

PEMBUATAN BIOPLASTIK BERBAHAN DASAR PATI JAGUNG DENGAN PENAMBAHAN SERAT SELULOSA DARI LIMBAH KERTAS

*Intan M.P.Dewi, Albert Zicko Johannes, Redi K.Pingak, Minsyahril Bukit dan
Hadi Imam Sutaji*

*Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Jl. Adisucipto-Penfui, Kota
Kupang, Nusa Tenggara Timur. Kode Pos 85148, Indonesia
E-mail: zickojohannes@staf.undana.ac.id*

Abstrak

Plastik konvensional yang sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari menyebabkan terjadinya penumpukan limbah plastik dan menyebabkan masalah pencemaran lingkungan karena plastik sulit terurai oleh mikroorganisme. Bioplastik merupakan salah satu solusi yang digunakan dalam mengurangi pencemaran lingkungan, sifatnya yang mudah terdegradasi dan terurai oleh mikroorganisme dalam waktu yang cukup singkat membuat plastik tersebut ramah lingkungan. Bahan yang digunakan dalam pembuatan bioplastik pada penelitian ini adalah pati jagung dan serat selulosa yang diekstrak dari kertas bekas menggunakan metode Asetilasi. Tujuan umum dari penelitian ini, adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan serat selulosa pada sampel bioplastik dengan gliserol berperan sebagai pemlastis. Analisis bioplastik dilakukan dengan melakukan pengukuran uji kekuatan tarik, uji daya serap air, uji biodegradasi, dan pengamatan struktur menggunakan mikroskop optik. Hasil uji kuat tarik terbaik didapat pada penambahan 2 gram pulp selulosa, dengan nilai kuat tarik sebesar 1,65 MPa dan persentase nilai elongasi sampel 25%. Untuk uji daya serap air dengan persentase terkecil didapat pada penambahan 1 gram pulp dengan nilai 35,48%. Hasil uji biodegradasi terbaik adalah pada penambahan 1 gram dan 2 gram, dengan lama waktu degradasi 13 hari.

Kata kunci: *bioplastik; bioplastic; selulosa; pati; dan pemlastis.*

Abstract

Conventional plastics which are often used in everyday life cause the accumulation of plastic waste and cause environmental pollution problems because plastics are difficult to decompose by microorganisms. Bioplastic is one of the solutions used in reducing environmental pollution, its nature is easily degraded and decomposed by microorganisms in a fairly short time making the plastic environmentally friendly. The materials used in the manufacture of bioplastics in this study are corn starch and cellulose fibers which are extracted from wasted paper using the acetylation method. The general objective of this study was to determine the effect of adding cellulose fibers to bioplastic samples with glycerol acting as plasticizers. Bioplastic analysis is carried out by measuring the tensile strength test, water absorption test, biodegradation test, and observing the structure using an optical microscope. The best tensile strength test results were obtained in the addition of 2 grams of cellulose pulp, with a tensile strength value of 1.65 MPa and a percentage of the sample's elongation value of 25%. For the water absorption test with the smallest percentage was obtained the addition of 1 gram of pulp with a value of 35.48%. The best biodegradation test results were in the addition of 1 gram and 2 grams, with a degradation time of 13 days.

Keywords: *bioplastic; bioplastics; cellulose; starch; and plasticizer.*

PENDAHULUAN

Indonesia sebagai negara dengan sumber daya hayati yang melimpah menghasilkan banyak kertas. Sebagian besar kertas yang dihasilkan ini terbuang dan menjadi limbah, bahkan dalam satu jam mencapai 657 ton [1]. Terdapat beragam cara untuk memanfaatkan kembali limbah kertas, salah satunya cara ialah mengubahnya menjadi selulosa melalui metode asetilasi [2]. Kertas sebagai salah satu material yang terbuat dari tumbuhan mengandung selulosa sebanyak 90-99% [3]. Selulosa adalah polisakarida yang mempunyai struktur linier dan dihubungkan oleh ikatan β -1,4 glikosidik. Selulosa terdapat pada tumbuhan, asosiasinya dengan hemiselulosa dan lignin membentuk dinding sel.

Selain limbah kertas penyebab pencemaran lingkungan adalah limbah plastik yang merupakan salah satu jenis limbah yang sulit untuk didegradasikan dan menyebabkan polusi bagi lingkungan. Salah satu solusi dari permasalahan ini adalah dengan menggantikan plastik komersil yang berjenis *Polyethylene Terephthalate* dan *Polystyrene* dengan bahan Bioplastik [4–13]. Bioplastik merupakan plastik yang dapat diuraikan kembali oleh mikroorganisme secara alami menjadi senyawa yang lebih ramah lingkungan. Salah satu bahan dasar pembuatan bioplastik adalah polisakarida seperti pati dan selulosa.

Pada penelitian ini akan dilakukan pembuatan bioplastik berbahan dasar kombinasi dari pati dan selulosa. Berdasarkan penelitian sebelumnya [11] untuk kombinasi kedua jenis polisakarida terdapat campuran optimum yang meningkatkan sifat mekanik dari bioplastik yang dihasilkan.

Jenis pati yang dipilih dalam penelitian ini adalah pati jagung yang sangat berlimpah di pulau Timor [14]. Komponen pati pada jagung mencapai 73% yang terdiri dari 25-30% amilosa dan 75% amilopektin [15]. Sedangkan sumber selulosa dalam penelitian ini akan diperoleh melalui ekstraksi selulosa dari limbah kertas yang dilakukan dengan menggunakan metode asetilasi [2]. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui daya serap air, perubahan sifat mekanik, dan biodegradabilitas dari bioplastik hasil kombinasi pati jagung dengan serat selulosa dari limbah kertas.

METODOLOGI PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu, aquades, pati jagung, gliserol, asam asetat 3%, NaOH 25%, dan kertas. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian yaitu, Timbangan digital, *Magnetic Stirrer*, Gelas kimia, cetakan aluminium, Termometer.

Pembuatan *Pulp* Selulosa

Kertas bekas dipreparasi dengan cara menghilangkan tinta dan debu yang ada pada sampel kertas, dengan merendam kertas ke dalam Isopropil Alkohol 70% yang berfungsi untuk membersihkan kertas dari debu dan kotoran, proses perendaman dilakukan selama 5 menit, kemudian sampel dikeringkan. Selanjutnya ditimbang sampel sebanyak 20 gram kemudian direndam pada bleaching agent NaOH 25% sambil dipanaskan selama 40 menit pada suhu 70° sampai 80°C, sampel kemudian dicuci menggunakan aquades, disaring dan dikeringkan. Selanjutnya sampel diblender selama 20 menit dengan 100ml aquades kemudian sampel disaring, tujuannya untuk memperkecil ukuran sampel. Sebanyak 15 gram sampel dipanaskan dengan 35ml Asam Asetat selama 30 menit pada suhu 70° sampai 80°C, kemudian dicuci dan disaring. Tahap selanjutnya yaitu, sampel dipanaskan dengan 100 ml aquades hingga terbentuk *pulp* selulosa.

Pencampuran Bahan Dasar

Dicampurkan 60 ml aquades dan 9,5 gram pati jagung kemudian dipanaskan sambil ditambahkan asam asetat, pulp, dan gliserol. Sampel dipanaskan pada suhu 70°C sampai 80°C hingga sampel memiliki tekstur seperti lem. Perbandingan aquades, pati, pulp, gliserol, dan asam asetat berturut-turut adalah 60:9,5:0:5:5, 60:9,5:1:5:5, 60:9,5:2:5:5 dan 60:9,5:3:5:5. Perbandingan sampel dalam satuan ml untuk aquades, gliserol, dan asam asetat, serta perbandingan sampel dalam satuan gram untuk pati jagung dan pulp.

Pencetakan Bioplastik

Menyiapkan cetakan berupa piringan aluminium berbentuk bulat berdiameter 15 cm. Campuran bahan dasar yang dihasilkan dituang ke dalam cetakan. Sampel bioplastik yang sudah dicetak, kemudian dikeringkan pada suhu ruang selama 30 jam.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pembuatan bioplastik berbahan dasar pati jagung dengan penambahan serat selulosa dari limbah kertas diuji dengan uji daya serap air, uji tarik dan uji biodegradasi untuk mengetahui perubahan sifat-sifatnya.

Hasil Produksi Bioplastik

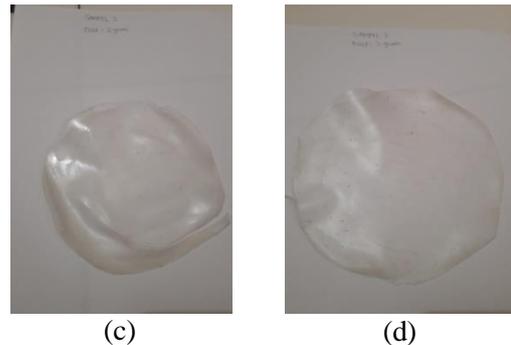
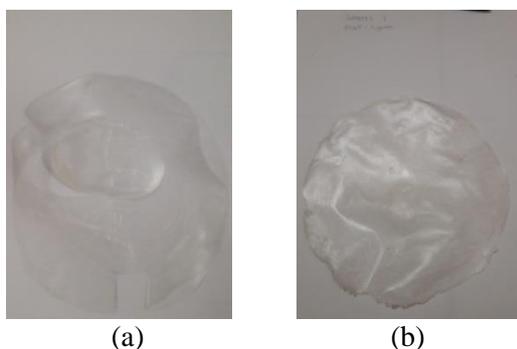
Perlu diketahui bahwa dalam proses pembuatan bioplastik hal yang harus diperhatikan adalah pencampuran bahan dasar harus homogen, karena proses pencampuran dan pemanasan menentukan hasil produksi bioplastik. Hasil produksi bioplastik memiliki tampilan yang transparan dan tekstur permukaan yang halus, hasil produksi bioplastik dapat dilihat pada Gambar 1. Ketebalan masing-masing sampel bioplastik dari sampel 1 sampai sampel 4 berturut-turut adalah 1,8 mm, 0,14 mm, 1,13 mm, dan 1,14 mm.

Hasil Uji Daya Serap Air

Uji daya serap air yang dilakukan dengan cara merendam sampel bioplastik ke dalam air selama 30 menit. Sampel ditimbang sebelum dan sesudah direndam, guna mengetahui massa awal (W_0) dan massa akhir sampel (W). Berikut persamaanyang digunakan untuk mengetahui nilai persentase daya serap air ($SA\%$):

$$SA\% = \frac{W - W_0}{W_0} \times 100\% \quad (1)$$

Dengan W adalah massa sampel akhir dalam keadaan basah (gr) dan W_0 adalah massa sampel awal dalam keadaan kering (gr).



Gambar 1. Sampel bioplastik. (a) Sampel 1 (tanpa *pulp*), (b) Sampel 2 (1 gram *pulp*), (c) Sampel 3 (2 gram *pulp*), dan (d) Sampel 4 (3 gram *pulp*).

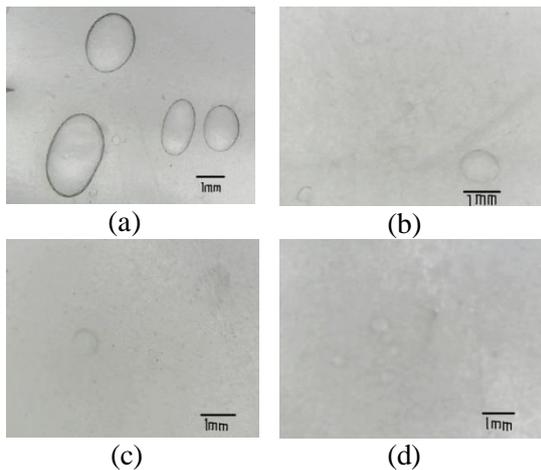
Dari tabel 1 dapat dilihat sifat ketahanan biplastik terhadap air. Pengaruh variasi *pulp* selulosa menunjukkan terjadinya perubahan kemampuan bioplastik dalam menyerap air. Penambahan selulosa menghasilkan daya serap yang rendah pada sampel 2 dan mengalami peningkatan pada sampel 3 dan kembali menurun pada sampel 4. Peristiwa ini menunjukkan efek dari pori-pori serta persaingan antara sifat hidrophobik dari selulosa dan sifat hidrofilik dari pati dan selulosa-asetat (hasil reaksi antara asam asetat dan *pulp* selulosa).

Penambahan 1 gram *pulp* selulosa menyebabkan pori-pori pada bioplastik terisi sehingga menyebabkan penurunan serapan air. Pada gambar 2 dapat dilihat hasil perbesaran menggunakan mikroskop digital, terlihat pada sampel 1 terdapat pori-pori yang cukup besar dan banyak sedangkan pada sampel berikutnya terlihat mengecil dan jauh berkurang.

Pada penambahan 2 gram semua selulosa bereaksi menjadi selulosa asetat sehingga penyerapan bertambah banyak. Sedangkan pada penambahan 3 gram sebagian *pulp* selulosa tersisa sehingga menurunkan kembali penyerapan air. Faktor lainnya adalah ketebalan dari sampel yang berbeda yang disebabkan oleh proses pencetakan sampel bioplastik yang kurang merata, serta pengaruh dari proses pengadukan larutan sampel yang tidak homogen menyebabkan larutan yang tidak larut sempurna.

Tabel 1. Persentase daya serap air bioplastik

| Sampel | SA% |
|----------|--------|
| Sampel 1 | 46,42% |
| Sampel 2 | 35,48% |
| Sampel 3 | 64% |
| Sampel 4 | 58,82% |

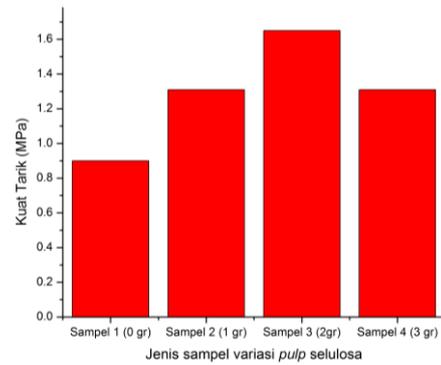


Gambar 2. Hasil mikroskop digital. (a) Sampel 1, (b) Sampel 2, (c) Sampel 3, (d) Sampel 4.

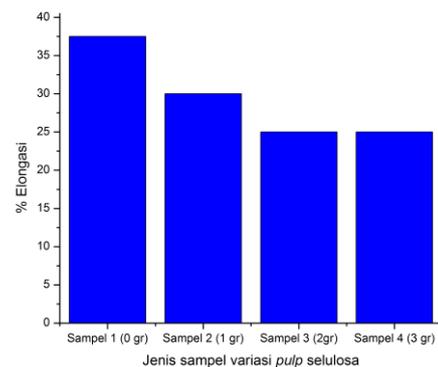
Hasil Uji Tarik

Uji tarik dilakukan untuk mengetahui sifat mekanik sampel bioplastik. Uji tarik dalam penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi pulp terhadap nilai kuat tarik dan %Elongasi dari sampel bioplastik.

Hasil perhitungan kuat tarik dapat dilihat pada Gambar 3. Dari sampel 1 sampai sampel 4 berturut-turut adalah 0,90 Mpa, 1,31 Mpa, 1,65 Mpa dan 1,31 Mpa. Hasil perhitungan %Elongasi dapat dilihat pada Gambar 4. dari sampel 1 sampai sampel 4 berturut-turut adalah 37.5 %, 30 %, 25 %, dan 25 %.



Gambar 3. Hasil perhitungan kuat tarik.



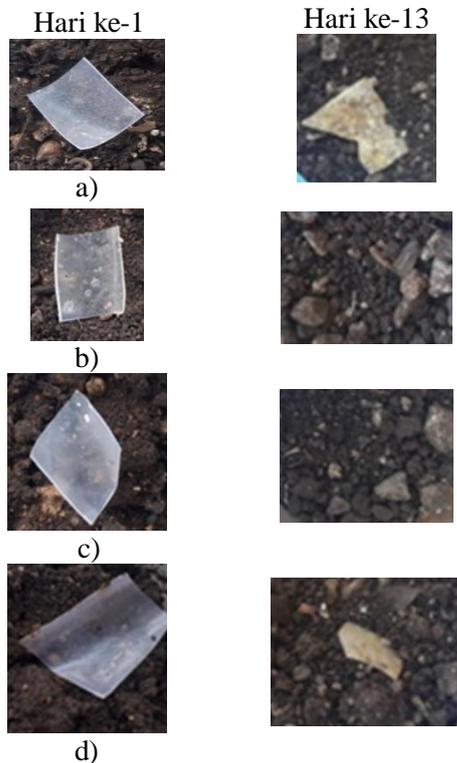
Gambar 4. Hasil perhitungan %Elongasi.

Hasil perhitungan kuat tarik untuk sampel 2, 3, dan 4 lebih besar dibandingkan sampel 1. Hal ini menunjukkan keberadaan serat selulosa berikatan kuat dengan pati sehingga mengurangi ruang pori-pori pada bioplastik dan membuatnya jadi lebih kuat dan tahan akan tarikan. Tetapi ikatan ini mengurangi kebebasan partikel pati untuk berpindah dan bergeser sehingga menurunkan %Elongasi.

Hasil Uji Biodegradasi

Proses uji biodegradasi dilakukan dengan cara menanam sampel bioplastik ke dalam tanah dalam jangka waktu yang ditentukan. Proses ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan degradasi sampel bioplastik. Pada penelitian ini sampel ditanam selama 13 hari dengan pengamatan sampel dilakukan tiga hari sekali, hingga sampel menandakan adanya proses degradasi. Pada hari ke-13 sampel 2 dan sampel 3 mengalami degradasi secara sempurna, sedangkan sampel 4 tersisa 20% bagian dari ukuran semula serta sampel 1 mengalami degradasi sebagian dan tersisa 40%

bagian sampel dari ukuran awal. Sampel 2, 3, dan 4 yang mengandung pulp serat selulosa, lebih mudah dan cepat terurai dibandingkan dengan sampel 1 yang tidak ada kandungan serat selulosa. Selulosa yang terkandung dalam bioplastik mempercepat proses degradasi. Hasil uji biodegradasi ini dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Hasil uji biodegradasi.

KESIMPULAN

Hasil pembuatan bioplastik berbahan dasar pati jagung dengan penambahan serat selulosa yang diekstrak dari kertas bekas dengan metode asetilasi, menghasilkan produk bioplastik dengan tampilan yang cukup bagus dan ramah lingkungan. Nilai persentase uji daya serap air dari sampel 1 sampai sampel 4 berturut-turut adalah 35,48%, 64%, 58,82%, dan 46,42%. Peristiwa ini menunjukkan efek dari pori-pori serta persaingan antara sifat hidrophobik dari selulosa dan sifat hidrofilik dari pati dan selulosa-asetat.

Hasil perhitungan kuat tarik sampel 1 sampai dengan sampel 4 berturut-turut adalah 0,90 Mpa, 1,31 Mpa, 1,65 Mpa dan 1,31 Mpa. Hasil perhitungan %Elongasi dari sampel 1 sampai sampel 4 berturut-turut adalah 37,5 %, 30 %, 25 %, dan 25 %. Hal ini menunjukkan keberadaan serat selulosa berikatan kuat dengan pati sehingga mengurangi ruang pori-pori pada

bioplastik dan membuatnya jadi lebih kuat dan tahan akan tarikan. Tetapi ikatan ini mengurangi kebebasan partikel pati untuk berpindah dan bergeser sehingga menurunkan %Elongasi.

Hasil uji biodegradasi menunjukkan pada hari ke-13 sampel 2 dan sampel 3 mengalami degradasi secara sempurna, untuk sampel 4 tersisa 20% dari ukuran semula dan sampel 1 tersisa 40% dari ukuran semula. Hal tersebut menunjukkan bahwa sampel bioplastik tanpa penambahan selulosa lebih lama terdegradasi dibandingkan sampel yang mengandung *pulp* selulosa.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih ditujukan kepada FST UNDANA sebagai pemberi sumber dana penelitian 2020.

DAFTAR PUSTAKA

- 1 KHZ. 2019. Dalam Satu Jam, Indonesia Memproduksi 7.300 Ton Sampah : Okezone Nasional. OkeNews. 3.
- 2 Analda Souhoka F, Latupeirissa J. 2018. Synthesis And Characterization Of Cellulose Acetate (CA). J. Chem. Res. **5**(2): 470.
- 3 Sahin HT, Arslan MB. 2008. A study on physical and chemical properties of cellulose paper immersed in various solvent mixtures. Int. J. Mol. Sci. **9**(1): 78.
- 4 Maragkaki A et al. 2020. Bio-waste to Bio-plastic (B2B): Production of Compostable Bio-Plastics from Food Waste. Proceedings. **30**(1): 47.
- 5 Saputro ANC, Ovita AL. 2017. Sintesis dan karakterisasi bioplastik dari kitosan-pati ganyong (*Canna edulis*). Kim. dan Pendidik. Kim. **2**(1): 13.
- 6 Putra AD, Amri I, Irdoni. 2019. Sintesis Bioplastik Berbahan Dasar Pati Jagung dengan Penambahan Filler Selulosa Serat Daun Nanas (*Ananas cosmosus*). Jom Fteknik. **6**: 1.
- 7 Rohmawati L, Sholicha SP, S Holisa SP, Setyarsih W. 2019. Identification of Phase CaCO₃/MgO in Bangkalan Dolomite Sand as An Antibacterial Substance. J. Phys. Conf. Ser. **1417**(1): .
- 8 Rohmawati B, Sya'Idah FAN, Rhismayanti, Alighiri D, Eden WT. 2018. Synthesis of bioplastic-based

- renewable cellulose acetate from teak wood (*tectona grandis*) biowaste using glycerol-chitosan plasticizer. *Orient. J. Chem.* **34**(4): 1810.
- 9 Mulyono N, Suhartono MT, Angelina S. 2015. Development of bioplastic based on Cassava flour and its starch derivatives for food packaging. *J. Harmon. Res.* **3** (2)(December): 125.
- 10 Hossain ABMS, Ibrahim NA, AlEissa MS. 2016. Nano-cellulose derived bioplastic biomaterial data for vehicle bio-bumper from banana peel waste biomass. *Data Br.* **8**: 286.
- 11 Sulityo WH, Ismiyati. 2012. Pengaruh Formulasi Pati Singkong–Selulosa Terhadap Sifat Mekanik Dan Hidrofobisitas Pada Pembuatan Bioplastik. *Konversi.* **1**(2): 23.
- 12 Syafri E et al. 2019. Effect of sonication time on the thermal stability, moisture absorption, and biodegradation of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) nanocellulose-filled bengkuang (*Pachyrhizus erosus*) starch biocomposites. *J. Mater. Res. Technol.* **8**(6): 6223.
- 13 Amri A, Ekawati L, Herman S, Yenti SR, Zultiniar, Aziz Y, Utami SP, Bahrudin. 2018. Properties enhancement of cassava starch based bioplastics with addition of graphene oxide. *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.* **345**(1): .
- 14 Subagio H, Aqil M, Penelitian B, Serealia T. PEMETAAN PENGEMBANGAN VARIETAS UNGGUL JAGUNG DI LAHAN KERING IKLIM KERING Seminar Nasional Serealia. Balai Penelitian tanaman Serelia. p 19.
- 15 Suarni, Widowati S. 2016. Struktur, Komposisi, dan Nutrisi Jagung. Balai Penelit. Tanam. Serealia Kementeri. Pertan. 17.