

DOI: doi.org/10.21009/SPEKTRA.031.01

Received: 1 February 2018
Revised: 10 April 2018
Accepted: 16 April 2018
Published: 30 April 2018

MOISTURE ABSORPTION AND FTIR CHARACTERISTIC OF TAPIOCA STARCH BIOCOMPOSITE REINFORCED DRAGON FRUIT ROOT FIBER (HYLOCEREUS POLYRHIZUS)

Mochamad Asrofi^{1, a)}, Hairul Abral^{1, b)}, Anwar Kasim^{2, c)}, Adjar Pratoto^{1, d)},
Melbi Mahardika^{1, e)}

¹Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Andalas, Padang 25163, Indonesia

²Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Andalas, Padang 25163, Indonesia.

Email: ^{a)}asrofi.net@gmail.com, ^{b)}abral@ft.unand.ac.id, ^{c)}anwar_ks@yahoo.com,
^{d)}adjar.pratoto@ft.unand.ac.id, ^{e)}melbimahardika@gmail.com

Abstrak

Biokomposit dari pati tapioka dan serat akar buah naga telah berhasil dibuat. Sebanyak 0, 2, 4, dan 6% serat (dari berat kering pati) digunakan sebagai penguat biokomposit. Fabrikasi biokomposit menggunakan metode *solution casting*. Pengujian serapan uap air digunakan untuk mengetahui persentase penyerapan uap air. Gugus fungsi dari biokomposit ditentukan dengan karakterisasi FTIR (Fourier Transform Infra-Red). Persentase penyerapan uap air menunjukkan bahwa, film pati tapioka mempunyai serapan uap air 21,7%. Hasil ini lebih tinggi dibandingkan dengan film tapioka ditambah serat. Fenomena ini didukung dengan analisis FTIR pada gugus serapan air sekitar *wavenumber* 1647 cm⁻¹. Pada daerah tersebut terlihat bahwa, film pati tapioka memiliki absorban yang tinggi dibandingkan film pati tapioka ditambah serat.

Kata-kata kunci: biokomposit, pati tapioka, serat akar buah naga, FTIR, serapan uap air.

Abstract

Tapioca starch biocomposites reinforced dragon fruit root fiber was successfully produced. As much 0, 2, 4 and 6% fiber fractions (from dry starch weight basis) were used as reinforcement in biocomposites. The fabrication of biocomposites was solution casting method. Moisture absorption testing was used to know the percentage of moisture absorption. The functional group of biocomposites was determined by FTIR (Fourier Transform Infra-Red) characterization. The moisture absorption percentage of tapioca starch film was 21,7%. This result was higher than fiber-reinforced biocomposites film. This phenomenon was supported by FTIR analysis on functional group (water absorption band) at wavenumber 1647 cm⁻¹. In this wavenumber, tapioca starch film has higher absorbance than fiber-reinforced biocomposites film.

Keywords: biocomposites, tapioca starch, dragon fruit root fiber, FTIR and moisture absorption.

PENDAHULUAN

Bioplastik berbasis pati menjadi suatu inovasi terbaru untuk menggantikan plastik sintetis terutama di bidang kemasan makanan [1]. Pati dapat dijadikan sebagai matriks bioplastik dengan proses pemanasan sampai pada suhu gelatinisasinya. Keunggulan pati adalah murah, ketersediaanya berlimpah, dan sifatnya yang ramah lingkungan. Dibandingkan plastik sintetis, bioplastik dari pati memiliki keterbatasan seperti serapan uap air yang tinggi [2]. Kelemahan tersebut harus diatasi agar sifatnya dapat bersaing dengan plastik sintetis.

Salah satu usaha untuk memperbaiki sifat serapan uap air tersebut adalah penambahan serat alam. Fungsi serat alam adalah mencegah molekul air untuk berdifusi ke dalam matriks pati [3,4]. Salah satu kandidat serat alam adalah akar buah naga. Serat akar buah naga merupakan kandidat yang memiliki potensi besar sebagai agen penguat biokomposit. Ini dikarenakan sifat mekanisnya yang baik [5]. Selain itu, serat ini mudah didapatkan di Indonesia dan tidak beracun. Pemanfaatan serat akar buah naga sebagai penguat biokomposit sejauh ini belum dilaporkan oleh berbagai peneliti. Oleh karena itu, dalam riset ini serat akar buah naga digunakan sebagai penguat film pati tapioka berbasis biokomposit.

Beberapa penelitian tentang serapan uap air biokomposit dari pati diperkuat oleh serat alam telah banyak dilakukan. Seperti pati tapioka diperkuat serat luffa [2], eceng gondok [4,6], tandan kosong kelapa sawit [7], kenaf [8], bambu [9], dan nanas [10]. Kunci serapan uap air terletak pada ikatan antara serat dan matriks. Ikatan tersebut dapat menghalangi molekul air masuk ke dalam matriks [4].

Dalam riset ini, biokomposit dari pati tapioka diperkuat serat akar buah naga telah dibuat. Pengujian serapan uap air dilakukan untuk mengetahui persentase penyerapan uap air. Karakterisasi FTIR juga dilakukan untuk menentukan gugus fungsi dari film biokomposit.

METODE PENELITIAN

Bahan penguat yaitu serat akar buah naga yang diperoleh dari petani buah naga di daerah Banyuwangi, Indonesia. Pati tapioka dengan kandungan amilosa 15% digunakan sebagai matriks biokomposit. Gliserol, NaOH, dan aquades tersedia di Laboratorium Mekanik dan Metalurgi, Universitas Andalas.

Persiapan serat akar buah naga dilakukan sebanyak dua tahap yaitu alkalisasi dan pemutihan. Sebelum alkalisasi, serat akar buah naga disiapkan dan dibersihkan menggunakan aquades. Proses alkalisasi serat menggunakan larutan 5% NaOH selama satu hari pada temperatur 25 °C seperti yang dilaporkan peneliti sebelumnya [3]. Kemudian, serat dicuci sampai pH 7 (netral) menggunakan aquades. Setelah netral, serat akar buah naga diberikan perlakuan pemutihan menggunakan perbandingan zat NaClO₂ dan CH₃COOH (4:1) dengan pemanasan pada temperatur 60 °C selama 2 jam. Serat dinetralkan menggunakan aquades dan dikeringkan pada suhu 60 °C di dalam oven pengering selama 4 jam. Serat akar buah naga yang kering telah didapatkan.

Pembuatan biokomposit: sebanyak 10 gram pati tapioka dimasukkan ke dalam gelas kimia yang berisi 100 ml aquades. Kemudian, 0, 2, 4, dan 6% serat akar buah naga (dari berat kering total pati) dimasukkan ke dalam campuran tersebut. Gliserol ditambahkan sebanyak 2 ml sebagai *plasticizer*. Kemudian, campuran tersebut diaduk dan dipanaskan menggunakan *hot plate magnetic stirrer* pada putaran 500 rpm dengan temperatur 60 °C selama 30-40 menit sampai menggelatin. Setelah menggelatin, campuran biokomposit tersebut diberi perlakuan *ultrasound* menggunakan alat ultrasonic cell crusher dengan model BET-1500 pada daya 600 watt selama 1 menit. Tujuan perlakuan ini untuk membantu pembentukan film biokomposit agar film yang dihasilkan lebih bagus.

Campuran biokomposit tersebut dicetak pada cawan petri dengan diameter 15 cm. Berat campuran biokomposit (dalam bentuk gelatin) dikontrol sebanyak 70 gram dalam cawan petri. Setelah itu, biokomposit dikeringkan di dalam oven pengering pada temperatur 50 °C selama 20 jam. Hasil biokomposit telah didapatkan dalam bentuk film lembaran dan siap untuk dikarakterisasi.

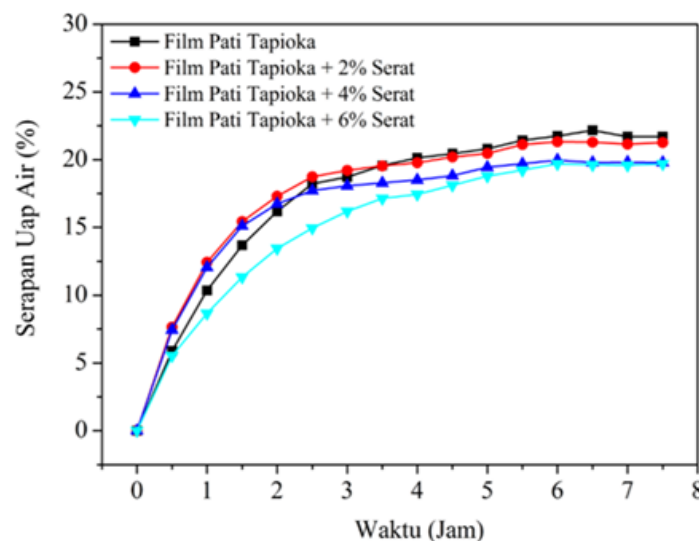
Untuk pengujian serapan uap air, film biokomposit dari berbagai variasi dibuat berukuran 1,0 cm x 1,5 cm dan dikeringkan di dalam oven pengering sampai beratnya konstan. Pengujian serapan uap air dilakukan di dalam sebuah wadah *tupperware* pada kelembapan relatif 75% dan temperatur 25 °C. Berat awal (W_o) merupakan penimbangan awal sampel sebelum pengujian. Sementara itu, berat akhir (W_t) merupakan berat akhir dari penimbangan sampel setiap 30 menit sekali. Persentase serapan uap air dihitung menggunakan persamaan yang dilaporkan oleh peneliti sebelumnya [4]:

$$\text{Serapan Uap Air (\%)} = ((W_t - W_o) / W_o) \times 100 \quad (1)$$

Dalam mendukung analisa pengujian serapan uap air, maka diperlukan uji penentuan gugus kimia dari biokomposit. Gugus fungsi dari semua sampel film biokomposit dikarakterisasi menggunakan FTIR (Fourier Transform Infra-red). Instrumen berjenis (Perkin-Elmer Frontier FT-IR) digunakan untuk merekam hasil spektrum FTIR semua sampel film biokomposit. Rentang *wavenumber* 600 – 4000 cm^{-1} dengan resolusi 4 cm^{-1} .

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar 1 menunjukkan peresentase penyerapan uap air dari biokomposit yang diuji. Pengujian penyerapan uap air dilakukan selama 7,5 jam dalam kondisi RH 75 % dan temperatur 25 °C. Terlihat pada gambar bahwa semua film biokomposit sudah mulai jenuh pada kondisi 7,5 jam pengujian. Biokomposit dengan 0% serat (film pati tapioka) memiliki serapan uap air sebesar 21,7%. Fenomena ini menunjukkan bahwa film pati tapioka lebih bersifat hidrofilik [2,4,10].



GAMBAR 1. Serapan uap air dari sampel biokomposit yang diuji.

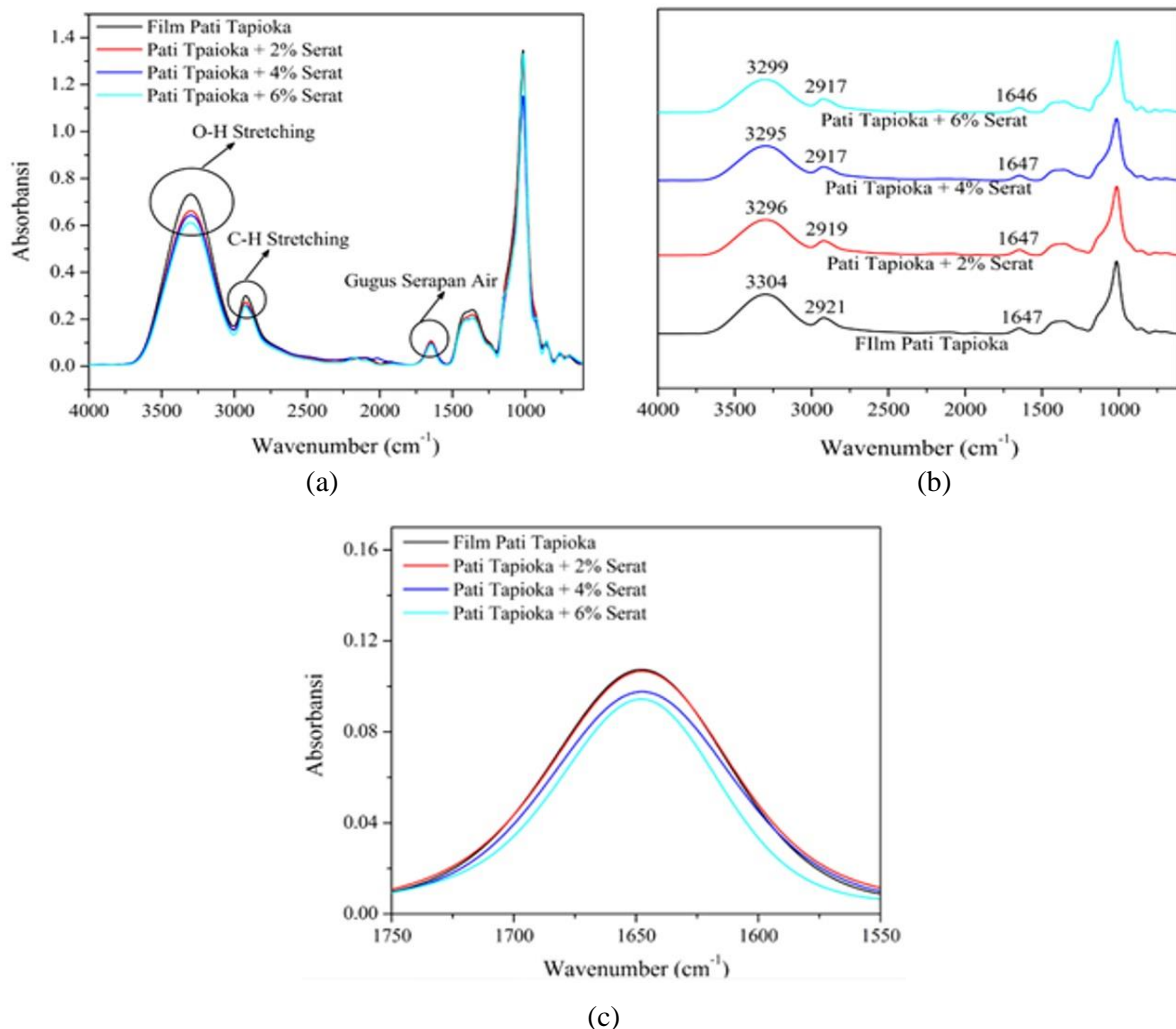
Hasil ini berbeda dengan film biokomposit yang ditambahkan serat. Film biokomposit yang ditambahkan dengan serat memiliki serapan uap air yang lebih rendah. Pada biokomposit yang ditambahkan 6% serat, nilai serapan uap air turun sebesar 2% dari film biokomposit tanpa serat. Ini dikarenakan serat dapat mencegah molekul air untuk masuk ke dalam matriks seperti yang dilaporkan oleh peneliti sebelumnya [4,10]. Data ini juga didukung oleh data FTIR pada *wavenumber* 1700-1600 cm^{-1} yang mengindikasikan gugus serapan air.

Pada gambar 2 menunjukkan grafik FTIR biokomposit dari pati tapioka diperkuat serat akar buah naga. Terlihat pada gambar 2a, terdapat tiga puncak utama dalam rentang *wavenumber* yang berbeda. Tiga daerah puncak tersebut dalam *wavenumber* 3500-3000 cm^{-1} (peregangan O-H), 2800-2900 cm^{-1} (peregangan C-H), dan 1600-1700 cm^{-1} (gugus penyerapan uap air) [2,11]. Pada gugus penyerapan

O-H sekitar *wavenumber* 3000 cm^{-1} (Gambar 2b), biokomposit dengan serat menunjukkan pergeseran *wavenumber* ke arah yang lebih rendah. Ini mengindikasikan bahwa interaksi antara matriks dan serat membentuk formasi ikatan hidrogen yang baru [11,12]. Hasil yang sama juga dilaporkan oleh Kaewtatip, bahwa ikatan hidrogen antara matriks dan serat menyebabkan penurunan *wavenumber*. Mereka menjelaskan bahwa ikatan hidrogen tersebut melemah karena adanya fenomena delokalisasi elektron [2].

Selain itu, peregangan C-H muncul antara *wavenumber* $2800\text{-}2900\text{ cm}^{-1}$ di semua sampel biokomposit. Ini mengindikasikan bahwa semua sampel biokomposit mengandung komponen aliphatic jenuh [13]. Fenomena lain juga muncul pada sekitar *wavenumber* $1700\text{-}1600\text{ cm}^{-1}$ (Gambar 2c). Pada daerah ini, puncak serapan air muncul pada setiap sampel biokomposit. Nilai serapan uap air dari film biokomposit dengan 0, 2, 4, dan 6% serat adalah 0,108; 0,106; 0,097; dan 0,094 untuk masing-masing. Dengan hasil tersebut, maka film tapioka memiliki serapan air yang lebih tinggi daripada yang ditambahkan serat [2,4,14]. Hasil ini juga didukung dengan data serapan uap air yang menunjukkan bahwa film tapioka mempunyai persentase uap air yang tinggi.

Film biokomposit dengan diperkuat serat memiliki serapan uap air yang lebih rendah. Ini dikarenakan serat menjadi agen penghalang molekul air untuk masuk ke dalam matriks film pati tapioka. Hal serupa juga dilaporkan oleh penelitian sebelumnya [4,14].



GAMBAR 2. Gugus fungsional sampel biokomposit yang diuji: (a) Gugus yang muncul, (b) Pergeseran nilai *wavenumber*, (c) Gugus fungsi serapan air.

SIMPULAN

Film biokomposit dari pati tapioka dan serat akar buah naga telah dibuat menggunakan metode *solution casting*. Efek penambahan serat sebesar 0, 2, 4, dan 6% dari berat kering pati telah dipelajari. Hasil menunjukkan bahwa serapan uap air dari film pati tapioka mempunyai nilai yang paling tinggi yaitu 21,7% pada kondisi pengujian 7,5 jam. Hal ini menunjukkan bahwa film pati tapioka lebih bersifat hidrofilik. Fenomena ini didukung oleh data FTIR yang menunjukkan gugus serapan air pada *wavenumber* 1700-1600 cm^{-1} .

UCAPAN TERIMAKASIH

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.

REFERENSI

- [1] H.M.C. de Azeredo, "Nanocomposites for Food Packaging Applications," *Food Res. Int.*, vol. 42, no. 9, pp. 1240–1253, 2009.
- [2] K. Kaewtatip, and J. Thongmee, "Studies on the Structure and Properties of Thermoplastic Starch / Luffa Fiber Composites," *Mater. Des.*, vol. 40, pp. 314–318, 2012.
- [3] H. Abral, M.F. Gafar, H. Andriyanto, Ilhamdi, S.M. Sapuan, M.R. Ishak, and Evitayani, "Alkali Treatment of Screw Pine (*Pandanus Odoratissimus*) Fibers and Its Effect on Unsaturated Polyester Composites," *Polym. Plast. Technol. Eng.*, vol. 51, no. 1, pp. 12-18, 2012.
- [4] H. Abral, and J. Hartono, "Moisture Absorption of Starch Based Biocomposites Reinforced with Water Hyacinth Fibers," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 213 (September 2017), 2017.
- [5] O. Faruk, A.K. Bledzki, H.P. Fink, and M. Sain, "Biocomposites Reinforced with Natural Fibers : 2000 – 2010," *Prog. Polym. Sci.*, vol. 37, no. 11, pp. 1552–1596, 2012.
- [6] M. Asrofi, H. Abral, Y.K. Putra, S.M. Sapuan, and H.J. Kim, "Effect of Duration of Sonication During Gelatinization on Properties of Tapioca Starch Water Hyacinth Fiber Biocomposite," *Int. J. Biol. Macromol.*, vol. 108, pp. 167-176, 2018.
- [7] H. Abral, G.J. Putra, M. Asrofi, J.W. Park, and H.J. Kim, "Effect of Vibration Duration of High Ultrasound Applied to Bio-Composite While Gelatinized on Its Properties," *Ultrason. Sonochem.*, vol. 40, pp. 697-702, 2018.
- [8] H. Anuar, and A. Zuraida, "Improvement in Mechanical Properties of Reinforced Thermoplastic Elastomer Composite with Kenaf Bast Fibre," *Compos. Part B Eng.*, vol. 42, no. 3, pp. 462–465, 2011.
- [9] S. Lee, and S. Wang, "Biodegradable Polymers / Bamboo Fiber Biocomposite with Bio-Based Coupling Agent," *Compos. Part A Appl. Sci. Manuf.*, Vol. 37, no. 1, pp. 80–91, 2006.
- [10] W. Liu, M. Misra, P. Askeland, L.T. Drzal, and A.K. Mohanty, "'Green' Composites From Soy Based Plastic and Pineapple Leaf Fiber: Fabrication and Properties Evaluation," *Polymer*, vol. 46, no. 8, pp. 2710–2721, 2005.

- [11] J. Prachayawarakorn, S. Chaiwatyothin, S. Mueangta, and A. Hanchana, "Effect of Jute and Kapok Fibers on Properties of Thermoplastic Cassava Starch Composites," *Mater. Des.*, vol. 47, pp. 309–315, 2013.
- [12] F.Z. Arrakhiz, M. Elachaby, R. Bouhfid, S. Vaudreuil, M. Essassi, and A. Qaiss, "Mechanical and Thermal Properties of Polypropylene Reinforced with Alfa Fiber Under Different Chemical Treatment," *Mater. Des.*, vol. 35, pp. 318–322, 2012.
- [13] N.S. Lani, N. Ngadi, A. Johari, and M. Jusoh, "Isolation, Characterization, and Application of Nanocellulose From Oil Palm Empty Fruit Bunch Fiber As Nanocomposites," *J. Nanomater.*, vol. 2014, pp. 1-9, 2014.
- [14] V.P. Cyras, L.B. Manfredi, M.T. Ton-That, and A. Vazquez, "Physical and Mechanical Properties of Thermoplastic Starch / Montmorillonite Nanocomposite Films," *Carbohydr. Polym.*, vol. 73, no. 1, pp. 55–63, 2008.