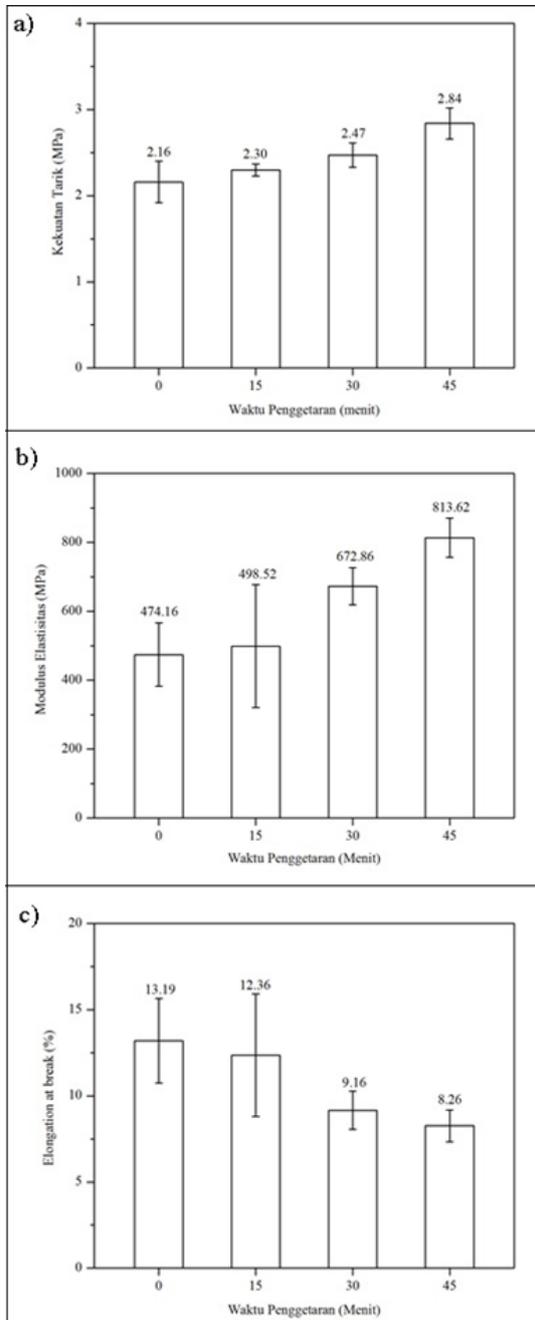
*Scanning Electron Microscopy* (SEM) *Hitachi* seri 3400 N digunakan untuk mengamati morfologi patahan dari film biokomposit setelah diuji tarik. Pengujian ini digunakan untuk melihat dispersi serat dalam matriks, ikatan antara serat dan matrix, dan ada/tidaknya porositas yang terbentuk

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Sifat Mekanik Biokomposit

Gambar 2 menunjukkan efek getaran *ultrasound* terhadap kekuatan tarik biokomposit. Terlihat pada gambar bahwa semakin lama efek getaran *ultrasound*, kekuatan tarik semakin meningkat. Pada gambar 2a menunjukkan film biokomposit tanpa perlakuan penggetaran

mempunyai kekuatan tarik sebesar 2,16 MPa. Setelah diberikan penggetaran 15 menit, kekuatan tarik meningkat sebesar 6,48%. Hal ini juga terjadi pada penggetaran 30 menit yang meningkat sebesar 14,35% dan 45 menit sebesar 31,48%.



Gambar 2. (a) kekuatan tarik; (b) modulus elastisitas; (c) *elongation at break* pada film biokomposit dengan variasi waktu penggetaran

Pemberian efek getaran ini juga dapat meningkatkan modulus elastisitas dari film biokomposit. Modulus elastisitas dari penggetaran 45 menit (Gambar 2b) meningkat sebesar 71,59% dibandingkan yang tanpa perlakuan. Fenomena ini dikarenakan ikatan antara matriks dan fiber

semakin baik seperti yang dilaporkan oleh Abral [12]. Selain itu, dengan lamanya waktu penggetaran dapat membuat struktur menjadi kompak [4]. Hal tersebut dijelaskan pada pencitraan morfologi dengan SEM (Gambar 3d).

Akan tetapi, *elongation at break* dari film biokomposit semakin menurun seiring dengan bertambahnya lama waktu getaran *ultrasonic bath*. Gambar 2c menunjukkan *elongation at break* dari film biokomposit yang mengalami berbagai lama waktu perlakuan *ultrasonic bath*. Terlihat pada gambar tersebut, bahwa film biokomposit tanpa perlakuan penggetaran mempunyai *elongation at break* tertinggi yaitu 13,19%.

Jika dibandingkan dengan yang diberikan perlakuan penggetaran, *elongation at break* film biokomposit semakin menurun. Ini mengindikasikan bahwa film biokomposit semakin getas seiring bertambahnya waktu penggetaran *ultrasonic bath* [4,12,13].

### Morfologi Patahan

Gambar 3 menunjukkan bentuk morfologi patahan dari film biokomposit dengan waktu penggetaran 0 menit mempunyai porositas yang lebih banyak daripada yang diberikan perlakuan penggetaran. Selain itu, celah (*gap*) terlihat jelas antara matriks dengan serat. Hal ini yang mengakibatkan kekuatan tarik sampel biokomposit penggetaran 0 menit menjadi lemah. Fenomena ini mendukung hasil uji tarik dari film biokomposit penggetaran 0 menit yang mempunyai kekuatan tarik lebih rendah dibandingkan yang diberikan perlakuan.

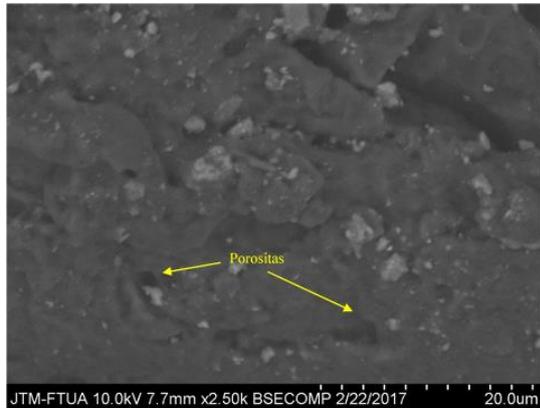


Gambar 3. Pencitraan SEM film biokomposit dengan efek penggetaran 0 menit, perbesaran 2500x

Selain itu, porositas terlihat berkurang pada penggetaran 15 menit (Gambar 4). Ini membuktikan bahwa efek penggetaran *ultrasonic bath* efektif menghilangkan porositas yang terbentuk selama fabrikasi biokomposit.

Fenomena lain juga terjadi pada penggetaran 30 menit (Gambar 5) dan 45 menit

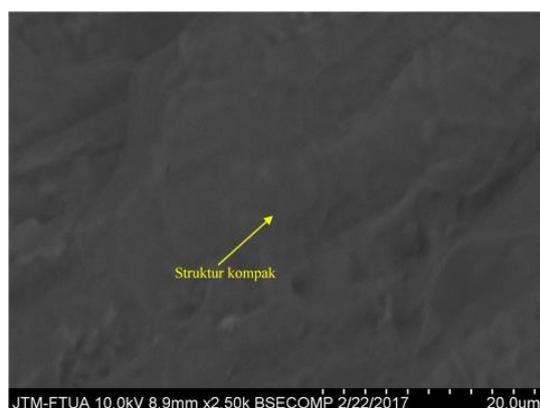
(Gambar 6). Pada gambar tersebut terlihat film biokomposit mempunyai struktur yang kompak. Hal ini diindikasikan tidak adanya porositas yang terbentuk pada sampel dengan variasi penggetaran 30 dan 45 menit.



Gambar 4. Pencitraan SEM film biokomposit dengan efek penggetaran 15 menit, perbesaran 2500x



Gambar 5. Pencitraan SEM film biokomposit dengan efek penggetaran 30 menit, perbesaran 2500x



Gambar 6. Pencitraan SEM film biokomposit dengan efek penggetaran 45 menit, perbesaran 2500x

Dengan struktur kompak yang dimiliki, kekuatan tarik juga semakin meningkat. Ini

dibuktikan dengan hasil kekuatan tarik dari penggetaran 30 dan 45 menit meningkat jika dibandingkan dengan tanpa perlakuan. Hasil yang serupa juga dilaporkan oleh penelitian sebelumnya [4].

## KESIMPULAN

Biokomposit dari pati tapioka diperkuat serat rami telah berhasil dibuat dengan metode *solution casting*. Hasil menunjukkan bahwa efek penggetaran *ultrasonic bath* sangat mempengaruhi sifat mekanik dan morfologi patahan biokomposit. Penggetaran dengan waktu 0 menit mempunyai nilai kekuatan tarik yang paling rendah yaitu 2,16 MPa. Hal ini berbeda dengan penggetaran 45 menit yang mempunyai nilai kekuatan tarik paling tinggi yaitu 2,84 MPa. Ini dibuktikan dengan kompaknya struktur pada permukaan patahan biokomposit. Efek penggetaran *ultrasonic bath* sangat dianjurkan dalam pembuatan biokomposit karena dapat mengurangi porositas dan memperbaiki ikatan antara matriks dengan serat.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih atas dukungan finansial yang diberikan oleh Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi (Kemenristek DIKTI) Indonesia dengan skema penelitian PMDSU *Batch-2* tahun 2017. Penulis juga berterima kasih kepada para pembimbing terutama Prof. Dr.-Ing. Hairul Abral untuk segala masukan dan diskusi yang sangat bermanfaat.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Avérous, L. and Halley, P.J., 2009. *Biocomposites based on plasticized starch*. *Biofuels, bioproducts and biorefining*. 3(3), pp.329-343.
- [2] Kaewtatip, K. and Thongmee, J., 2012. *Studies on the structure and properties of thermoplastic starch/luffa fiber composites*. *Materials & Design*. 40, pp.314-318.
- [3] Prachayawarakorn, J., Chaiwatyothin, S., Mueangta, S. and Hanchana, A., 2013. *Effect of jute and kapok fibers on properties of thermoplastic cassava starch composites*. *Materials & Design*. 47, pp.309-315.
- [4] Abral, H., Putra, G.J., Asrofi, M., Park, J.W. and Kim, H.J., 2017. *Effect of vibration duration of high ultrasound applied to biocomposite while gelatinized on its properties*. *Ultrasonics Sonochemistry*. 40, pp.697-702
- [5] Abral, H. and Hartono, J., 2017. *Moisture absorption of starch based biocomposites reinforced with water hyacinth fibers*. *Materials Science and Engineering Conference Series*. 213, No. 1, p. 012035.
- [6] Lu, Y., Weng, L. and Cao, X., 2006. *Morphological, thermal and mechanical*

- properties of ramie crystallites—reinforced plasticized starch biocomposites*. Carbohydrate polymers. 63(2), pp.198-204.
- [7] Cheng, W., Chen, J., Liu, D., Ye, X. and Ke, F., 2010. *Impact of ultrasonic treatment on properties of starch film-forming dispersion and the resulting films*. Carbohydrate Polymers. 81(3), pp.707-711.
- [8] Purwati, R.D., 2010. *Strategi pengembangan rami (Boehmeria nivea Gaud.)*. Jurnal Perspektif. 9(2), pp.106-118.
- [9] Syafri, E., Kasim, A., Abral, H. and Asben, A., 2015. *Pengaruh chemical treatment terhadap sifat fisik, kandungan selulosa dan kekuatan tarik serat alam rami*. Jurnal Teknologi Pertanian Andalas. 19(2), pp.18-24.
- [10] Syafri, E., Kasim, A., Abral, H., Asben, A. and Wahono, S., 2016. *Pengembangan digester pulp untuk menghasilkan partikel selulosa serat rami sebagai filler material bionanokomposit*. September, pp.1-10.
- [11] Asrofi, M., Abral, H., Kasim, A. and Pratoto, A., 2017. *Characterization of the microfibrillated cellulose from water hyacinth pulp after alkali treatment and wet blending*. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 204, pp.1-6.
- [12] Abral, H., Gafar, M.F., Andriyanto, H., Ilhamdi, Sapuan, S.M., Ishak, M.R. and Evitayani, 2012. *Alkali treatment of screw pine (Pandanus Odoratissimus) fibers and its effect on unsaturated polyester composites*. Polymer-Plastics Technology and Engineering. 51(1), pp.12-18.
- [13] Arrakhiz, F.Z., Elachaby, M., Bouhfid, R., Vaudreuil, S., Essassi, M. and Quaiss, A., 2012. *Mechanical and thermal properties of polypropylene reinforced with Alfa fiber under different chemical treatment*. Materials & Design. 35, pp.318-322.