

PENGARUH KONSENTRASI NaOH DAN GLISEROL TERHADAP KARAKTERISTIK BIOPLASTIK BERBASIS SELULOSA DAUN PANDAN WANGI (*Pandanus amaryllifolius* Roxb.)

EFFECT OF NaOH AND GLYCEROL CONCENTRATIONS ON THE CHARACTERISTICS OF CELLULOSE-BASED BIOPLASTICS FROM FRAGRANT PANDAN LEAVES (*Pandanus amaryllifolius* Roxb.)

Zuyyina Isnaini Islami¹, Zulferiyenni^{1*}, Susilawati¹, Sri Hidayati², Tanto Pratondo Utomo²

¹Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, UNILA

²Program Studi Magister Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Pertanian, UNILA

* email korespondensi: zulferiyenni.1962@fp.unila.ac.id

Tanggal masuk: 7 Agustus 2024

Tanggal diterima: 16 September 2024

Abstract

Fragrant pandan leaves have the potential to be used as biodegradable bioplastics that can be broken down by microorganisms in the soil. Fragrant pandan leaves contain a relatively high amount of cellulose, specifically 48.79%. This study aims to determine the effect of NaOH and glycerol concentrations on the characteristics of cellulose-based bioplastics made from fragrant pandan leaves, as well as to investigate the interaction effects between NaOH and glycerol on these bioplastic characteristics. This research arranged by using Design Random Group Complete (RAKL) with two factors and three replications. The first factor is the NaOH concentration, coded as (N), which includes three concentrations (2.5%, 5%, and 7.5%) (b/v). The second factor is the glycerol concentration, coded as (G), with three concentrations (0.5%, 1%, and 1.5%) (b/v). The research results indicate different effects on the characteristics of cellulose-based bioplastics from pandan leaves. All characteristics, except for the percentage elongation value of the produced bioplastics, met JIS 1975 standards, were degradable within 7 days, and had room temperature resistance for 2 weeks.

Keywords: *bioplastics, cellulose, fragrant pandan leaves, NaOH, and glycerol.*

Abstrak

Daun pandan wangi berpotensi dijadikan bioplastik yang mudah terdegradasi oleh mikroorganisme di dalam tanah. Daun pandan wangi memiliki kandungan selulosa yang cukup tinggi yaitu sebanyak 48,79%. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi NaOH dan gliserol terhadap karakteristik bioplastik berbasis selulosa daun pandan wangi, serta mengetahui pengaruh interaksi antara NaOH dan gliserol terhadap karakteristik bioplastik berbasis selulosa daun pandan wangi. Penelitian ini disusun menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) dengan dua faktor dan tiga ulangan. Faktor pertama adalah konsentrasi NaOH dengan kode (N) yang terdiri dari tiga konsentrasi (2,5%, 5%, dan 7,5%) (b/v). Faktor kedua adalah konsentrasi gliserol dengan kode (G) yang terdiri dari tiga konsentrasi (0,5%, 1% dan 1,5%) (b/v). Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan adanya pengaruh yang berbeda terhadap karakteristik bioplastik berbasis selulosa daun pandan. Semua karakteristik, kecuali nilai persen pemanjangan dari bioplastik yang dihasilkan sudah memenuhi standar JIS 1975, dapat terdegradasi selama 7 hari dan memiliki ketahanan suhu ruang selama 2 minggu.

Kata Kunci: *bioplastik, selulosa, NaOH, dan gliserol.*

PENDAHULUAN

Pandan wangi (*Pandanus amaryllifolius* Roxb) merupakan tanaman yang sering dimanfaatkan daunnya sebagai bahan tambahan makanan untuk memberikan warna hijau dan aroma. Kandungan *2-acetyl-1-pyrroline* yang memberikan aroma wangi merupakan komponen terbesar yang terdapat pada daun pandan wangi. Aroma yang dihasilkan pandan wangi dapat menghasilkan efek relaksasi (Safitri dkk., 2023). Kandungan daun pandan wangi yang meliputi flavonoid, alkaloid, saponin, tanin, polifenol, diduga memiliki peran terhadap aktivitas antibakteri (Dewanti dan Sofian, 2017). Penelitian yang dilakukan oleh Ariana (2018) perasan daun pandan wangi sebanyak 25% optimal menghambat bakteri *Shigella dysenteriae* yang merupakan bakteri patogen usus penyebab disentri.

Daun pandan wangi selain sebagai pewarna pada makanan dapat juga dimanfaatkan sebagai bahan pembungkus makanan. Makanan yang dibungkus menggunakan daun pandan wangi memiliki aroma yang harum, memiliki rasa yang khas, dan kualitas makanan dapat bertahan 2-3 hari. Kelebihan lainnya yaitu daun pandan wangi merupakan bahan alami yang tidak berbahaya dibandingkan dengan menggunakan plastik komersial sebagai pembungkus makanan (Rini dkk., 2017).

Kemasan plastik komersial masih sering digunakan sebagai pembungkus makanan seperti dadar gulung, kue cente manis, onigiri, kimbab, dan makanan lainnya. Jenis plastik yang biasanya digunakan sebagai pembungkus makanan adalah jenis plastik *polypropylene*. Kemasan plastik tersusun dari polimer-polimer yang berasal dari bahan kimia

aditif yang dapat bermigrasi ke dalam bahan makanan yang dikemas dan berbahaya bagi manusia karena bersifat karsinogenik. Jenis plastik tertentu seperti PE, PP, dan PVC tidak tahan panas, berpotensi melepaskan migran yang berbahaya sehingga merupakan kelemahan dalam pemilihan kemasan plastik. Semakin panas bahan makanan yang dikemas, semakin tinggi peluang terjadinya migrasi zat-zat aditif plastik ke dalam makanan. Kelemahan plastik lainnya yaitu sulitnya terbiodegradasi sehingga dapat mencemari lingkungan (Sari dkk., 2019). Berdasarkan permasalahan tersebut diperlukan pengganti plastik yang dapat membuat makanan lebih aman untuk dikonsumsi yaitu dengan menggunakan bioplastik.

Bioplastik merupakan plastik yang terbuat dari biopolimer alami seperti selulosa dan dapat terurai menggunakan mikroorganisme. Daun pandan wangi selain mengandung senyawa aktif juga memiliki kandungan komponen selulosa berkisar 48,79%, hemiselulosa 19,95%, dan lignin 18,64% (Diyana *et. al.*, 2021). Berbagai penelitian telah menjadikan daun pandan wangi sebagai bahan utama pembuatan kemasan salah satunya adalah penelitian yang dilakukan Natsir dkk. (2023) mengenai pemanfaatan ekstrak daun pandan sebagai bahan pengemas kopi siap seduh untuk memberikan rasa kopi pandan. Selulosa pada daun pandan wangi sebelum dimanfaatkan menjadi bioplastik perlu dilakukan proses purifikasi atau pemurnian untuk menghasilkan pulp berkekuatan fisik yang kuat.

Purifikasi selulosa merupakan pemurnian selulosa dari kandungan lignin dan hemiselulosa sehingga dihasilkan selulosa murni. Proses purifikasi selulosa

dilakukan dua tahap yaitu proses delignifikasi dan proses pemutihan (*bleaching*). Penelitian ini tidak dilakukan proses pemutihan karena dapat menghilangkan pigmen warna pada daun pandan wangi. Delignifikasi merupakan tahapan awal atau proses pre-treatment untuk menghilangkan kandungan lignin dan hemiselulosa. Lignin harus dihilangkan karena mengakibatkan kekuatan fisik bioplastik yang dihasilkan rendah akibat terhambatnya pembentukan ikatan selulosa dan hemiselulosa dalam pembentukan ikatan serat. Kandungan lignin dapat dihilangkan melalui proses delignifikasi dengan perendaman bahan serat menggunakan larutan alkali berupa NaOH (Larasati dkk., 2019). Penggunaan NaOH dapat menghilangkan lignin dengan cara ion OH^- akan memutuskan ikatan-ikatan pada struktur dasar lignin dan ion Na^+ berikatan dengan lignin membentuk garam natrium fenolat yang akan larut dalam air. Menurut Dewanti (2018) penggunaan konsentrasi NaOH yang berbeda berpengaruh terhadap karakteristik bioplastik yang dihasilkan.

Bioplastik berbahan dasar selulosa memiliki sifat yang kaku dan rapuh sehingga dibutuhkan plasticizer untuk memberikan sifat elastis pada bioplastik. Salah satu jenis plasticizer yang sering digunakan adalah gliserol. Gliserol merupakan salah satu plasticizer yang memiliki titik didih tinggi, larut air, non-volatil, polar, dan dapat bercampur dengan protein. Gliserol memiliki berat molekul rendah, mudah masuk ke dalam rantai protein dan dapat menyusun ikatan hidrogen menggunakan gugus reaktif protein. Gliserol lebih cocok digunakan sebagai plasticizer karena berbentuk cair sehingga mudah tercampur dalam larutan bioplastik (Santoso dkk., 2021). Oleh

karena itu dilakukannya penelitian ini untuk mengetahui pengaruh konsentrasi NaOH dan pengaruh konsentrasi gliserol terhadap karakteristik bioplastik berbasis selulosa daun pandan wangi.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan baku utama yang digunakan dalam pembuatan bioplastik ini adalah daun pandan wangi, gliserol, dan natrium hidroksida (NaOH). Bahan lain yang digunakan adalah CMC, aquades, silica gel, dan tanah sebagai media pengurai.

Alat yang digunakan adalah pisau, timbangan digital, blender, baskom, penangas air, panci, batang pengaduk, termometer, erlenmeyer 1000 ml, beaker glass (250; 500; dan 1000 ml), mikropipet, kain saring, aluminium foil, cawan petri, gelas ukur, Universal Testing Machine (UTM) untuk uji kuat tarik dan persen pemanjangan.

Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) faktorial dengan 2 faktor dan 3 kali ulangan. Faktor pertama adalah konsentrasi NaOH (N) terdiri dari 3 taraf, yaitu 2,5%, 5%, 7,5% (b/v). Faktor kedua yaitu konsentrasi gliserol (G) yang terdiri dari 3 taraf, yaitu 0,5%, 1%, dan 1,5% (b/v). Kedua perlakuan dikombinasikan sehingga diperoleh 9 perlakuan dengan konsentrasi NaOH dan gliserol yang berbeda. Apabila dihitung secara keseluruhan penelitian ini menghasilkan 27 unit perlakuan dan setiap perlakuan atau sampel menggunakan selulosa sebanyak 5 gram dan sari pandan 50 ml.

Pengamatan yang dilakukan meliputi pengamatan visual, kuat tarik, ketebalan, persen pemanjangan, laju transmisi uap air, biodegradabilitas, dan ketahanan terhadap suhu ruang. Data yang diperoleh diuji analisis ragamnya dengan uji Barlett dan penambahan data dengan uji Tuckey. Kemudian dilanjutkan uji lanjut menggunakan uji beda nyata jujur (BNJ) pada taraf 5%. Sementara untuk pengamatan visual, pengujian biodegradabilitas dan ketahanan terhadap suhu ruang dibahas secara deskriptif.

Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan 3 (tiga) tahapan. Penelitian tahap pertama adalah pulping daun pandan wangi. Daun pandan wangi sebanyak 160 gram dicuci menggunakan air mengalir untuk menghilangkan debu atau kotoran yang menempel di daun pandan wangi. Daun pandan wangi kemudian dipotong-potong dengan ukuran 1-3 cm, lalu diblender dengan menambahkan 200 ml air. Bubur daun pandan wangi yang telah halus kemudian disaring dan diperas menggunakan kain saring.

Penelitian tahap kedua adalah pemisahan selulosa. Bubur daun pandan wangi yang didapatkan diproses lebih lanjut pada tahap pemisahan selulosa. Sebanyak 146 gram bubur daun pandan wangi dibagi menjadi tiga dengan berat masing-masing 35 gram kemudian direndam dalam 300ml larutan NaOH berdasarkan perlakuan variasi NaOH yaitu 2,5%, 5%, dan 7,5% (b/v) selama 2 jam pada suhu ruang. Selanjutnya selulosa daun pandan wangi ditiriskan kemudian dicuci menggunakan air mengalir hingga pH netral, selulosa lalu disaring menggunakan kain saring sehingga

didapatkan selulosa daun pandan wangi. Perlakuan N1 (2,5%) menghasilkan selulosa sebanyak 29 g, N2 (5%) sebanyak 26 g, dan N3 (7,5%) sebanyak 22 g.

Penelitian tahap ketiga adalah pembuatan bioplastik. Pembuatan bioplastik dilakukan dengan mencampurkan 5 gram selulosa, 1,1 gram CMC, dan gliserol sesuai perlakuan dengan variasi konsentrasi 0,5%, 1%, dan 1,5% (b/v), kemudian ditambahkan air sari daun pandan wangi hingga volume larutan 50ml. Sampel kemudian diaduk hingga homogen. Campuran tersebut kemudian dipanaskan pada suhu 70°C selama 30 menit sambil diaduk guna menghomogenisasikan campuran tersebut. Setelah proses pemanasan selesai, campuran dicetak pada plat kaca dan dikeringkan pada suhu ruang selama 48 jam.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengamatan visual

Berdasarkan hasil pengamatan terdapat perbedaan warna bioplastik berdasarkan perlakuan konsentrasi NaOH yang berbeda. Perlakuan N1G1, N1G2, dan N1G3 menghasilkan warna hijau kegelapan. Perlakuan N2G1, N2G2, dan N2G3 menghasilkan bioplastik berwarna hijau kecoklatan. Perlakuan N3G1, N3G2, dan N3G3 menghasilkan warna hijau terang. Perbedaan warna pada bioplastik disebabkan perlakuan NaOH yang dapat mempengaruhi kandungan aktif yang ada pada daun pandan seperti flavonoid dan tanin. Senyawa flavonoid bersifat mudah teroksidasi pada suhu tinggi dan tidak tahan panas (Nurmila dkk., 2019). Larutan NaOH dapat menghasilkan panas

eksoterm saat dilarutkan dalam air. Ketika konsentrasi NaOH yang digunakan meningkat maka jumlah ion Na⁺ dan OH⁻ yang terdisosiasi dalam larutan juga meningkat sehingga lebih banyak panas yang dilepaskan ke dalam larutan dan sekitarnya (Sukadi, 2021). Hal tersebut mengakibatkan bioplastik perlakuan NaOH 5% menghasilkan warna hijau kecoklatan dibandingkan dengan NaOH 2,5% yang masih berwarna hijau. Selain itu flavonoid dan tanin dapat berubah warna menjadi kecoklatan jika dalam kondisi basa. Pada konsentrasi NaOH 7,5% dihasilkan bioplastik berwarna hijau cerah. Pada konsentrasi basa yang tinggi, tanin dapat mengalami dekomposisi atau hidrolisis yang menyebabkan warna tanin menjadi pucat atau bahkan tidak berwarna (Mawardi, 2016). Warna hijau yang ada pada bioplastik perlakuan NaOH 7,5% didapatkan dari penambahan sari pandan wangi saat pembuatan bioplastik.

Kuat Tarik

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa penggunaan NaOH dan gliserol, dan interaksi keduanya berpengaruh nyata terhadap nilai kuat tarik bioplastik berbasis selulosa daun pandan wangi. Nilai kuat tarik yang dihasilkan berkisar antara 2,608 MPa sampai 5,369 MPa. Hasil uji lanjut nilai kuat tarik menggunakan BNJ (Beda Nyata Jujur) 5% disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Uji Lanjut Kuat Tarik

Perlakuan	Kuat Tarik (MPa)
N3G3	2,608 ^a
N3G2	3,014 ^{ab}
N3G1	3,109 ^{ab}
N1G1	3,309 ^{ab}
N2G3	3,683 ^b

N1G2	3,77 ^b
N1G3	4,207 ^b
N2G1	4,263 ^b
N2G2	5,369 ^c
BNJ _(0,05) : 0,778	

Hasil uji BNJ 5% menunjukkan bahwa perlakuan N2G3, N1G2, N1G3, dan N2G1 berbeda dengan perlakuan N3G3 dan N2G2, namun tidak berbeda dengan perlakuan N3G2, N3G1, dan N1G1. Perlakuan N2G2 berbeda dengan semua perlakuan. Berdasarkan hasil penelitian, nilai kuat tarik yang dihasilkan telah memenuhi standar JIS (*Japanese Industrial Standards*) 1975 yaitu minimal 0,392 MPa. Penggunaan konsentrasi NaOH dan gliserol yang berbeda dapat mempengaruhi nilai kuat tarik yang dihasilkan.

Perlakuan N1G1, N2G1, dan N3G1 menunjukkan bahwa perlakuan dengan penambahan konsentrasi NaOH yang berbeda pada konsentrasi gliserol yang sama menghasilkan nilai kuat tarik yang optimal pada konsentrasi NaOH 5%. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Karmuliani dan Mahyudin (2020), bahwa nilai kuat tarik film selulosa optimal pada konsentrasi 5%. NaOH digunakan untuk pemurnian selulosa dengan menghilangkan kotoran, lignin, dan komponen non selulosa lainnya sehingga didapatkan selulosa yang murni. Selulosa yang lebih murni memungkinkan kekuatan tarik antar serat menjadi lebih kuat sehingga kuat tarik bioplastik meningkat seiring dengan banyaknya konsentrasi NaOH yang digunakan (Husni dkk., 2018). Konsentrasi NaOH yang rendah belum dapat memurnikan selulosa dengan optimal, sedangkan konsentrasi yang terlalu tinggi dapat menyebabkan degradasi rantai polimer selulosa.

Degradasi ini memotong rantai panjang selulosa menjadi rantai yang lebih pendek akibatnya kekuatan tarik bioplastik menurun. Selain itu konsentrasi NaOH yang tinggi juga dapat merusak struktur kristal selulosa yang memberikan sifat kekuatan dan kekakuan pada selulosa (Syafri dkk., 2015).

Perlakuan N2G2 menghasilkan nilai kuat tarik yang berbeda dari seluruh perlakuan dan merupakan nilai kuat tarik tertinggi. Kombinasi yang seimbang antara konsentrasi NaOH dan gliserol menghasilkan bioplastik yang memiliki kekuatan tarik optimal. Perendaman selulosa menggunakan NaOH dapat merubah susunan kristal selulosa yang kaku menjadi lebih fleksibel sehingga memudahkan gliserol untuk membentuk ikatan hidrogen dengan molekul selulosa. Ikatan hidrogen yang terbentuk ini dapat mengurangi kekakuan struktur selulosa, sehingga bioplastik menjadi lebih fleksibel dan dapat meregang tanpa patah (Widodo dkk., 2019).

Perlakuan N2G3 menghasilkan nilai kuat tarik yang lebih rendah dibandingkan perlakuan N2G2. Hal ini dikarenakan penggunaan konsentrasi gliserol yang berlebihan menurunkan nilai kuat tarik karena semakin banyaknya jumlah pemlastis yang mengisi ruang-ruang diantara molekul polimer selulosa dalam bentuk ikatan hidrogen sehingga jarak antar rantai polimer menjadi renggang. Selain itu gliserol yang tinggi dapat meningkatkan penyerapan air oleh film selulosa. Penyerapan air yang berlebihan mengakibatkan jaringan serat mengalami pembengkakan dan lemah kemudian kuat tarik menjadi menurun (Hareva dkk., 2023).

Persen Pemanjangan

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa penggunaan variasi NaOH dan gliserol dan interaksi keduanya berpengaruh nyata terhadap nilai persen pemanjangan bioplastik berbasis selulosa daun pandan wangi. Nilai persen pemanjangan bioplastik selulosa daun pandan wangi yang dihasilkan berkisar 3,928% hingga 12,344%. Hasil uji lanjut BNJ (Beda Nyata Jujur) 5% disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Lanjut Persen Pemanjangan

Perlakuan	Nilai Persen Pemanjangan (%)
N1G1	3,928 ^a
N3G3	5,346 ^{ab}
N1G2	6,968 ^b
N1G3	7,442 ^b
N2G2	7,617 ^b
N3G1	7,657 ^b
N2G1	8,502 ^{bc}
N3G2	10,027 ^c
N2G3	12,344 ^d

BNJ (0,05)=1,761

Hasil uji BNJ 5% menunjukkan bahwa N3G2 dan N2G1 tidak berbeda, namun berbeda dengan perlakuan lainnya. Perlakuan N3G3 berbeda dengan perlakuan N3G2 dan N2G3 tetapi tidak berbeda dengan perlakuan lainnya. Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa nilai persen pemanjangan pada setiap perlakuan belum memenuhi standar JIS (*Japanese Industrial Standards*) 1975 yaitu minimal 70%. Perlakuan N2G3 menghasilkan nilai persen pemanjangan yang lebih tinggi dibandingkan semua perlakuan. Perlakuan dengan NaOH dapat mengubah selulosa alami (selulosa I) menjadi selulosa II yang memiliki struktur kristal yang lebih longgar

dan fleksibel (Ningsih et. al., 2024). Struktur selulosa yang lebih renggang memungkinkan molekul air untuk masuk ke dalam struktur selulosa sehingga terjadi pembengkakan selulosa (Hargono dkk., 2019). Kemampuan gliserol dalam menyerap air dari lingkungannya mengakibatkan meningkatnya kandungan air dalam bioplastik. Ketika gliserol menyerap air, matriks selulosa akan mengalami pembengkakan. Kemampuan gliserol membuat ikatan hidrogen yang baru dapat meningkatkan jarak antar rantai selulosa yang dapat mengurangi gaya tarik menarik antar rantai sehingga rantai polimer bergerak lebih bebas (Panjaitan dan Sukeksi, 2024).

Perlakuan N3G3 memiliki nilai persen pemanjangan yang rendah dibandingkan dengan perlakuan N3G2. Penggunaan NaOH dan gliserol pada konsentrasi yang tinggi dapat mengurangi kemampuan bioplastik untuk meregang secara efektif sebelum putus. NaOH dalam konsentrasi yang tinggi dapat merusak struktur kristal selulosa secara berlebihan dan meningkatkan kapasitas penyerapan air sehingga terjadi pembengkakan yang lebih besar (Ramadevi dkk., 2012). Gliserol dengan konsentrasi yang tinggi dapat menyerap air dan membentuk ikatan hidrogen lebih banyak sehingga bioplastik menjadi terlalu lunak dan kehilangan kekuatan mekanik yang mengakibatkan nilai persen pemanjangan bioplastik menurun (Namet dkk., 2010).

Ketebalan

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa penggunaan NaOH dan gliserol dan interaksi keduanya berpengaruh nyata terhadap nilai ketebalan bioplastik. Nilai

ketebalan yang dihasilkan berkisar antara 0,171 mm hingga 0,282 mm. Hasil uji lanjut ketebalan menggunakan BNJ (Beda Nyata Jujur) 5% disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Lanjut Ketebalan

Perlakuan	Ketebalan (mm)
N3G3	0,171 ^a
N3G2	0,181 ^{ab}
N3G1	0,193 ^b
N2G3	0,201 ^{bc}
N2G2	0,216 ^c
N2G1	0,231 ^c
N1G3	0,258 ^d
N1G2	0,266 ^d
N1G1	0,282 ^e

BNJ (0,05)=0,016

Hasil uji BNJ 5% menunjukkan perlakuan N2G3, N2G2, N2G1 tidak berbeda, tetapi berbeda dengan perlakuan lainnya. Perlakuan N1G3 dan N1G2 tidak berbeda, tetapi berbeda dengan perlakuan lainnya. Perlakuan N1G1 berbeda dengan semua perlakuan. Berdasarkan Tabel 3, diketahui bahwa nilai ketebalan setiap perlakuan memenuhi standar JIS (*Japanese Industrial Standards*) 1975 yaitu maksimal 0,25 mm. Namun, perlakuan N1G2 dan N1G1 tidak memenuhi standar JIS (*Japanese Industrial Standards*) 1975 karena nilai ketebalannya melebihi 0,25 mm. Hal ini menunjukkan penggunaan konsentrasi NaOH dan gliserol yang rendah akan menghasilkan bioplastik dengan nilai ketebalan yang tinggi. Konsentrasi NaOH yang rendah tidak dapat memurnikan selulosa secara optimal sehingga masih banyak kandungan lignin dan hemiselulosa. Komponen tersebut dapat berfungsi sebagai pengisi atau memberikan struktur tambahan pada bioplastik sehingga ketebalan bioplastik meningkat (Coniwanti

dkk., 2015). Menurut Dewi dkk. (2021) penggunaan gliserol sebagai *plasticizer* dapat membantu mengurangi kekakuan rantai selulosa, pada konsentrasi gliserol yang meningkat larutan bioplastik menjadi lebih mudah menyebar dan lebih homogen saat pencetakan. Konsentrasi gliserol yang rendah belum optimal dalam mengurangi kekakuan rantai selulosa.

Perlakuan N3G3 menghasilkan bioplastik dengan nilai ketebalan yang rendah. Penggunaan konsentrasi NaOH dan gliserol yang tinggi dapat menurunkan viskositas larutan bioplastik. Konsistensi larutan yang encer akan mempengaruhi bioplastik yang dihasilkan. Pada saat pengeringan air yang menguap akan lebih banyak sehingga bioplastik yang dihasilkan lebih tipis (Mustafa dkk., 2017).

Laju Transmisi Uap Air (WVTR)

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa penggunaan NaOH dan gliserol, dan interaksi keduanya berpengaruh terhadap nilai laju transmisi uap air bioplastik. Nilai laju transmisi uap air yang dihasilkan berkisar antara 3,864 g/m²/hari hingga 7,396 g/m²/hari. Hasil uji lanjut nilai kuat tarik menggunakan BNJ (Beda Nyata Jujur) 5% disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji Lanjut BNJ Laju Transmisi Uap Air

Perlakuan	Laju Transmisi Uap Air (g/m ² /hari)
N1G1	3,864 ^a
N1G2	4,326 ^{ab}
N2G1	4,453 ^{ab}
N1G3	4,568 ^b
N2G2	4,713 ^{bc}
N3G1	5,239 ^c
N2G3	5,556 ^c
N3G2	6,588 ^d
N3G3	7,396 ^e

BNJ(0,05) = 0,669

Hasil uji BNJ 5% menunjukkan perlakuan N1G2, N2G1, N2G1, N1G3 tidak berbeda, tetapi berbeda dengan perlakuan lainnya. Perlakuan N2G2, N3G1, N2G3 tidak berbeda, tetapi berbeda dengan perlakuan lainnya. Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa hampir semua perlakuan menghasilkan nilai laju transmisi uap air yang sesuai dengan standar JIS (*Japanese Industrial Standards*) 1975 yaitu < 7 g/m²/hari. Perlakuan N1G2, N2G2, dan N3G2 menunjukkan penggunaan konsentrasi NaOH yang berbeda pada konsentrasi gliserol yang sama menghasilkan nilai kuat tarik yang berbeda. Penggunaan konsentrasi NaOH rendah hingga sedang dapat meningkatkan kristalinitas selulosa, yang umumnya menurunkan transmisi uap air karena jalur difusi menjadi lebih rapat dan teratur (Ramadevi dkk., 2012). Sifat gliserol yang hidrofilik menjadi terhambat akibat molekul air dari lingkungan sulit menembus permukaan bioplastik yang rapat dan teratur (Affanti dkk., 2024).

Perlakuan N3G3 menghasilkan nilai laju transmisi uap air yang tinggi dibandingkan perlakuan sebelumnya. Konsentrasi NaOH yang tinggi dapat menyebabkan pembengkakan selulosa dan pembentukan pori-pori yang dapat meningkatkan transmisi uap air (Ramadevi dkk., 2012). Ketika gliserol ditambahkan, kemampuan bioplastik untuk menyerap air meningkat, yang meningkatkan kandungan air dalam struktur bioplastik. Akibatnya, permeabilitas uap air juga meningkat karena molekul air dapat lebih mudah bergerak melalui matriks bioplastik yang lebih fleksibel dan kurang rapat (Namet dkk., 2010).

Menurut Gozaly dkk. (2020) nilai laju transmisi uap air juga dapat dipengaruhi oleh nilai ketebalan film. Bioplastik yang lebih tebal berarti uap air harus menempuh jarak yang lebih jauh untuk berdifusi melewati material. Oleh karena itu pada perlakuan NaOH 2,5% Gliserol 0,5% (N1G1) menghasilkan nilai laju transmisi uap air yang paling rendah dibandingkan dengan perlakuan yang lain, hal tersebut karena perlakuan NaOH 2,5% Gliserol 0,5% (N1G1) merupakan bioplastik yang paling tebal diantara semua perlakuan. Bioplastik yang tebal cenderung memiliki struktur yang padat. Struktur yang padat berarti lebih sedikit ruang antar molekul selulosa untuk dilewati oleh molekul air.

Ketahanan Terhadap Suhu Ruang

Pengamatan dilakukan selama 3 minggu dengan mengamati penampakan visual dan tekstur bioplastik pada suhu setiap satu minggu. Tujuan dilakukan pengujian ini untuk mengetahui berapa lama kemampuan bioplastik bertahan di suhu ruangan.

Berdasarkan hasil pengamatan, pada minggu ke-1 tidak adanya perubahan visual atau tekstur yang dialami bioplastik. Minggu ke-2 terdapat perubahan berupa munculnya bintik jamur berwarna putih di permukaan bioplastik perlakuan konsentrasi NaOH 2,5% dan 5% sedangkan bioplastik dengan perlakuan NaOH 7,5% belum terdapat perubahan. Minggu ke -3 bioplastik mengalami perubahan tekstur menjadi sedikit kaku dan jamur mulai terlihat lebih jelas di permukaan bioplastik perlakuan NaOH 2,5% dan 5%, namun pada perlakuan NaOH 7,5% tetap tidak adanya perubahan visual. NaOH dengan konsentrasi yang tinggi dapat

menghilangkan komponen organik yang merupakan sumber nutrisi pertumbuhan jamur yang ada pada daun pandan wangi (Sriana dkk., 2021).

Biodegradabilitas

Pengujian biodegradabilitas dilakukan untuk mengetahui lama bioplastik dapat terurai secara sempurna oleh mikroorganisme yang ada di lingkungan. Pengujian biodegradabilitas dilakukan selama satu minggu. Pada minggu ke- 1 bioplastik dapat terdegradasi secara sempurna. Hasil biodegradabilitas ini lebih cepat dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Mayarianti (2021) yang terdegradasi secara sempurna pada minggu ke-2. Degradasi yang cepat ini dipengaruhi oleh NaOH dan gliserol yang berperan dalam pembengkakan selulosa. Ketika selulosa membengkak, matriks selulosa menjadi lebih longgar dan lebih mudah dijangkau oleh enzim dan mikroorganisme. Hal ini mempermudah mikroorganisme untuk menembus dan mendegradasi struktur bioplastik. Faktor lainnya yang mempengaruhi degradasi lebih cepat adalah ketebalan lembaran bioplastik. Bioplastik yang memiliki ketebalan yang rendah memberikan waktu yang lebih singkat bagi mikroorganisme untuk menembus dan memecah seluruh ketebalan material, sehingga mempercepat keseluruhan proses degradasi (Nurfauzi dkk., 2018).

Kesimpulan

Interaksi antara konsentrasi NaOH dan gliserol berpengaruh terhadap karakteristik bioplastik berbasis selulosa daun pandan wangi dengan menghasilkan nilai tertinggi pada masing-masing

karakteristik yaitu, visual berwarna hijau cerah, nilai kuat tarik 5,369 MPa, persen pemanjangan 12,344%, ketebalan 0,171 mm, laju transmisi uap air 3,864 g/m²/hari, ketahanan suhu ruang selama 2 minggu, dan biodegradabilitas bioplastik selama 7 hari. Karakteristik bioplastik yang dihasilkan telah memenuhi standar kuat tarik, ketebalan, dan laju transmisi uap air berdasarkan standar JIS 1975, dapat terdegradasi selama 1 minggu dan memiliki ketahanan suhu ruang selama 2 minggu. Namun, nilai persen pemanjangan belum memenuhi standar JIS 1975.

Saran

Saran pada penelitian ini adalah diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mendapatkan formulasi NaOH dan gliserol yang baik untuk memperbaiki nilai persen pemanjangan yang sesuai dengan standar JIS 1975 dan ketahanan bioplastik pada suhu ruang dari bioplastik berbasis selulosa daun pandan wangi. Bioplastik berbasis selulosa daun pandan wangi ini berpotensi sebagai pengemas makanan, sehingga diperlukan penelitian mengenai pengaplikasian bioplastik sebagai kemasan makanan

UCAPAN TERIMA KASIH

Makalah ini merupakan luaran penelitian yang dibiayai oleh Hibah Penelitian DIPA Fakultas Pertanian Tahun Anggaran 2024.

DAFTAR PUSTAKA

- Affanti, R., Nurainy, F., dan Hidayati, S. 2024. Karakteristik biodegradable film berbasis serat selulosa eceng gondok (*Eichhornia Crassipes* (Mart.) Solms) dengan penambahan gliserol dan *carboxy methyl cellulose* (CMC). Jurnal Agroindustri Berkelanjutan. 3(1): 29-42.
- Anandito, R. B. K., Nurhartadi, E., & Bukhori, A. (2012). Pengaruh gliserol terhadap karakteristik edible film berbahan dasar tepung jali (*Coix lacryma-jobi* L.). Jurnal Teknologi Hasil Pertanian. 5(2): 17-23.
- Ariana, D. 2018. Pengaruh perasan daun pandan wangi (*Pandanus amaryllifolius* Roxb) terhadap *shigella dysenteriae*. The Journal Of Muhammadiyah Medical Laboratory Technologist. 1(1) : 67-72.
- Coniwanti, P., Dani, M., dan Daulay, Z. S. 2015. Pembuatan natrium karboksimetil selulosa (Na-CMC) dari selulosa limbah kulit kacang tanah (*Arachis hypogea* L.). Jurnal Teknik Kimia. 21(4): 58-65.
- Dewanti, D. P. 2018. Potensi Selulosa dari Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit untuk Bahan Baku Bioplastik Ramah Lingkungan. Jurnal Teknologi Lingkungan. 19(1): 56-72
- Dewanti, N. I., dan Sofian, F. F. 2017. Aktivitas farmakologi ekstrak daun pandan wangi (*Pandanus amaryllifolius* Roxb.). Farmaka. 15(2): 186-194.
- Dewi, R., Rahmi, R., dan Nasrun, N. 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.
- Diyana, Z. N., Jumaidin, R., Selamat, M. Z., Alamjuri, R. H., and Md Yusof, F. A. 2021. Extraction and characterization of natural cellulosic fiber from *pandanus*

- amaryllifolius* leaves. *Polymers*. 13(23): 41-71.
- Gozaly, T. 2020. Pengaruh konsentrasi cmc dan konsentrasi gliserol terhadap karakteristik edible packaging kopi instan dari pati kacang hijau (*vigna radiata* L.). *Pasundan Food Technology Journal (PFTJ)*. 7(1): 1-9.
- Hareva, B. I., Sumarni, S., dan Purwanti, A. 2023. Pembuatan plastik ramah lingkungan dari pisang klutuk dan serat pandan duri. *Jurnal Inovasi Proses*. 8(1): 24-30.
- Hargono, H., Nurcahyaningih, I., dan Candra, P. D. 2023. Pengaruh senyawa delignifikasi dan hidrolisis asam dengan penambahan FeSO₄ pada produksi glukosa dari *spirodela polyrhiza*. *Jurnal Inovasi Teknik Kimia*. 6(2): 55-59.
- Husni, D. A. P., Rahim, E. A., dan Ruslan, R. 2018. Pembuatan membran selulosa asetat dari selulosa pelepah pohon pisang. *Kovalen: Jurnal Riset Kimia*. 4(1): 41-52.
- Juariah, S., Melpasandy, M., dan Yusrita, E. 2022. Uji daya hambat ekstrak daun pandan wangi (*Pandanus amaryllifolius* roxb) terhadap bakteri *eschericia coli*. *Jurnal Media Kesehatan*. 15(2): 1-8.
- Karmuliani, H., dan Mahyudin, A. 2020. Karakterisasi sifat mekanik film PVA berserat selulosa kulit buah pinang (*Areca Catechu* L) yang mengalami perlakuan NaOH. *Jurnal Fisika Unand*. 9(4), 495-501.
- Kencanawati, C. I. P. K., Sugita, I. K. G., Suardana, N. P. G., dan Suyasa, I. W. B. 2018. Pengaruh perlakuan alkali terhadap sifat fisik dan mekanik serat kulit buah pinang. *Jurnal Energi dan Manufaktur*. 11(1): 6-10.
- Larasati, I. A., Argo, B. D., dan Hawa, L. C. 2019. Proses delignifikasi kandungan lignoselulosa serbuk bambu betung dengan variasi NaOH dan tekanan. *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*. 7(3): 235-244.
- Mawardi, Y. S. A., Pramono, Y. B., dan Setiani, B. E. 2016. Kadar air, tanin, warna dan aroma off-flavour minuman fungsional daun sirsak (*Annona muricata*) dengan berbagai konsentrasi jahe (*Zingiber officinale*). *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. 5(3) : 38-49.
- Mayarianti, N. 2021. Pengaruh Konsentrasi Gliserol dan CMC Terhadap Karakteristik *Biodegradable Film* dari Daun Pandan wangi (*Pandanus amaryllifolius* Roxb.). Skripsi. Universitas lampung, Bandar Lampung. 41 hlm.
- Mustafa, R., Fajar, R., dan Raswen, E., 2017. Pemanfaatan kitosan sebagai bahan dasar pembuatan edible film dari pati ubi jalar kuning. *Artikel Faperta*. 4(2): 5-6.
- Natsir, S. A. K., Lahming., dan Rauf, R. F. 2023. Utilization of pandan leaf extract (*Pandanus amaryllifolius*) in *edible film* substitute for ready-to-brew coffee packaging and gives the taste of pandan coffee. *Formosa Journal of Applied Scienes*. 2(10): 2701-2710.
- Nemet, N. T., Soso, V. M., and Lazić, V. L. 2010. Effect of glycerol content and pH value of film-forming solution on the functional properties of protein-based edible films. *Acta Periodica Technologica*. (41): 57-67.
- Ningsih, I. Y., Hidayat, M. A., Erawati, T., and Kuswandi, B. 2024. Impact of different NaOH treatments on biocellulose properties from coconut water fermented by *Lentilactobacillus parafarraginis*. *Pharmacy Education*. 24(3): 75-81.
- Nurfauzi, S., Sutan, S. M., dan Argo, B. D. 2018. Pengaruh konsentrasi CMC dan suhu pengeringan terhadap

- sifat mekanik dan sifat degradasi pada plastik biodegradable berbasis tepung jagung. *Journal of Tropical Agricultural Engineering and Biosystems*. 6(1): 90-99.
- Nurmila, N., Sinay, H., dan Watuguly, T. 2019. Identifikasi dan analisis kadar flavonoid ekstrak getah angkana (*Pterocarpus indicus Willd*) di dusun Wanath kecamatan Leihitu kabupaten Maluku Tengah. *Biopendix: Jurnal Biologi, Pendidikan dan Terapan*. 5(2) : 65-71.
- Panjaitan, V. D., dan Sukeksi, L. 2024. Karakterisasi biofilm selulosa bakteri dengan modifikasi gliserol secara ex situ. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 13(1): 17-23.
- Radhiyatullah, A., Indriani, N., dan Ginting, M. H. S. 2015. Pengaruh berat pati dan volume plasticizer gliserol terhadap karakteristik film bioplastik pati kentang. *Jurnal Teknik Kimia USU*. 4(3): 35-39.
- Ramadevi, P., Sampathkumar, D., Srinivasa, C. V., and Bennehalli, B. 2012. Effect of alkali treatment on water absorption of single cellulosic abaca fiber. *BioResources*. 7(3): 96-104.
- Rini, R., Fakhurrozi, Y., dan Akbarini, D. 2017. Pemanfaatan daun sebagai pembungkus makanan tradisional oleh masyarakat Bangka (studi kasus di Kecamatan Merawang): *Jurnal Penelitian Biologi, Botani, Zoologi dan Mikrobiologi*. 2(1):20-32.
- Safitri, R. D., Purnama, S. W., Ramadhani, N., Saffana, N., dan Habisukan, U. H. 2023. Pengaruh penggunaan daun pandan wangi dan daun pisang pada pembuatan tape ketan. *Jurnal Teknologi Pangan dan Gizi*. 22(2) : 107-112.
- Santoso, B., Sinaga, T. L. D., dan Priyanto, G. 2021. Effect of natural active compound addition on mechanical and functional properties of canna starch based edible film. *Food Science and Technology*. 4(2): 97-102.
- Sari, K. I., dan Nusa, A. B. 2019. Pemanfaatan limbah plastik HDPE (high density polythylene) sebagai bahan pembuatan paving block. *Buletin Utama Teknik*.15(1):29-32.
- Sriana, T., Dianpalupidewi, T., Ma, S., dan Nata, I. F. 2021. Pengaruh konsentrasi sodium hydroxide (NaOH) pada proses delignifikasi kandungan lignoselulosa serat (Fiber) siwalan (*Borassus flabellifer*) sebagai bahan dasar pembuatan bioethanol. *Buletin Profesi Insinyur*. 4(2) : 49-52.
- Sukadi, S. 2021. Analisa konsentrasi reaktan terhadap produk gas hidrogen pada reaksi hidrolisis kompor berbahan bakar limbah kaleng bekas. *Jurnal Inovator*. 4(2) : 32-35.
- Syafri, E., Kasim, A., Abral, H., dan Asben, A. 2015. Pengaruh chemical treatment terhadap sifat fisik, kandungan selulosa dan kekuatan tarik serat alam rami. *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas*. 19(2): 18-24.
- Tamiogy, W. R., Kardisa, A., Hisbullah, H., dan Aprilia, S. 2019. Pemanfaatan selulosa dari limbah kulit buah pinang sebagai bahan baku pembuatan bioplastik. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*. 14(1) : 63-71.
- Widodo, L. U., Wati, S. N., dan Vivi, N. M. 2019. Pembuatan edible film dari labu kuning dan kitosan dengan gliserol sebagai plasticizer. *Jurnal Teknologi Pangan*. 13(1) : 59-65.
- Zulferiyenni, Z., Putri, M. M., Suharyono, S., dan Nurainy, F. 2023. Formulasi gliserol dan cmc dalam pembuatan biodegradable film berbasis selulosa daun nanas (*Ananas comosus*). *Jurnal Agroindustri Berkelanjutan*. 2(2): 274-283.