

PENGARUH LOLOS MESH TEPUNG SELULOSA DAUN PANDAN (*Pandanus amaryllifolius* Roxb.) DAN PENAMBAHAN TAPIOKA TERHADAP KARAKTERISTIK BIODEGRADABLE FILM

THE EFFECT OF PASSING THE PANDAN LEAF CELLULOSE (*Pandanus amaryllifolius* Roxb.) FLOUR MESH AND THE ADDITION OF TAPIOCA ON THE BIODEGRADABLE FILM CHARACTERISTICS

Safira Nur Anisa, Zulferiyenni*, A. Sapta Zuidar, Sri Hidayati

Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

*email korespondensi: zulferiyenni@gmail.com

Tanggal masuk: 23 Januari 2025

Tanggal diterima: 22 Februari 2025

Abstract

Biodegradable film is an environmentally friendly packaging material that is easily decomposed completely by microorganisms in the soil and can be made from natural resources such as pandan leaves which contain cellulose ranging from 30-35%. This study aims to determine the effect of passing the mesh of pandan leaf cellulose flour and the addition of tapioca on the characteristics of the biodegradable film produced, as well as to determine the effect of the interaction between the concentration of tapioca and the variation of the sieve size of pandan leaf cellulose flour to produce biodegradable film characteristics from pandan leaves. This study was organized in a Randomized Complete Block Design (RCBD) with two factors and three replications. The first factor was the variation in the size (mesh) of pandan leaf cellulose at three levels: 60 mesh (M1), 80 mesh (M2), and 100 mesh (M3). The second factor was the concentration of starch (tapioca) at 0.5% (P1), 1% (P2), and 1.5% (P3) (b/v). Observations in the study included tensile strength, elongation percentage, and the biodegradable water vapor transmission rate of the film from pandan leaf cellulose according to the JIS 1975 standard. The best treatment was found in M3P3, which had a tensile strength value of 64.65 MPa and a water vapor transmission rate of 4.92 (g/m²/day), meeting the JIS 1975 standard. It had room temperature resistance for 5 weeks and degraded within 2 weeks. However, the elongation percentage value of 44.58% did not meet the JIS 1975 standard.

Key words : biodegradable film, cellulose, mesh, pandan leaf, and tapioca.

Abstrak

Biodegradable film merupakan bahan kemasan ramah lingkungan yang mudah terurai secara sempurna oleh mikroorganisme di dalam tanah dan dapat dibuat dari sumber daya alam seperti daun pandan yang mengandung selulosa berkisar antara 30-35%. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh lolos mesh tepung selulosa daun pandan dan penambahan tapioka terhadap karakteristik biodegradable film yang dihasilkan, serta mengetahui pengaruh interaksi antara konsentrasi tapioka dan variasi ukuran saringan tepung selulosa daun pandan untuk menghasilkan karakteristik terbaik biodegradable film dari daun pandan. Penelitian ini disusun dalam Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) dengan dua faktor dan tiga ulangan. Faktor pertama adalah variasi ukuran (mesh) selulosa daun pandan sebanyak tiga taraf yaitu 60 mesh (M1), 80 mesh (M2), 100 mesh (M3). Faktor kedua yaitu konsentrasi pati (tapioka) 0,5% (P1), 1% (P2), dan 1,5% (P3) (b/v). Pengamatan pada penelitian yaitu kuat tarik, persen pemanjangan, laju transmisi uap air biodegradable film dari selulosa daun pandan sesuai standar JIS 1975. Perlakuan terbaik terdapat pada M3P3 yang memiliki karakteristik yaitu nilai kuat tarik 64,65 MPa dan laju transmisi uap air 4,92 (g/m²/hari) telah memenuhi standar JIS 1975, memiliki ketahanan suhu ruang selama 5 minggu, dan dapat terdegradasi selama 2 minggu. Namun nilai persen pemanjangan 44,58% belum memenuhi standar JIS 1975.

Kata Kunci : biodegradable film, daun pandan, mesh, selulosa, dan tapioka.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan penyumbang sampah plastik terbesar kedua di dunia.

Berdasarkan data Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) dan Kementerian Lingkungan Hidup dan

Kehutanan (KLHK) pada tahun 2022 menunjukkan bahwa Indonesia menempati urutan kedua timbunan sampah yakni sebanyak 17,8% (SIPSN, 2022). Penggunaan plastik akan terus meningkat seiring dengan kebutuhan masyarakat dalam kehidupan sehari-hari yang menggunakan plastik konvensional sebagai wadah atau pengemas makanan dan minuman (Mahalik and Nambiar, 2010). Kebutuhan akan plastik begitu besar sehingga memicu permasalahan lingkungan di seluruh dunia khususnya di Indonesia yaitu limbah plastik. Sampah plastik di Indonesia pada tahun 2018 mencapai 64 juta ton per tahun dimana 3,2 juta ton diantaranya merupakan sampah plastik yang dibuang ke laut (Asosiasi Industri Olefin Aromatik, Plastik Indonesia). Plastik konvensional yang masih sering digunakan saat ini terbuat dari bahan polimer sintetis yang berasal dari minyak bumi atau gas alam yang sulit terdegradasi atau sukar dirombak secara biologis (*non biodegradable*) oleh komponen biotik seperti mikroorganisme dan komponen abiotik maupun oleh sinar matahari sehingga banyak mencemari lingkungan (Indraswasti, 2017).

Salah satu solusi alternatif untuk mengantisipasi permasalahan plastik konvensional yaitu *biodegradable film*. *Biodegradable film* merupakan salah satu bahan kemasan yang mudah terurai secara sempurna oleh mikroorganisme yang penggunaannya sama dengan plastik konvensional pada umumnya. Beberapa penelitian telah dilakukan di berbagai negara maju (Jerman, Perancis, Jepang

Korea, Amerika Serikat, Inggris, dan Swiss) dengan tujuan menggali potensi dari bahan baku biopolimer. Pengembangan *biodegradable film* dapat dilakukan dengan memanfaatkan sumber

daya alam. Bahan yang dapat digunakan adalah polimer alami seperti pati, PLA (poli asam laktat), PHA (poli hidroksi alkanolat), lemak, dan selulosa (Susanti et al., 2015).

Salah satu sumber daya alam yang mengandung selulosa dan dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan *biodegradable film* adalah daun pandan. Data produksi daun pandan di Indonesia yaitu sebesar 2.870 ton per tahun (Direktorat Jenderal Perkebunan, 1997). Daun pandan wangi memiliki kandungan kimia seperti alkaloid, flavonoid, saponin, tannin, polifenol yang berfungsi sebagai zat antioksidan dan zat warna. Daun pandan juga memiliki potensi sebagai bahan baku pembuatan *biodegradable film* karena memiliki kandungan selulosa yang cukup tinggi berkisar antara 30-35%, serta kadar air berkisar antara 43-52%, dan lignin antara 18-22% (Waluyo, 2006).

Kandungan selulosa yang tinggi pada pandan ini dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan *biodegradable film*. *Biodegradable film* yang dihasilkan dari komponen selulosa umumnya masih bersifat kaku serta kuat dan belum dapat dimanfaatkan untuk pengemas, sehingga diperlukan penambahan *plasticizer*. Penambahan *plasticizer* membantu mengatasi *film* yang rapuh, mudah patah, serta meningkatkan fleksibilitas dan permeabilitas terhadap uap air dan gas (Sanyang et al., 2015). Penggunaan tapioka sebagai bahan pengisi pada pembuatan *biodegradable film* diharapkan dapat memperbaiki sifat *biodegradable* dari bahan selulosa, seperti dapat mempengaruhi nilai kuat tarik dan persen pemanjangan. Tapioka berfungsi sebagai bahan pengisi rongga-rongga, sehingga dapat memperkecil pori-pori dan menghomogenkan *biodegradable film* (Hidayati dkk., 2019).

Maryanti (2022), telah melakukan penelitian sebelumnya tentang pengaruh konsentrasi gliserol dan CMC pada karakteristik *biodegradable film* dari selulosa daun pandan. Hasil pada penelitian tersebut didapatkan formulasi terbaik untuk *biodegradable film* yang dihasilkan yaitu pada penambahan konsentrasi gliserol 1% dan konsentrasi CMC 3% dengan nilai kuat tarik sebesar 615,333 MPa, nilai ketebalan sebesar 0,332 mm, nilai persen pemanjangan sebesar 3,343 mm, dan biodegradabilitas selama 14 hari. Akan tetapi, *biodegradable film* yang dihasilkan pada penelitian tersebut permukaannya masih kasar karena penggunaan *mesh* saringan dengan ukuran kecil sehingga ukuran butiran tepung selulosa yang dihasilkan besar. Pengecilan ukuran butiran tepung selulosa pada persiapan bahan, akan membantu proses penghomogenan pada pembuatan *biodegradable film* sehingga kenampakan visual dari *biodegradable film* yang dihasilkan lebih halus. Semakin kecil ukuran dari butiran tepung selulosa maka semakin luas permukaannya, sehingga interaksi antara selulosa dengan bahan penyusun lainnya akan relatif kuat (Panjaitan, 2017). Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh lolos *mesh* tepung selulosa daun pandan dan pengaruh penambahan tapioka terhadap karakteristik *biodegradable film* berbasis daun pandan.

BAHAN DAN METODE

Alat Penelitian

Peralatan yang digunakan adalah ayakan ukuran (60, 80, 100) *mesh*, timbangan digital, *hot plate*, batang pengaduk, termometer, *Universal Testing*

Machine (UTM), *Testing Machine* MPY, baskom, *blender*, kain saring, plat kaca ukuran 20x20, gelas Erlenmeyer, gelas Beaker, cawan, pipet tetes, talenan, *stopwatch*, pisau *stainless steel*, dan spatula.

Bahan Penelitian

Bahan baku utama yang digunakan dalam penelitian *biodegradable film* ini adalah daun pandan segar yang diperoleh dari pasar di daerah Bandar Lampung. Bahan lain yang digunakan adalah gliserol 1% dan CMC 3% sebagai plasticizer, aquades, NaOH 2,5%, (H₂O₂) 2%, tapioka (0,5%, 1%, 1,5%) (b/v) sebagai bahan pengisi, dan tanah sebagai media pengurai.

Metode Penelitian

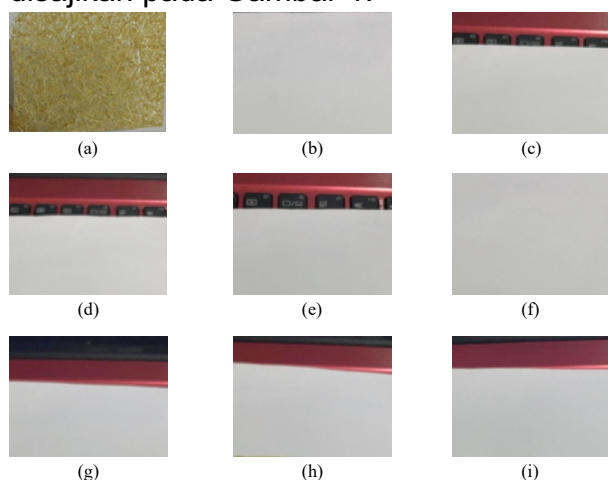
Perlakuan ini disusun secara faktorial 3x3 dalam Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) dengan 3 ulangan. Faktor yang dikaji adalah variasi ukuran tepung selulosa daun pandan dan konsentrasi pati tapioka. Faktor pertama adalah variasi ukuran (*mesh*) selulosa daun pandan sebanyak 3 taraf yaitu 60 *mesh* (M1), 80 *mesh* (M2), 100 *mesh* (M3) dan faktor kedua yaitu konsentrasi pati (tapioka) 0,5% (P1), 1% (P2), dan 1,5% (P3) (b/v). Pengamatan visual, kuat tarik, persen pemanjangan, laju transmisi uap air, ketahanan di suhu ruang, dan biodegradabilitas. Data yang diperoleh dari hasil pengamatan kuat tarik, persen pemanjangan, dan laju transmisi uap air dianalisis kesamaan ragamnya menggunakan uji *Barlett* dan kemenambahan data diuji dengan uji Tuckey. Selanjutnya, data dianalisis ragam untuk mendapatkan penduga ragam galat dan untuk mengetahui pengaruh antar perlakuan. Data dianalisis lebih lanjut dengan uji Beda Nyata Jujur

(BNJ) pada taraf 5%. Sementara data pengamatan visual, biodegradabilitas, dan ketahanan di suhu ruang akan disajikan dalam bentuk gambar dan dibahas secara deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengamatan Visual

Penampakan visual *biodegradable film* yang dihasilkan pada penelitian ini disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Pengamatan visual biodegradable film (a) perlakuan M1P1, (b) perlakuan M1P2, (c) perlakuan M1P3, (d) perlakuan M2P1 (e) perlakuan M2P2, (f) perlakuan M2P3, (g) perlakuan M3P1, (h) perlakuan M3P2, (i) perlakuan M3P3.

Berdasarkan Gambar 1, hasil pengamatan visual terdapat perbedaan antar perlakuan yaitu tekstur dari *biodegradable film*. Perlakuan M1P1, M1P2, dan M1P3 memiliki permukaan yang lebih kasar dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Hal ini diduga karena pada perlakuan M1P1, M1P2, dan M1P3 menggunakan saringan dengan ukuran 60 *mesh* sehingga menghasilkan butiran tepung selulosa daun pandan lebih besar. Pada pengamatan visual diperoleh hasil bahwa perlakuan M3P3 memiliki permukaan yang lebih halus karena menggunakan saringan dengan ukuran 100 *mesh*. Hal diperkuat oleh teori

Gunawan dkk (2016), menyatakan bahwa tingkat kerapatan pada susunan antar butiran selulosa pada ukuran yang kecil lebih tinggi dibandingkan dengan ukuran butiran selulosa yang lebih besar, sehingga rongga antar serat yang terjadi pada susunan diameter kecil lebih rendah dibandingkan dengan diameter besar.

Ukuran partikel selulosa berpengaruh pada *biodegradable film* yang dihasilkan, karena semakin kecil ukuran butiran selulosa maka semakin luas permukaannya, sehingga interaksi antara bahan penyusun dan selulosa semakin kuat (Adryani dan Maulida, 2014).

Umumnya selulosa dalam *biodegradable film* bersifat sukar larut sehingga menyebabkan permukaan *biodegradable film* yang dihasilkan memiliki tekstur kasar dan berongga. Penambahan tapioka pada pembuatan biodegradable film memiliki peran sebagai bahan pengisi pada rongga rongga permukaan *biodegradable film*. Pembuatan *biodegradable film* berbasis daun pandan dengan penambahan tapioka menghasilkan film yang homogen, hal ini diduga selulosa dan tapioka mampu berinteraksi dengan baik sehingga menghasilkan film dengan visual yang tampak homogen dan pori-pori lebih kecil pada permukaan *film*. Hal ini disebabkan karena tapioka memiliki sifat gelatinisasi. Gelatinisasi pati akan terjadi dengan adanya penambahan air dan pemanasan pada suhu tinggi. Gelatinisasi mengakibatkan ikatan amilosa akan cenderung saling berdekatan karena adanya ikatan hidrogen, kemudian proses pengeringan akan mengalami penyusutan sebagai akibat lepasnya air, sehingga gel membentuk *film* yang stabil (Fransisca dkk, 2013).

Kuat Tarik

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa ukuran lolos *mesh* tepung selulosa daun pandan dan penambahan konsentrasi tapioka berpengaruh nyata terhadap nilai kuat tarik *biodegradable film* yang dihasilkan. Nilai kuat tarik yang dihasilkan berkisar antara 48,22 MPa hingga 64,65 MPa. Hasil uji BNJ (beda nyata jujur) 5% terhadap nilai kuat tarik *biodegradable film* disajikan pada Tabel 1.

Perlakuan (Tepung Selulosa Daun Pandan : Tapioka)	Nilai Kuat Tarik (MPa)
M3P3 (100 <i>mesh</i> : 1,5%)	64,65 ^a
M3P2 (100 <i>mesh</i> : 1%)	61,68 ^b
M3P1 (100 <i>mesh</i> : 0,5%)	59,04 ^c
M2P1 (80 <i>mesh</i> : 0,5%)	53,67 ^{cd}
M2P3 (80 <i>mesh</i> : 1,5%)	53,45 ^d
M1P3 (60 <i>mesh</i> : 1,5%)	52,81 ^d
M1P2 (60 <i>mesh</i> : 1%)	52,60 ^d
M2P2 (80 <i>mesh</i> : 1%)	51,74 ^e
M1P1 (60 <i>mesh</i> : 0,5%)	48,22 ^f
BNJ (0,05) = 1,475	
(0,01) = 1,860	

Keterangan : Angka yang diikuti dengan huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata pada uji BNJ dengan taraf 5%

Hasil nilai kuat tarik pada masing masing perlakuan diketahui sudah memenuhi standar JIS (*Japanese Industrial Standard*) 1975 yakni minimal 0,392 MPa (Andiati dkk., 2023). Nilai kuat tarik tertinggi diperoleh pada perlakuan M3P3 sebesar 64,65 MPa, sedangkan nilai kuat tarik terendah diperoleh pada perlakuan M1P1 yaitu sebesar 48,22 MPa. Hasil yang diperoleh pada penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat interaksi antara lolos *mesh* tepung selulosa daun pandan dan tapioka mempengaruhi nilai kuat tarik *biodegradable film* yang dihasilkan.

Perlakuan M3P3, M3P2, dan M3P1 menunjukkan bahwa penggunaan lolos *mesh* tepung selulosa daun pandan (100

mesh) menghasilkan nilai kuat tarik yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Nilai kuat tarik yang tinggi dapat diakibatkan oleh ukuran butiran tepung dari selulosa. Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat terjadinya kenaikan nilai kuat tarik *biodegradable film* dari 60 *mesh* ke 100 *mesh*. Hal ini disebabkan karena penggunaan saringan dengan ukuran *mesh* 100 menghasilkan butiran tepung selulosa daun pandan yang lebih halus. Butiran tepung selulosa yang lebih halus memiliki luas permukaan yang lebih besar, sehingga dapat mempermudah interaksi antara selulosa dengan bahan penyusun lain seperti tapioka, CMC, dan gliserol. *Biodegradable film* yang dihasilkan dari perlakuan saringan dengan *mesh* 100 memiliki kenampakan visual yang lebih halus dan kompak dibandingkan dengan perlakuan yang lainnya, hal ini diduga bahwa tingkat kerapatan pada film lebih tinggi sehingga berdampak dengan nilai kuat tarik yang dihasilkan. Hal ini diperkuat oleh teori yang menyatakan bahwa tingkat kerapatan pada susunan antar butiran selulosa pada ukuran butiran yang kecil lebih tinggi dibandingkan dengan ukuran butiran selulosa yang besar (Gunawan dkk, 2016).

Perlakuan M1P1 menunjukkan bahwa penggunaan lolos *mesh* tepung selulosa daun pandan (60 *mesh*) menghasilkan nilai kuat tarik yang paling rendah. Hal ini disebabkan karena butiran tepung yang digunakan lebih besar sehingga menghasilkan *biodegradable film* dengan visual yang lebih kasar dan tidak kompak. *Biodegradable film* dengan *mesh* kecil memiliki tingkat kerapatan yang rendah dikarenakan interaksi antara butiran selulosa dengan bahan penyusun lain kurang homogen dan berdampak dengan hasil nilai kuat tarik yang rendah. Tingkat

kerapatan *film* yang rendah akan mengurangi kemampuan material *film* dalam menerima beban yang diakibatkan oleh ikatan antar unsur penyusun *film* melemah. Semakin kecil ukuran dari butiran tepung selulosa maka semakin luas permukaannya, sehingga interaksi antara selulosa dengan bahan penyusun lainnya akan relatif kuat (Panjaitan, 2017).

Penggunaan tapioka dengan berbagai konsentrasi 0,5%;1%;dan 1,5% mempengaruhi nilai kuat tarik *biodegradable film* yang dihasilkan pada masing masing perlakuan. Perlakuan M3P3 memiliki nilai kuat tarik yang lebih besar dibandingkan dengan perlakuan M3P2 dan M3P1. Perlakuan M3P3 menggunakan konsentrasi tapioka 1,5% yang menghasilkan nilai kuat tarik tertinggi yaitu 64,65 MPa. Hal ini sesuai dengan penelitian Saputro *et al.* (2017) dimana semakin meningkatnya konsentrasi tapioka yang ditambahkan maka gaya interaksi antar matriks molekul yang terdapat dalam *biodegradable film* semakin kuat, sehingga meningkatkan kekuatan dari *biodegradable film* yang dihasilkan. Menurut penelitian Roy (2020) adanya amilosa pada kandungan tapioka yang semakin tinggi akan menyebabkan pembentukan matriks antar polimer semakin banyak sehingga kekuatan ikatan hidrogen antar rantai molekul dalam *matrix film* juga semakin banyak dan akhirnya akan terbentuk *film* yang kuat dan kompak. Selain itu, terdapat perbedaan nilai kuat tarik yang hasilkan disebabkan perbedaan konsentrasi tapioka yang ditambahkan. Penambahan pati menyebabkan ikatan polimer yang terbentuk antar pati dan selulosa dalam *biodegeradable film* semakin banyak sehingga membentuk struktur kuat dan mempengaruhi nilai kuat tarik yang dihasilkan (Budianto *et al.*, 2019).

Persen Pemanjangan

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa ukuran lolos mesh tepung selulosa daun pandan dan penambahan konsentrasi tapioka berpengaruh nyata terhadap nilai persen pemanjangan *biodegradable film* yang dihasilkan. Hal ini berkaitan dengan nilai kuat tarik yang dihasilkan dimana nilai kuat tarik rendah menghasilkan nilai persen pemanjangan yang tinggi. Nilai persen pemanjangan yang dihasilkan berkisar antara 31,38% hingga 49,82%. Hasil uji BNJ (beda nyata jujur) 5% terhadap nilai persen pemanjangan *biodegradable film* disajikan pada Tabel 2.

Perlakuan (Tepung Selulosa Daun Pandan : Tapioka)	Nilai Persen Pemanjangan (%)
M3P1 (100 <i>mesh</i> : 0,5%)	49,82 ^a
M3P2 (100 <i>mesh</i> : 1%)	47,66 ^b
M3P3 (100 <i>mesh</i> : 1,5%)	44,58 ^c
M1P1 (60 <i>mesh</i> : 0,5%)	34,60 ^d
M1P2 (60 <i>mesh</i> : 1%)	34,56 ^d
M1P3 (60 <i>mesh</i> : 1,5%)	34,33 ^d
M2P1 (80 <i>mesh</i> : 0,5%)	31,95 ^e
M2P2 (80 <i>mesh</i> : 1%)	31,46 ^e
M2P3 (80 <i>mesh</i> : 1,5%)	31,38 ^e
BNJ (0,05) = 0,576	

Keterangan :Angka yang diikuti dengan huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata pada uji BNJ dengan taraf 5%

Hasil nilai persen pemanjangan pada masing masing perlakuan diketahui belum memenuhi standar JIS (Japanese Industrial Standard) 1975 yakni minimal 70% (Andiati dkk., 2023). Nilai persen pemanjangan tertinggi diperoleh pada perlakuan M3P3 sebesar 49,82%, sedangkan nilai persen pemanjangan terendah diperoleh pada perlakuan M2P3 yaitu sebesar 31,38%. Hasil yang diperoleh pada penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat interaksi antara lolos *mesh* tepung selulosa daun pandan dan tapioka mempengaruhi nilai persen

pemanjangan *biodegradable film* yang dihasilkan.

Perlakuan M2P3 memiliki nilai persen pemanjangan yang lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Hal ini dapat disebabkan dari jumlah pati (penggunaan tapioka) yang digunakan, dimana semakin banyak konsentrasi tapioka yang ditambahkan pada *biodegradable film* ini, maka akan menghasilkan *biodegradable film* yang semakin getas atau rapuh, sehingga nilai persen pemanjangan menjadi rendah. Tapioka tersusun atas amilosa yang memiliki sifat pera dan amilopektin yang memiliki sifat lengket (Zulferiyenni et al, 2014). Penambahan konsentrasi tepung tapioka dapat menurunkan nilai persen pemanjangan. Hal ini dapat terjadi karena sifat *film* dipengaruhi oleh komponen penyusun utama dan *plasticizer*, baik jenis maupun konsentrasinya. Hal ini sesuai dengan pendapat Wittaya (2013), bahwa penambahan padatan terlarut dan plastizicer berpengaruh dalam kinerja rantai polimer sehingga mempengaruhi persen pemanjangan *biodegradable film*. Berdasarkan literatur, hasil nilai persen pemanjangan pada penelitian ini sudah sesuai yaitu semakin tinggi jumlah penggunaan tapioka maka semakin rendah persen pemanjangan yang dihasilkan. Namun hasil persen pemanjangan masih belum sesuai dengan standar JIS (*Japanese Industrial Standard*) 1975 yakni minimal 70% (Andiati dkk., 2023).

Laju Transmisi Uap Air

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa ukuran lolos mesh tepung selulosa daun pandan dan penambahan konsentrasi tapioka berpengaruh nyata terhadap nilai laju transmisi uap air *biodegradable film* yang dihasilkan. Hal

ini berkaitan dengan nilai kuat tarik yang dihasilkan dimana semakin tinggi nilai kuat tarik maka nilai laju transmisi uap air semakin rendah. Nilai laju transmisi uap air yang dihasilkan berkisar antara 4,92 (g/m²/hari) hingga 7,10 (g/m²/hari). Hasil uji BNJ (beda nyata jujur) 5% terhadap nilai laju transmisi uap air *biodegradable film* disajikan pada Tabel 3.

Perlakuan (Tepung Selulosa Daun Pandan : Tapioka)	Laju Transmisi Uap Air (g/m ² /hari)
M3P2 (100 mesh : 1%)	4,92 ^a
M2P3 (80 mesh : 1,5%)	5,78 ^b
M3P1 (100 mesh : 0,5%)	6,01 ^b
M3P3 (100 mesh : 1,5%)	6,16 ^b
M2P2 (80 mesh : 1%)	6,17 ^b
M2P1 (80 mesh : 0,5%)	6,50 ^c
M1P1 (60 mesh : 0,5%)	6,71 ^c
M1P2 (60 mesh : 1%)	6,94 ^d
M1P3 (60 mesh : 1,5%)	7,10 ^e
BNJ (0,05) = 0,260	

Keterangan : Angka yang diikuti dengan huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata pada uji BNJ dengan taraf 5%

Hasil nilai laju transmisi uap air pada masing masing perlakuan diketahui telah memenuhi standar JIS (*Japanese Industrial Standard*) 1975 yakni < 7 g/m²/hari (Andiati dkk., 2023). Nilai laju transmisi uap air tertinggi diperoleh pada perlakuan M1P3 sebesar 7,10 g/m²/hari sedangkan nilai laju transmisi uap air terendah diperoleh pada perlakuan M3P3 yaitu sebesar 4,92 g/m²/hari. Hasil yang diperoleh pada penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat interaksi antara lolos mesh tepung selulosa daun pandan dan tapioka mempengaruhi nilai laju transmisi uap air *biodegradable film* yang dihasilkan.

Laju transmisi uap air berkaitan dengan penambahan konsentrasi tapioka yang berbeda – beda dan penggunaan butiran

tepung dengan *mesh* yang berbeda pada masing masing perlakuan. Nilai laju transmisi uap air yang dihasilkan berkisar antara 4,92 ($\text{g/m}^2/\text{hari}$) hingga 7,10 ($\text{g/m}^2/\text{hari}$). Berpedoman pada JIS (*Japanesse Industrial Standard*) dalam Mindarwati (2006), *biodegradable film* yang dikategorikan untuk kemasan makanan mempunyai nilai permeabilitas uap air maksimum 7 $\text{g}/(\text{m}^2/\text{hari})$. *Biodegradable film* yang dihasilkan pada penelitian ini memiliki nilai permeabilitas uap air yang telah memenuhi nilai standar namun pada perlakuan M1P3 sedikit lebih tinggi dari standar untuk kemasan makanan. Hal ini diduga karena penggunaan saringan dengan *mesh* yang rendah (*mesh* 60) menghasilkan *biodegradable film* dengan visual yang lebih kasar dan memiliki pori-pori yang besar sehingga uap air dapat dengan mudah melewati rongga-rongga *biodegradable film* yang dihasilkan. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Panjaitan (2017), bahwa semakin kecil ukuran butiran selulosa yang digunakan maka akan semakin rendah nilai laju transmisi uap air yang dihasilkan. Tinggi rendahnya nilai laju transmisi uap air dipengaruhi oleh ukuran butiran selulosa dan penambahan tapioka.

Perlakuan M3P2 pada penelitian ini memiliki laju transmisi uap air yang paling rendah dibandingkan dengan perlakuan yang lainnya. Hal ini berkaitan dengan nilai kuat tarik yang dihasilkan dimana semakin tinggi nilai kuat tarik maka nilai laju transmisi uap air semakin rendah. Menurut Gunawan (2009) permeabilitas uap air yang rendah dapat menghambat hilangnya air dari produk yang dikemas. Penggunaan *biodegradable film* yang memiliki nilai permeabilitas uap air yang rendah membuat kesegaran produk yang

dikemas akan terjaga. Selain itu, dapat menghambat kerusakan akibat reaksi hidrolisa dan kerusakan oleh mikroorganisme karena adanya air. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Dewi dkk (2021), yaitu *biodegradable film* yang baik memiliki nilai kuat tarik yang tinggi dan laju trasnmisi uap air yang rendah sehingga *biodegradable film* mampu melindungi makanan dari gangguan mekanis dengan baik. Faktor penting yang akan berpengaruh terhadap permeabilitas *film* adalah sifat kimia polimer. Komposisi kimia memiliki peranan penting dalam menentukan sifat-sifat *film* yang terbentuk. Polimer dengan polaritas tinggi, seperti tapioka, umumnya menghasilkan *film* dengan nilai transmisi uap air yang tinggi. Hal ini karena polimer dengan polaritas tinggi memiliki ikatan hidrogen yang besar (Zulferiyenni et al. 2014).

Penentuan Perlakuan Terbaik

Penentuan perlakuan terbaik pada pembuatan *biodegradable film* dari tepung selulosa daun pandan dan penambahan tapioka didasarkan pada pengamatan visual, nilai kuat tarik, persen pemanjangan dan laju transmisi uap air dari setiap perlakuan yang paling memenuhi standar JIS 1975. Penentuan perlakuan terbaik dilakukan dengan cara pemberian notasi bintang pada tiap perlakuan yang memiliki huruf dengan kategori terbaik pada uji lanjut BNJ 5%. Rekapitulasi penentuan perlakuan terbaik disajikan pada Tabel 4.

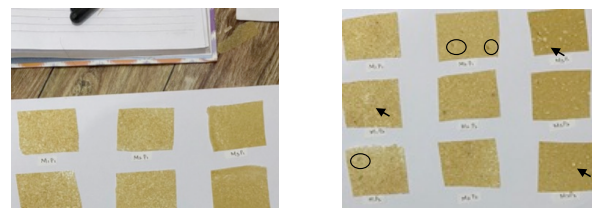
Parameter	Perlakuan								
	M1P1	M1P2	M1P3	M2P1	M2P2	M2P3	M3P1	M3P2	M3P3
Pengamatan Visual	-	-	-	*	*	*	*	*	**
Kuat Tarik	48,22 ^f	52,60 ^d	52,81 ^d	53,67 ^{cd}	51,74 ^c	53,45 ^d	59,04 ^c	61,68 ^b	64,65 ^{a*}
Persen Pemanjangan	34,60 ^d	34,56 ^d	34,33 ^d	31,95 ^e	31,64 ^e	31,38 ^e	49,82 ^{a*}	47,66 ^b	44,58 ^c
Laju Transmisi Uap Air	6,71 ^c	6,94 ^d	7,10 ^e	6,50 ^c	6,17 ^b	5,78 ^a	6,01 ^b	4,92 ^{a*}	6,16 ^b
Jumlah	0	0	0	1	1	1	2	2	3

Penentuan perlakuan terbaik menggunakan notasi bintang yaitu dengan menggunakan metode pembobotan huruf menggunakan jumlah bintang. Bintang diberikan pada huruf yang dikategorikan terbaik berdasarkan parameternya. Perlakuan yang memperoleh tanda bintang terbanyak dipilih sebagai perlakuan terbaik. Hasil rekapitulasi penentuan perlakuan terbaik dengan metode notasi bintang pada Tabel 5. Menunjukkan bahwa terdapat 1 perlakuan yang mendapatkan tanda (*) terbanyak yaitu pada perlakuan M3P3 (tepung selulosa daun pandan 100 mesh dan tapioka 1,5%). Perlakuan ini menghasilkan pengamatan visual, nilai kuat tarik, persen pemanjangan dan laju transmisi uap air terbaik. Selanjutnya, dilakukan analisis ketahanan terhadap suhu ruang dan biodegradabilitas film pada perlakuan terbaik yaitu M3P3.

Ketahanan Terhadap Suhu Ruang

Uji ketahanan terhadap suhu ruang dilakukan untuk mengetahui berapa lama *biodegradable film* mampu bertahan pada suhu ruang. Pengujian *biodegradable film* terhadap suhu ruang berlangsung selama 7 minggu. Pengamatan dilakukan setiap satu minggu sekali untuk melihat perubahan yang terjadi pada sampel. Pengujian ini dilihat dari kenampakan visual dan fisik pada *biodegradable film* dan pengamatan dilakukan penyimpanan pada suhu ruang. Penampakan visual *biodegradable film* yang telah diuji

ketahanan terhadap suhu ruang dapat dilihat pada Gambar 2

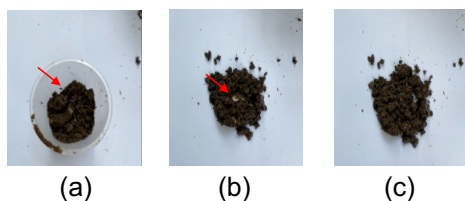


(a) (b)
Gambar 2. Pengamatan visual *biodegradable film* di suhu ruang : (a) minggu ke-1, (b) minggu ke-7

Hasil pengamatan pada penelitian ini menunjukkan bahwa, *biodegradable film* dari tepung selulosa daun selama proses penyimpanan tidak terjadi perubahan signifikan pada penampakan fisik *biodegradable film*. Perubahan mulai terlihat pada minggu ke-5 hingga minggu ke-7, pada minggu ke-5 terjadi perubahan pada tekstur *biodegradable film* yaitu tekstur *biodegradable film* menjadi lebih kaku dan pada minggu ke-6 mulai terdapat jamur yang pada permukaan *biodegradable film* yang ditandai dengan munculnya bercak kehitaman dan putih pada sampel. Hal tersebut terjadi karena pati yang terkandung pada *biodegradable film* menyerap air di lingkungan sekitar selama proses penyimpanan. Air yang terserap tersebut akan menyebabkan mikroorganisme berupa seperti bakteri dan jamur akan tumbuh pada permukaan *biodegradable film* (Anggraini, 2019). Perubahan tekstur yang kaku pada *biodegradable film* disebabkan karena adanya absorpsi uap air yang menyebabkan perpindahan air kedalam *biodegradable film* yang menyebabkan fleksibilitas *biodegradable film* menurun selama penyimpanan (Akbar et al, 2013).

Biodegradabilitas Film

Pengujian biodegradabilitas adalah pengujian dengan tujuan mengetahui seberapa cepat *biodegradable film* terdegradasi oleh mikroorganisme yang ada di lingkungan. Biodegradabilitas adalah kemampuan daya tahan produk *biodegradable film* terhadap mikroba pengurai, kelembaban tanah dan faktor kimia yang terdapat didalam tanah. Metode yang digunakan pada pengujian ini adalah *soil burial test* dengan media tanah (Widiatmono dkk., 2021). Hasil penelitian menunjukkan bahwa *biodegradable film* terurai secara sempurna pada minggu kedua. *Biodegradable film* dengan bahan baku dari selulosa maupun pati mudah terurai hal itu disebabkan karena bahan baku yang digunakan mudah berinteraksi dengan air dan mikroorganisme serta sensitif terhadap pengaruh fisikokimia (Tan et al, 2016). Penggunaan saringan dengan ukuran *mesh* yang besar juga mempengaruhi *biodegradable film* terdegradasi oleh mikroorganisme.



Gambar 3. Pengujian biodegradabilitas *biodegradable film* (a) Minggu ke-0, (b) Minggu ke-1, (c) Minggu ke-2

Hasil penelitian pada uji biodegradabilitas yaitu sampel *biodegradable film* berbasis daun pandan dapat terdegradasi dalam kurun waktu 2 minggu di dalam tanah. Pengamatan biodegradabilitas *biodegradable film* ini dilakukan setiap 1 minggu sekali. Pengamatan pada minggu ke-1 pada seluruh perlakuan menunjukkan bahwa *biodegradable film* hampir terurai secara

sempurna. Setiap *biodegradable film* memiliki bagian yang masih belum terurai di dalam tanah. Pada penelitian ini sampel *biodegradable film* dari tepung selulosa daun pandan mengandung struktur polimer berupa selulosa yang cukup tinggi sehingga mudah dengan cepat terdegradasi dalam tanah. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Wahyuningtiyas et al. (2017) yang menyatakan bahwa semakin tinggi kandungan selulosa dalam *biodegradable film* akan menyebabkan semakin cepat *biodegradable film* dapat terdegradasi dalam tanah, dengan itu selulosa sangat berperan penting sebagai faktor terjadinya biodegradabilitas pada *biodegradable film*.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Penggunaan lolos *mesh* tepung selulosa daun pandan berpengaruh nyata terhadap nilai kuat tarik, persen pemanjangan, dan laju transmisi uap air *biodegradable film* dari selulosa daun pandan.
2. Penambahan tapioka sebagai bahan pengisi rongga-rongga *biodegradable film* berpengaruh terhadap nilai kuat tarik, persen pemanjangan laju transmisi uap air, ketahanan terhadap suhu ruang, dan biodegradabilitas *biodegradable film* dari selulosa daun pandan.
3. Interaksi antara lolos *mesh* (saringan *mesh* 60, 80, 100) tepung selulosa daun pandan dan tapioka berpengaruh terhadap kuat tarik, persen pemanjangan, laju transmisi uap air *biodegradable film* dari selulosa daun pandan. Perlakuan terbaik terdapat pada M3P3 (tepung selulosa daun pandan 100 *mesh* dan tapioka 1,5%)

yang memiliki karakteristik yaitu nilai kuat tarik sebesar 64,65 MPa dan laju transmisi uap air sebesar 4,92 (g/m²/hari) telah memenuhi standar JIS 1975. Namun nilai persen pemanjangan sebesar 44,58% belum memenuhi standar JIS 1975.

DAFTAR PUSTAKA

- Adryani, R., Maulida. 2014. Pengaruh ukuran partikel dan komposisi abu sekam padi hitam terhadap sifat kekuatan tarik komposit poliester tidak jenuh. *Jurnal Teknik Kimia Universitas Sumatra Utara*. 3 (4) : 31-36.
- Akbar, F., Anita, Z., dan Harahap, H. 2013. Pengaruh waktu simpan *film* plastik biodegradasi dari pati kulit singkong terhadap sifat mekaniknya. *Jurnal Teknik Kimia*. 2(2) : 11-15.
- Andiati, H. A., Gumilar, J., dan Wulandari, E. 2023. Pemanfaatan gelatin ceker itik dengan penambahan gliserol sebagai plasticizer terhadap sifat fisik edible *film*. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*. 10(3) : 289-299.
- Anggraini, Fevi. 2019. Karakteristik *biodegradable film* berbasis ampas tebu (*saccharum officinarum*) dengan penambahan gliserol dan carboxy methyl cellulose (CMC). (Skripsi). Universitas Lampung. Bandar Lampung. 55 hlm.
- Budianto, A., Ayu, F dan Johan, S, V. 2019. Pemanfaatan pati kulit ubi kayu dan selulosa kulit kacang tanah pada pembuatan plastik biodegradable. *Jurnal SAGU*. 18(2) : 11-18.
- Chandra, L.H. 2011. Pengaruh konsentrasi tapioka dan sorbitol dalam pembuatan edible *coating* pada penyimpanan buah melon. (Skripsi). Departemen Teknologi Pertanian. Fakultas pertanian. Universitas Sumatera Utara. 68 hlm.
- Dewi, R., Rahmi., dan Nasrun. 2021. Perbaikan sifat mekanik dan laju transmisi uap air *edible film* bioplastik menggunakan minyak sawit dan *plasticizer* gliserol berbasis pati sagu. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*. 10(1) : 61-77.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. 1997. *Statistik perkebunan indonesia departemen pertanian jakarta*. Jakarta. 39 hlm.
- Fatnasari, A., Nocianitri, K. A., dan Suparthana, I.P. 2018. Pengaruh konsentrasi gliserol terhadap karakteristik edible *film* pati ubi jalar (*Ipomoea Batatas L.*). *Scientific Journal of Food Technology*. 5(1) : 27-35.
- Fransisca, D., Zulferiyenni, dan Susilawati. 2013. Pengaruh konsentrasi tapioka terhadap sifat fisik *biodegradable film* dari komposit selulosa nanas. *Jurnal teknologi Industri dan Hasil Pertanian*. 18(2) : 196-205.
- Gunawan, V. 2009. Formulasi dan aplikasi edible coating berbasis pati sagu dengan penambahan vitamin c pada paprika. (Skripsi). Fakultas Teknologi Pertanian IPB. Bogor. 144 hlm.
- Gunawan, Y., Aksar, P., dan Irfan, L.O. 2016. Analisa pengaruh ukuran diameter serat tangkai sagu terhadap sifat mekanik pada material komposit. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik Mesin*. 2(2) : 62-67.

- Hidayati, S., Zulferiyenni, dan Satyajaya, W. 2019. Optimasi pembuatan *biodegradable film* dari selulosa limbah padat rumput laut (*Eucheuma cottoni*) dengan penambahan gliserol, kitosan, CMC dan tapioka. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 22(2) : 340-354.
- Indraswati, D. 2017. *Pengemas Makanan*. Forum Ilmiah Kesehatan. Ponorogo. 65 hlm.
- Mahalik, N.P., and Nambiar, A.N. 2010. Trends in food packaging and manufacturing systems and technology. *Trends in food science and technology*. 21(3) : 117–128.
- Maryanti, N. 2022. Pengaruh Konsentrasi Gliserol dan CMC Terhadap Karakteristik *Biodegradable film* dari Daun Pandan (*Pandanus Amaryllifolius* Roxb.). (Skripsi). Universitas Lampung. Bandar Lampung. 75 hlm.
- Mindarwati, E. 2006. Kajian Pembuatan Edible *Film* Komposit Dari Karagenan Sebagai Pengemas Bumbu Instan Rebus. (Tesis). Sekolah Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 69 hlm.
- Ningsih, S. 2010. Optimasi Pembuatan Bioplastik Polihidroksialkanoat Menggunakan Bakteri Mesofilik dan Media Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit. (Tesis). Universitas Sumatera Utara. Medan. 136 hlm.
- Nurlaila, F. dan Purnomo, Y.S. 2020. Pemanfaatan limbah kulit kentang sebagai pengisi (filler) pembuatan plastik *biodegradable*. *Jurnal Envirous*. 1(1) : 1-8.
- Panjaitan, R.M., Irodin., dan Baharuddin. 2017. Pengaruh kadar dan ukuran selulosa berbasis batang pisang terhadap sifat dan morfologi bioplastik berbahan pati umbi talas. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Fakultas Teknik*. 4(1) : 1-7.
- Roy, Z. 2020. Fraksinasi Amilosa dari Pati Tapioka (Cassava) Dengan Pengaruh Konsentrasi Butanol Untuk Pembuatan Edible *Film*. (Skripsi). Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta. 69 hlm.
- Rusli, A., Metusalach., Salengke., dan Tahir,M.M. 2017. Karakterisasi edible *film* karagenan dengan pemlastis gliserol. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 20(2) : 219-229.
- Sanyang, M.L., Sapuan, M.S., Jawaid M., Ishak M., dan Sahari.J. 2015. Effect of plasticizer type and concentration on tensile, thermal and barrier properties of *biodegradable films* based on sugar palm (*arenga pinnata*) starch. *Polymer*. 7(6) : 1106-1124.
- Satriyo. 2012. Kajian Penambahan Chitosan, Gliserol, dan Carboxymethyl Cellulose terhadap Karakteristik *Biodegradable film* dari Bahan Komposit Selulosa Nanas. (Skripsi). Universitas Lampung. Bandar Lampung. 50 hlm.
- SIPSN. 2022. *Capaian Kinerja Pengelolaan Sampah*. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI. Jakarta.
- Sumartono, N.W., Handayani, F., Desiriana, R., Novitasari, W. dan Hulfa, D.S. 2015. Sintesis dan karakterisasi bioplastik berbasis alang-alang (*Imperata cylindrical* (L.)) dengan penambahan kitosan,

- gliserol, dan asam oleat. *Pelita*. X(2) : 13-25.
- Susanti, Jasruddin, dan Subaer. 2015. Sintesis komposit bioplastik berbahan dasar tepung tapioka dengan penguat serat bambu. *Jurnal Sains dan Pendidikan Fisika*. 11(2) : 179-184.
- Tan Z, Yongjian Y, Hongying W, Wanlai Z, Yuanru Y, and Chaoyun W. 2016. Physical and degradable properties of mulching *films* prepared from natural fibers and biodegradable polymers. *Journal of Applied Sciences*. 6(147) : 1-11.
- Wahyuningtiyas N. E. dan Suryanto.H. 2017. Analysis of Biodegradation of Bioplastics Made of Cassava Starch. *Journal of Mechanical Engineering Science and Technology*. 1(1) : 41-54.
- Waluyo, T.K. 2006. Peningkatan Teknik Pengolahan Pandan (Bagian I): Pewarnaan dan Pengeringan. *Journal of Chemical*. 30(2) : 1-21.
- Widiatmono, B. R., Sulianto, A. A., dan Debora, C. 2021. Biodegradabilitas bioplastik berbahan dasar limbah cair tahu dengan penguat kitosan dan plasticizer gliserol. *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*. 8(1) : 21- 27.
- Wittaya, T. 2013. *Influence of Type and Concentration of Plasticizer on The Properties of Edible Film From Mung Bean Proteins*. 13: 51-58.
- Zulferiyenni, Z., Marniza, M., dan Sari, E. N. 2014. Pengaruh konsentrasi gliserol dan tapioka terhadap karakteristik *biodegradable film* berbasis ampas rumput laut (*Euchema cottoni*). *Jurnal Teknologi dan Industri Hasil Pertanian*. 19(3) : 257-273.
- Zulferiyenni., dan Hidayati, S. 2016. Sifat kimia limbah padat rumput laut hasil pemurnian menggunakan H₂O₂ dan NaOH. *Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Teknologi Pertanian Politeknik Negeri Lampung*. 141-148. (Metroxylon Sp). *E-Journal Agrotekbis*. 2(1) : 38-46.