

SIFAT MEKANIK DARI BIOKOMPOSIT FILM PATI UBI KAYU DENGAN PENGUAT SERAT AKAR BUAH NAGA (*HYLOCEREUS POLYRHIZUS*)

Melbi Mahardika¹, Mochamad Asrofi¹, Hairul Abrial², Anwar Kasim³, Syukri Arief⁴

¹Mahasiswa Doktoral Program Studi Ilmu Pertanian Pascasarjana Universitas Andalas Padang

²Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Andalas Padang

³Staf Pengajar Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Andalas Padang

⁴Staf Pengajar Jurusan Kimia FMIPA Universitas Andalas Padang 25163 Indonesia

Email: melbimahardika@gmail.com

ABSTRACT

Dragon fruit root fiber used as a reinforcement in the biocomposites film of cassava starch. The production method of biocomposites film was solution casting. The cassava starch serves as the matrix in the biocomposites film. The variation of amount fiber in matrix was 2, 4 and 6% from dry starch weight basis. Isolation of dragon fruit root fiber used alkalization and bleaching process with NaOH, NaClO₂ and CH₃COOH, respectively. Glycerol was used as plasticizers. Mechanical properties of biocomposites was determined by tensile test. The result shows that, tensile strength increased 200% after the addition of 6% fiber compared to pure starch film. Tensile test data was supported by X-Ray Diffraction (XRD).

Keywords: Biocomposite, Cassava Starch, Dragon fruit root fiber, Mechanical properties, XRD.

PENDAHULUAN

Kelebihan biokomposit pati dibandingkan dengan plastik konvensional adalah ramah lingkungan, tidak beracun dan sumbernya berlimpah di alam [1, 2]. Bahan yang menjanjikan untuk pembuatan biokomposit film adalah pati. Kelemahan dari film pati murni yaitu memiliki sifat hidrofilik dan sifat mekanik yang buruk dibandingkan dengan plastik konvensional [3]. Solusi untuk mengatasi kelemahan tersebut adalah dengan menambahkan penguat serat alam [4, 5]. Beberapa penelitian terdahulu tentang pembuatan biokomposit pati dengan penguat serat alam adalah pati kentang dengan penguat jerami gandum [6] dan pati gandum dengan penguat serat rami [7]. Pati merupakan gabungan 2 homopolimer yang terdiri dari D-glukosa, amilosa dan amilopektin [8]. Efek struktur pati terhadap kekuatan tarik biokomposit tergantung jumlah amilosa yang dimilikinya. Jika kandungan amilosa pati lebih banyak dari pada kandungan amilopektin akan membuat biokomposit film pati memiliki elastisitas tinggi [9]. Faktor lain yang mempengaruhi kekuatan tarik biokomposit film adalah jumlah *plasticizer* seperti gliserol dan kondisi *Relative Humidity* (RH). Semakin banyak jumlah gliserol menyebabkan penurunan kekuatan tarik biokomposit film [10]. Semakin tinggi RH menyebabkan penurunan kekuatan tarik biokomposit film [11]. Film pati murni memiliki sifat mekanik yang buruk. Penambahan serat alam di dalam biokomposit pati akan memperbaiki sifat mekanik biokomposit film [5].

Beberapa serat alam yang digunakan di dalam biokomposit film adalah serat sisal [12], serat ubi kayu [13] dan serat rami [7]. Salah satu serat alam yang menjanjikan untuk dijadikan penguat biokomposit film adalah serat akar buah naga.

Penelitian tentang pembuatan biokomposit film pati ubi kayu dengan penguat serat akar buah naga belum dilaporkan sejauh ini. Tujuan dari penelitian ini adalah melihat efek penambahan serat akar buah naga terhadap sifat mekanik biokomposit film pati ubi kayu. Pengujian sifat mekanik dilakukan untuk mengetahui kekuatan tarik biokomposit, modulus elastisitas dan *elongation at break* dari biokomposit film. Pengujian tarik akan didukung oleh data *X-Ray Diffraction* (XRD).

BAHAN DAN METODOLOGI PENELITIAN

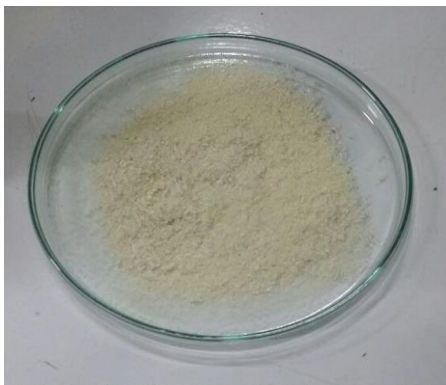
Bahan

Pati ubi kayu dibeli di toko lokal yang ada di Padang dengan merk cap pak Tani. Pati ubi kayu memiliki kadar amilosa sebesar 15%. Gliserol didapatkan dari Laboratium Material Teknik, Universitas Andalas. Serat akar buah naga berasal dari Kabupaten Banyuwangi, Jawa Timur, Indonesia. Bahan kimia seperti NaOH, NaClO₂ dan CH₃COOH merupakan produk dari Bratachem.

Persiapan Serat Akar Buah Naga

Serat akar buah naga dilakukan proses alkalisasi dengan NaOH 5% semalam [14]. Serat

akar buah naga dinetralkan dengan air mengalir sampai didapatkan pH 7. Serat akar buah naga dikeringkan pada oven selama 6 jam dengan temperatur 50°C. Serat akar buah naga yang kering dihancurkan dengan blender (*slow grinding fruit juicer*). Dilanjutkan proses pemutihan dengan NaClO₂ dan CH₃COOH. Perbandingan NaClO₂ dan CH₃COOH adalah 4 : 1 [15]. Proses pemutihan dilakukan selama 3 jam dengan *hot plate* pada temperatur 60°C. Serat akar buah naga dikeringkan oven selama 6 jam dengan temperatur 50°C. Serat akar buah naga yang kering dihancurkan dengan blender. Bubuk serat akar buah naga yang putih didapatkan. Serat akar buah naga digunakan sebagai penguat di dalam biokomposit film. Bentuk granula serat akar buah naga dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Granula serat akar buah naga setelah proses alkalisasi dan pemutihan

Pembuatan Biokomposit

Pati ubi kayu 10 gr dilarutkan di dalam 100 mL aquades. Serat akar buah naga ditambahkan sebagai penguat di dalam larutan pati ubi kayu. Variasi volume fraksi serat akar buah naga adalah 2, 4 dan 6% terhadap berat kering pati. Gliserol sebanyak 2 mL ditambahkan ke dalam campuran untuk proses gelatinisasi. Temperatur gelatinisasi yang digunakan adalah 60°C dengan menggunakan *hot plate stirrer* (DAIHAN SCIENTIFIC MSH-200). Campuran yang telah menggelatin dilakukan ultrasonikasi selama 2 menit. Proses ultrasonikasi menggunakan *ultrasonic cell crusher* (SJIA-1200W) dengan daya 600 W. Metode yang digunakan untuk pembuatan biokomposit adalah metode *solution casting*. Campuran dituangkan ke dalam cawan petri yang berdiameter 145 mm. Campuran dikeringkan pada oven (Mettler Germany, Model UN 55) selama 20 jam pada temperatur 50°C. Biokomposit film pati bengkang dengan penguat serat akar buah naga didapatkan.

Penentuan Sifat Mekanik Biokomposit

Pengujian tarik film pati ubi kayu dengan penguat serat akar buah naga telah berhasil

dilakukan. Pengujian tarik biokomposit menggunakan mesin uji tarik COM-TEN series 95TS5K. Kecepatan penarikan biokomposit adalah 4,5 mm/min dengan daya 110 Volt-50/60 Hz. Tebal dan lebar dari biokomposit dimasukkan. Standar pengujian tarik yang digunakan adalah *American Society for Testing and Materials* (ASTM) D 882-12 di dalam kondisi ruangan. Hasil yang didapatkan dari pengujian tarik adalah kekuatan tarik, modulus elastisitas dan *elongation at break*. Setiap variasi sampel dilakukan 5 kali pengulangan. Kekuatan tarik didapatkan dengan membagi gaya maksimum dengan luas penampang sampel. Modulus elastisitas merupakan perbandingan antara tegangan dengan regangan. *Elongation at break* merupakan pertambahan panjang yang terjadi selama pengujian tarik sampai sampel putus.

Pengujian X-Ray Diffraction (XRD)

Pengujian XRD bertujuan untuk mengetahui indeks kristalinitas dari biokomposit film. Pengujian XRD menggunakan mesin *X'Pert PRO PANalytical instrument* (Universitas Negeri Padang, Indonesia). Kondisi pengujian XRD menggunakan radiasi CuK α dengan panjang gelombang ($\lambda=0,154$). Daya dan arus yang digunakan dalam pengujian XRD adalah 40 kV dan 30 mA. Rentang laju difraksi adalah 5° sampai 50° dengan laju kenaikan 2 θ -0.02°. Indeks kristalinitas (Ic) dari biokomposit film dihitung menggunakan metode segel (Eq. (1)).

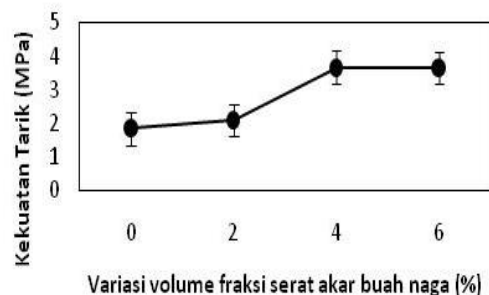
$$I_c = \frac{(I_{002} - I_{am})}{I_{002}} \times 100 \quad (1)$$

I₀₀₂ adalah intensitas difraksi 2 θ -22.6° yang menandakan daerah kristalin material. I_{am} adalah intensitas difraksi 2 θ -18° yang menandakan daerah amorf material.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat Mekanik Biokomposit

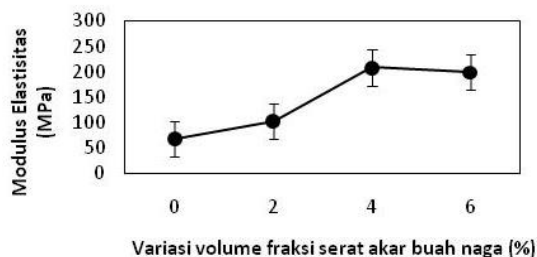
Hasil pengujian tarik biokomposit dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Pengujian tarik biokomposit film

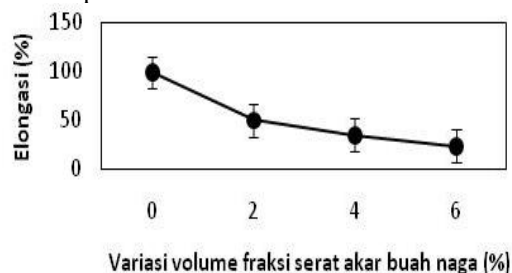
Dari gambar 1 efek penambahan serat akar buah naga di dalam biokomposit film pati ubi kayu meningkatkan sifat mekanik biokomposit film dibandingkan dengan film pati murni. Kekuatan tarik maksimal biokomposit film didapatkan

dengan penambahan 6% serat. Peningkatan kekuatan tarik sebesar 200% dibandingkan film pati murni tanpa serat. Hasil ini dikarenakan peningkatan daerah kristalin setelah penambahan serat akar buah naga. Hal ini dibuktikan dengan hasil XRD dan penelitian sebelumnya [16]. Peningkatan kekuatan tarik juga disebabkan ikatan yang baik antara rantai selulosa pada serat dengan rantai amilopektin pada pati [2, 7].



Gambar 2. Modulus elastisitas biokomposit film

Dari gambar 2 terlihat modulus elastisitas biokomposit film. Modulus elastisitas merupakan perbandingan antara tegangan dengan regangan. Fenomena untuk modulus elastisitas biokomposit film sama seperti hasil pengujian tarik biokomposit film. Efek penambahan serat akar buah naga meningkatkan modulus elastisitas biokomposit film.

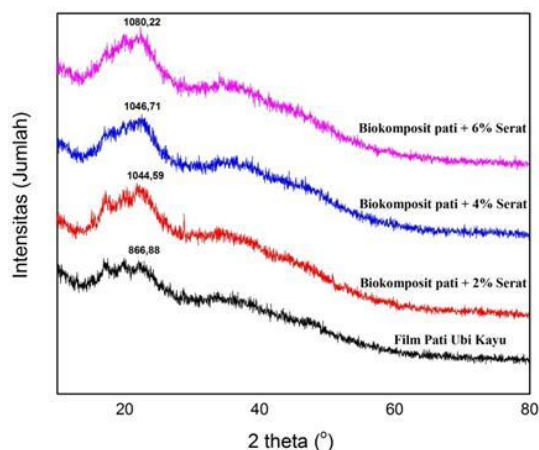


Gambar 3. Elongation at break biokomposit film

Dari gambar 3 terlihat *elongation at break* biokomposit film. Penambahan serat akar buah naga menurunkan *elongation at break* biokomposit film. Penurunan *elongation at break* biokomposit mengindikasikan serat efektif bekerja di dalam matriks untuk menahan beban luar.

Pengujian XRD

Hasil pengujian XRD untuk film pati murni dan biokomposit pati dengan penambahan serat akar buah naga 2, 4 dan 6% dapat terlihat pada gambar 4.



Gambar 4. Grafik XRD biokomposit

Hasil pengukuran indeks kristalinitas biokomposit film dapat terlihat pada tabel 1.

Tabel 1 Indeks Kristalinitas Biokomposit Film

Sampel	I ₀₀₂	I _{AM}	Indeks Kristalinitas (%)
Film Pati Ubi Kayu	866,88	844,12	2,63
Biokomposit pati + 2% serat	1044,59	942,69	9,76
Biokomposit pati + 4% serat	1046,71	911,44	12,92
Biokomposit pati + 6% serat	1080,22	911,06	15,66

Penambahan konsentrasi serat akar buah naga dapat meningkatkan indeks kristalinitas biokomposit film. Hal ini didukung oleh hasil pengujian tarik dan penelitian sebelumnya [4, 17].

KESIMPULAN

Pengujian tarik biokomposit film pati ubi kayu dengan penambahan penguat serat akar buah naga meningkatkan sifat mekanik film. Hasil pengujian kekuatan tarik biokomposit didukung oleh pengujian XRD. Hasil pengujian XRD menunjukkan seiring dengan penambahan serat akar buah naga meningkatkan indeks kristalinitas biokomposit film dibandingkan film pati murni. Kenaikan indeks kristalinitas meningkatkan sifat mekanik biokomposit film.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi (Kemenristek DIKTI)

Indonesia atas bantuan dana penelitian PMDSU *batch* 2 tahun 2017. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Prof. Dr.-Ing. Hairul Abral dan staf dosen promotor atas bimbingan yang telah diberikan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Teixeira, E.d.M., et al., Cassava bagasse cellulose nanofibrils reinforced thermoplastic cassava starch. *Carbohydrate Polymers*, 2009. 78(3): p. 422-431.
- [2] Ghanbarzadeh, B., H. Almasi, and A.A. Entezami, Improving the barrier and mechanical properties of corn starch-based edible films: Effect of citric acid and carboxymethyl cellulose. *Industrial Crops and Products*, 2011. 33(1): p. 229-235.
- [3] Averous, L. and N. Boquillon, Biocomposites based on plasticized starch: thermal and mechanical behaviours. *Carbohydrate Polymers*, 2004. 56(2): p. 111-122.
- [4] Ma, X., J. Yu, and J.F. Kennedy, Studies on the properties of natural fibers-reinforced thermoplastic starch composites. *Carbohydrate Polymers*, 2005. 62(1): p. 19-24.
- [5] Torres, F.G., O.H. Arroyo, and C. Gomez, Processing and Mechanical Properties of Natural Fiber Reinforced Thermoplastic Starch Biocomposites. *Journal of Thermoplastic Composite Materials*, 2007. 20(2): p. 207-223.
- [6] Alemdar, A. and M. Sain, Biocomposites from wheat straw nanofibers: Morphology, thermal and mechanical properties. *Composites Science and Technology*, 2008. 68(2): p. 557-565.
- [7] Lu, Y., L. Weng, and X. Cao, Morphological, thermal and mechanical properties of ramie crystallites—reinforced plasticized starch biocomposites. *Carbohydrate Polymers*, 2006. 63(2): p. 198-204.
- [8] Pareta, R. and M.J. Edirisinghe, A novel method for the preparation of starch films and coatings. *Carbohydrate Polymers*, 2006. 63(3): p. 425-431.
- [9] Muscat, D., et al., Comparative study of film forming behaviour of low and high amylose starches using glycerol and xylitol as plasticizers. *Journal of Food Engineering*, 2012. 109(2): p. 189-201.
- [10] Alves, V.D., et al., Effect of glycerol and amylose enrichment on cassava starch film properties. *Journal of Food Engineering*, 2007. 78(3): p. 941-946.
- [11] Mali, S., et al., Water sorption and mechanical properties of cassava starch films and their relation to plasticizing effect. *Carbohydrate Polymers*, 2005. 60(3): p. 283-289.
- [12] Alvarez, V., A. Vazquez, and C. Bernal, Effect of Microstructure on the Tensile and Fracture Properties of Sisal Fiber/Starch-based Composites. *Journal of Composite Materials*, 2005. 40(1): p. 21-35.
- [13] Carr, L.G., et al., Influence of Fibers on the Mechanical Properties of Cassava Starch Foams. *Journal of Polymers and the Environment*, 2006. 14(2): p. 179-183.
- [14] Abral, H., et al., Effect of Alkalization on Mechanical Properties of Water Hyacinth Fibers-Unsaturated Polyester Composites. *Polymer-Plastics Technology and Engineering*, 2013. 52(5): p. 446-451.
- [15] C.S, J.C., N. George, and S.K. Narayanankutty, Isolation and characterization of cellulose nanofibrils from arecanut husk fibre. *Carbohydrate Polymers*, 2016. 142: p. 158-166.
- [16] Müller, C.M.O., J.B. Laurindo, and F. Yamashita, Effect of cellulose fibers addition on the mechanical properties and water vapor barrier of starch-based films. *Food Hydrocolloids*, 2009. 23(5): p. 1328-1333.
- [17] Asrofi, M., et al., Characterization of the microfibrillated cellulose from water hyacinth pulp after alkali treatment and wet blending. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2017. 204(1): p. 012018.