

FORMULASI GLISEROL DAN CMC DALAM PEMBUATAN BIODEGRADABLE FILM BERBASIS SELULOSA DAUN NANAS (*Ananas comosus*)

FORMULATION OF GLYCEROL AND CMC IN MAKING BIODEGRADABLE FILM PINEAPPLE LEAF BASED (*Ananas comosus*)

Zulferiyenni^{1*}, Maulida Melvina Putri², Suharyono¹, Fibra Nurainy¹

¹ Mahasiswa Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

² Dosen Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

*email korespondensi: zulferiyenni@gmail.com

Tanggal diterima: 14 Juni 2023

Tanggal disetujui: 12 Agustus 2023

Tanggal terbit: 18 September 2023

Abstract

Pineapple leaves contain 69.5-71.5% cellulose, which can be used as raw material to make biodegradable films. This study aimed to obtain the best formulation of glycerol and CMC for biodegradable films of pineapple leaves. This research used the triplo method to collect data three times in one sample. Samples are selected based on the best visual appearance and indicated by the few floccs in the sample. The treatment was composed of 6 formulations which were formulations of glycerol and CMC, namely P1 (0%:1%), P2 (0,5%:1,5%), P3 (1%:2%), P4 (1,5%:2,5%), P5 (2%:3%), P6 (2,5%:0%). The data on tensile strength, percent elongation, water vapour permeability, thickness, testing biodegradability and room temperature resistance is presented in pictures and will be discussed descriptively. Formulation of glycerol 1,5% and CMC 2,5% produces the best characteristics of biodegradable films with a tensile strength value of 113,52 MPa, a percent elongation value of 12,71%, and a thickness value of 0,18 mm. Biodegradable film pineapple leaves have a water vapour permeability value of 24,03 (g/m²/hour), biodegradability for 5 weeks and resistance to room temperature for 5 weeks without being overgrown by fungi.

Keywords: biodegradable film, pineapple leaves, glycerol, CMC

Abstrak

Daun nanas mengandung selulosa sebesar 69,5-71,5% yang dapat dijadikan bahan baku dalam pembuatan biodegradable film. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperoleh formulasi terbaik gliserol dan CMC pada pembuatan biodegradable film berbasis selulosa daun nanas. Penelitian ini dilakukan dengan metode triplo yaitu metode pengambilan data sebanyak tiga kali pada satu sampel. Sampel dipilih berdasarkan tampak visual yang terbaik, ditandai dengan sedikitnya flocc yang muncul pada sampel. Perlakuan disusun sebanyak 6 formulasi yang merupakan formulasi gliserol dan CMC, yaitu P1 (0%:1%), P2 (0,5%:1,5%), P3 (1%:2%), P4 (1,5%:2,5%), P5 (2%:3%), P6 (2,5%:0%). Data nilai kuat tarik, persen pemanjangan, permeabilitas uap air, ketebalan, biodegradabilitas dan ketahanan suhu ruang disajikan dalam bentuk gambar dan dibahas secara deskriptif. Formulasi gliserol 1,5% dan CMC 2,5% menghasilkan biodegradable film dengan karakteristik terbaik dengan nilai kuat tarik sebesar 113,52 MPa, nilai persen pemanjangan sebesar 12,71%, dan nilai ketebalan sebesar 0,18 mm. Biodegradable film berbasis selulosa daun nanas memiliki nilai permeabilitas uap air sebesar 24,03 (g/m²/jam), biodegradabilitas selama 5 minggu dan ketahanan terhadap suhu ruang selama 5 minggu tanpa ditumbuhi oleh jamur.

Kata kunci : biodegradable film, daun nanas, gliserol, CMC.

PENDAHULUAN

Penggunaan biodegradable film dapat mengatasi salah satu permasalahan di Indonesia yaitu pencemaran lingkungan. Penggunaan plastik di

Indonesia masih sangat tinggi dan akan meningkatkan sampah plastik. Hal ini membuat Indonesia menjadi penyumbang sampah plastik terbesar kedua di dunia setelah China (Krisyanti et al., 2020).

Untuk mengatasi permasalahan ini, diperlukan bahan pengganti plastik yang ramah lingkungan, yaitu bahan yang dapat terdegradasi dengan cepat. Salah satu pilihan untuk menggantikan plastik adalah penggunaan biodegradable film yang terbuat dari selulosa daun nanas.

Daun nanas memiliki kandungan selulosa sebesar 69,5-71,5% dan mengandung lignin sebesar 4,4-4,7% (Natalia *et al.*, 2019). Kandungan selulosa daun nanas yang besar dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan biodegradable film. Biodegradable film memiliki kelebihan yaitu dapat terurai dengan cepat oleh mikroorganisme yang ada di tanah karena bahan bakunya berasal dari alam. Selain itu, sifatnya yang transparan dan fleksibel sangat mirip dengan sifat plastik sehingga dapat menggantikan peran plastik dalam kegiatan sehari-hari (Hidayati *et al.*, 2015).

Biodegradable film yang dihasilkan oleh selulosa daun nanas masih bersifat kaku sehingga memerlukan adanya penambahan plasticizer. Jenis plasticizer yang dapat digunakan adalah gliserol dan CMC (*Carboxy Methyl Cellulose*). Gliserol digunakan karena dapat meningkatkan fleksibilitas sehingga ketika dibengkokkan, film tidak akan mudah rusak. CMC digunakan karena bersifat tidak beracun dan baik digunakan sebagai pengikat.

Formulasi antara gliserol dan CMC dengan konsentrasi yang berbeda diduga memiliki pengaruh terhadap karakteristik biodegradable film yang dihasilkan. Penambahan gliserol dan CMC yang dilakukan Annisa (2015) pada penelitian biodegradable film dari kulit buah melon dengan jumlah selulosa 63% mendapatkan hasil terbaik pada konsentrasi gliserol 0,5% dan CMC 3%. Penelitian Nurfitriyani (2022) pada penelitian biodegradable film dari kulit kopi

kering dengan jumlah selulosa 63% mendapatkan hasil terbaik pada konsentrasi gliserol 1,5% dan CMC 2%. Namun, belum ditemukan literatur untuk penambahan gliserol dan CMC terhadap karakteristik biodegradable film dari daun nanas. Untuk itu perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk menghasilkan formulasi terbaik dalam pembuatan biodegradable film berbahan baku daun nanas.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan baku utama yang digunakan pada penelitian ini adalah daun nanas yang diambil di perkebunan warga di daerah Way Halim, gliserol, CMC, aquades, NaOH 2,5% sebagai pelarut lignin, H₂O₂ 2% sebagai blancing, dan tanah sebagai media pengurai.

Alat yang digunakan adalah timbangan digital, erlenmeyer, pipet tetes, telenan, pisau, spatula, aluminium foil, pH meter, blender, beaker glass 250 mL, kain saring 40 mesh, stopwatch, penangas air, termometer, dan cawan petri.

Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan metode triplo yaitu metode pengambilan data sebanyak tiga kali pada satu sampel. Sampel dipilih berdasarkan tampak visual yang terbaik, ditandai dengan sedikitnya flok yang muncul pada sampel. Perlakuan disusun sebanyak 6 formulasi yang merupakan formulasi antara gliserol dan CMC. Formulasi antara gliserol dan CMC disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Formulasi Gliserol dan CMC pada pembuatan biodegradable film daun nanas

Perlakuan	Gliserol (%)	CMC (%)
P1	0	1
P2	0,5	1,5
P3	1	2
P4	1,5	2,5
P5	2	3
P6	2,5	0

Parameter yang diamati adalah karakteristik biodegradable film yang terdiri dari nilai kuat tarik, persen pemanjangan, permeabilitas uap air, ketebalan, biodegradabilitas, dan ketahanan terhadap suhu ruang. Data nilai kuat tarik, persen pemanjangan, permeabilitas uap air, ketebalan, biodegradabilitas, dan ketahanan suhu ruang akan dibahas secara deskriptif. Penentuan perlakuan terbaik akan ditentukan berdasarkan nilai kuat tarik, persen pemanjangan dan ketebalan.

Pembuatan Pulp Daun Nanas

Daun nanas sebanyak 300 gram dicuci. Setelah itu dipotong kecil-kecil sebesar 1-2 cm, kemudian ditambahkan 600 mL air. Daun nanas dihaluskan sampai terbentuk pulp menggunakan blender selama 2 menit. Pulp daun nanas lalu dicuci dan disaring untuk memisahkan air dari pulp.

Pemurnian Selulosa Daun Nanas

Pulp daun nanas direndam dengan 300 mL NaOH 2,5% (b/v) selama 2 jam dengan suhu ruang 25°C dan dicuci dengan air sampai pH menjadi netral. Kemudian, pulp daun nanas dihidrolisis dalam 300 mL larutan H₂O₂ 2% (v/v) selama 3 jam pada suhu 85°C menggunakan penangas air. Selulosa daun nanas dicuci kembali dengan air

hingga dan disaring dengan kain saring 40 mesh.

Pembuatan Biodegradable Film

Selulosa sebanyak 5 gram ditambahkan aquades sebanyak 50 mL, serta gliserol dan CMC sesuai perlakuan. Bahan tersebut diaduk menggunakan batang pengaduk dan dipanaskan pada suhu 70°C selama 30 menit sambil diaduk lalu dicetak pada kaca dan dikeringkan dengan suhu ruang selama 96 jam.

Uji Kuat Tarik

Uji kuat tarik dilakukan dengan metode ASTM. Alat yang digunakan untuk pengujian adalah Universal Testing Machine (UTM) yang dibuat oleh Orientec Co. Ltd dengan model UCT- 5T. Lembaran sampel dipotong menggunakan dumbbell cutter dengan metode ASTM D638 M-III. Kondisi pengujian dilakukan dengan suhu 27°C, dengan kelembaban 65%, kecepatan tarik 1 mm/menit, skala load cell 10% dari 50 N. Kekuatan tarik dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$t = \frac{F_{maks}}{A}$$

Uji Persen Pemanjangan

Persen pemanjangan dilakukan dengan metode ASTM dan diukur dengan Testing Machine MPY (Type: PA-104-30, Ltd Tokyo, Japan). Sebelum dilakukan pengukuran disiapkan lembaran sampel film ukuran 2,5 x 15 cm dan dikondisikan di laboratorium dengan kelembaban (RH) 50% selama 48 jam. Instron diset pada initial grip separation 50 mm, crosshead speed 50 mm/menit dan loadcell 50 kg. persen pemanjangan dihitung dengan rumus:

$$\text{persen pemanjangan} = \frac{l_1 - l_0}{l_0}$$

Uji Permeabilitas Uap Air

Pengujian permeabilitas uap air dilakukan dengan meletakkan sampel film pada cawan yang berisi silika gel sebanyak 10 gram. Bagian tepi cawan dan film ditutup dengan isolasi sebagai perekat. Cawan dan film ditimbang dan dimasukkan ke dalam toples yang berisi larutan NaCl 40% (b/v). Pengamatan dilakukan selama 7-8 jam (Wattimena et al., 2016). Data yang diperoleh dibuat persamaan regresi linear dan nilai permeabilitas uap air dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$WPTR = \frac{\text{slope kenaikan berat cawan (g/jam)}}{\text{luas permukaan film (m}^2\text{)}}$$

Uji Ketebalan

Ketebalan film dilakukan dengan metode pengukuran. Biodegradable film diukur dengan digital caliper bermerk Krisbow ketelitian 0,01 mm pada 5 tempat yang berbeda. Kemudian hasil pengukuran dirata-rata. Menurut ketentuan JIS (Japanese Industrial Standard) rata-rata ketebalan edible film yang baik adalah memiliki ketebalan kurang dari 0,25 mm (Putri et al., 2019).

Uji Biodegradabilitas

Uji biodegradabilitas dilakukan dengan teknik soil burial test (Hidayati et al., 2019). Biodegradable film yang dihasilkan diuji sifat biodegradabilitasnya dengan cara dimasukkan ke dalam gelas plastik dan ditimbun dengan tanah hingga gelas penuh dan sampai sampel tertimbun dengan sempurna. Proses penimbunan ini dilakukan dengan pengamatan 1x7 hari

sampai film mengalami proses penguraian sempurna.

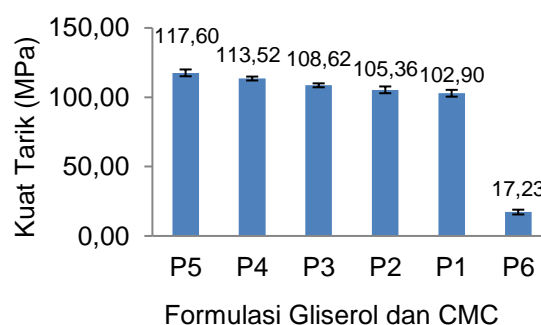
Uji Ketahanan Terhadap Suhu Ruang

Pengamatan uji ketahanan biodegradable film dilakukan dengan menyimpan sampel pada suhu ruang untuk mengetahui lama ketahanan biodegradable film yang dihasilkan pada suhu ruang dan dengan waktu tertentu. (Fransisca et al., 2013).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kuat Tarik

Hasil penelitian menunjukkan nilai kuat tarik biodegradable film berbasis selulosa daun nanas berkisar antara 17,23 MPa sampai 117,60 MPa (Gambar 1), nilai kuat tarik terbesar terdapat pada formulasi gliserol 2% dan CMC 3% sebesar 117,60. Nilai kuat tarik terkecil terdapat pada formulasi gliserol 2,5% dan CMC 0% sebesar 17,23 MPa. Nilai standar deviasi pada keseluruhan data nilai kuat tarik menunjukkan angka yang lebih kecil dibandingkan mean sehingga data tersebut bersifat homogen.



Gambar 1. Nilai kuat tarik biodegradable film selulosa daun nanas

Formulasi gliserol 2,5% memiliki nilai kuat tarik sebesar 17,23 MPa. Hal ini sejalan dengan penelitian Katili et al., 2013 yang menyatakan bahwa gliserol memiliki fungsi untuk mengurangi gaya

antar molekul rantai polisakarida dan mengurangi kekakuan film sehingga film yang dihasilkan akan lebih fleksibel dan nilai kuat tarik menurun. Formulasi gliserol 0% akan menghasilkan film yang kurang fleksibel dan kaku. Biodegradable film yang kaku diduga karena tidak adanya penambahan gliserol sebagai plasticizer pada pembuatan biodegradable film.

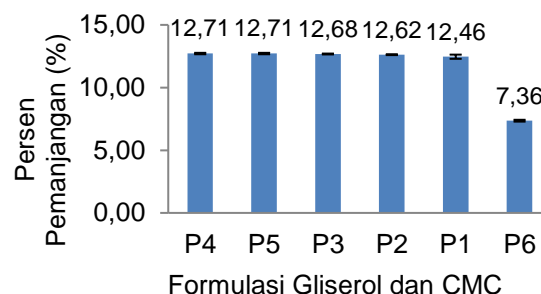
Penambahan CMC pada biodegradable film dapat meningkatkan nilai kuat tarik biodegradable film. Polisakarida yang terdapat pada CMC dapat membuat biodegradable film semakin kompak dan pada pembuatan biodegradable film akan meningkatkan polisakarida penyusun film, sehingga membuat nilai kuat tarik biodegradable film semakin besar. Formulasi CMC 0% akan sangat berpengaruh pada nilai kuat tarik dan mengakibatkan nilai kuat tarik yang dihasilkan akan sangat kecil. Tidak adanya penambahan CMC pada formulasi biodegradable film diduga akan menghilangkan kemampuan untuk mengikat dan menggabungkan rantai polimer dan memadatkan air yang membuat struktur selulosa menjadi kuat (Suryardri et al., 2020).

Seluruh nilai kuat tarik pada perlakuan sudah memenuhi standar menurut JIS (Japanese Industrial Standard) untuk pengemas produk olahan segar yaitu 0,39 MPa (Putri et al., 2019).

Persen Pemanjangan

Hasil penelitian menunjukkan nilai persen pemanjangan biodegradable film berbasis selulosa daun nanas berkisar antara 7,36% sampai 12,71% (Gambar 2). Nilai persen pemanjangan tertinggi terdapat pada formulasi gliserol 1,5% dan CMC 2,5% sebesar 12,71%. Nilai persen pemanjangan terendah terdapat pada formulasi gliserol 2,5% dan CMC 0%

sebesar 7,36%. Nilai standar deviasi pada keseluruhan data nilai persen pemanjangan menunjukkan angka yang lebih kecil dibandingkan mean sehingga data tersebut bersifat homogen.



Gambar 2. Nilai persen pemanjangan biodegradable film selulosa daun nanas

Formulasi gliserol 1,5% dan formulasi gliserol 2% memiliki nilai persen pemanjangan yang sama yaitu sebesar 12,71%. Penambahan gliserol pada pembuatan biodegradable film berperan sebagai plasticizer dan akan menimbulkan sifat yang halus dan fleksibel sehingga kekakuan akan berkurang dan dapat meningkatkan persen pemanjangan (Ningsih et al., 2019). Namun, formulasi gliserol 2,5% dapat menimbulkan penurunan pada persen pemanjangan. Hal ini sejalan dengan penelitian Unsa dan Paramastri (2018) menyatakan bahwa penambahan gliserol dapat menurunkan persen pemanjangan karena gliserol akan memperkecil ikatan kohesi antar polimer sehingga film yang dihasilkan akan lunak sekali dan mudah terputus.

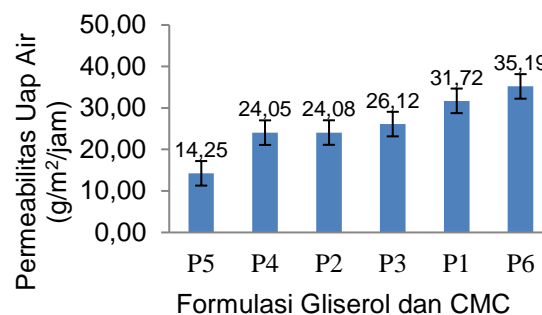
Formulasi CMC 2,5% dan formulasi CMC 3% menghasilkan nilai persen pemanjangan sebesar 12,7%. Penambahan CMC pada pembuatan biodegradable film dapat meningkatkan nilai persen pemanjangan biodegradable film. Hal ini sejalan dengan penelitian Ningsih et al. (2019) bahwa CMC dapat mengikat air dan membentuk gel sehingga

akan menguatkan komponen penyusun biodegradable film dan meningkatkan persen pemanjangan biodegradable film. Formulasi CMC 0% akan menghasilkan persen pemanjangan yang sangat kecil. Hal ini disebabkan bahwa tidak ada gel yang mengikat komponen biodegradable film sehingga selulosa tidak terikat dan menghasilkan nilai persen pemanjangan yang kecil.

Nilai persen pemanjangan dikategorikan tidak sesuai menurut Japanese Industrial Standard apabila kurang dari 10% dan dikategorikan sangat baik apabila lebih dari 50% (Unsa dan Paramastri, 2018). Nilai persen pemanjangan pada formulasi gliserol 1,5% dan CMC 2,5% dengan persen pemanjangan sebesar 12,71% telah memenuhi standar minimum Japanese Industrial Standard karena lebih tinggi dari 10%. Nilai persen pemanjangan pada P6 dengan nilai persen pemanjangan sebesar 7,36% dikategorikan tidak sesuai untuk pengemas makanan karena nilainya kurang dari 10%.

Permeabilitas Uap Air

Hasil penelitian menunjukkan nilai permeabilitas uap air biodegradable film berbasis selulosa daun nanas berkisar antara 14,25 ($\text{g/m}^2/\text{jam}$) sampai 35,19 ($\text{g/m}^2/\text{jam}$) (Gambar 3), nilai permeabilitas uap air terendah terdapat pada formulasi gliserol 2% dan CMC 3% sebesar 14,25 ($\text{g/m}^2/\text{jam}$). Nilai persen pemanjangan terbesar terdapat pada formulasi gliserol 2,5% dan CMC 0% sebesar 35,19 ($\text{g/m}^2/\text{jam}$). Nilai standar deviasi pada keseluruhan data nilai permeabilitas uap air menunjukkan angka yang lebih kecil dibandingkan mean sehingga data tersebut bersifat homogen.



Gambar 3. Nilai permeabilitas uap air biodegradable film selulosa daun nanas

Penambahan gliserol pada pembuatan biodegradable film akan meningkatkan nilai permeabilitas uap air. Gliserol akan menyebabkan melemahnya interaksi antar molekul dan melebarkan ikatan antar molekul sehingga akan membuat biodegradable film merenggang dan memudahkan pergerakan uap air melewati rongga film (Putri *et al.*, 2022). Gliserol mempunyai sifat hidrofilik yang dapat menurunkan tegangan yang terjadi pada antar molekul sehingga kerapatannya berkurang dan menyebabkan permukaan film menjadi lembab. Peningkatan kelembaban film disebabkan oleh meningkatnya sifat higroskopis film yang mempercepat penyerapan uap air dan akan mempengaruhi besar permeabilitas uap air biodegradable film (Juliani *et al.*, 2022).

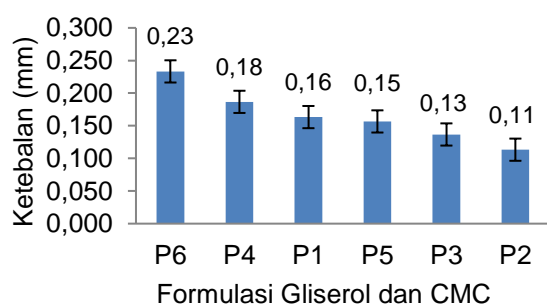
Semakin rendah nilai permeabilitas uap air maka kualitas biodegradable film akan semakin baik. Hasil yang didapatkan menunjukkan bahwa formulasi gliserol 2% dan CMC 3% memiliki nilai permeabilitas uap air terkecil yaitu 14,24 ($\text{g/m}^2/\text{jam}$). Batas nilai permeabilitas uap air untuk biodegradable film menurut standar JIS (Japan Industrial Standard) adalah tidak lebih dari 7 ($\text{g/m}^2/\text{hari}$). Hasil terkecil dari penelitian ini tidak dapat memenuhi standar yang ditetapkan JIS, maka biodegradable film daun nanas tidak cocok untuk dijadikan pengemas

makanan untuk olahan segar akan tetapi masih dapat digunakan sebagai kemasan produk non pangan (Putri *et al.*, 2022).

Ketebalan

Hasil penelitian menunjukkan nilai ketebalan biodegradable film berbasis selulosa daun nanas berkisar antara 0,11 mm sampai 0,23 mm (Gambar 4), nilai persen pemanjangan tertinggi terdapat pada formulasi gliserol 2,5% dan CMC 0% sebesar 0,23 mm. Nilai ketebalan terendah terdapat pada formulasi gliserol 0,5% dan CMC 1,5% sebesar 0,11 mm. Nilai standar deviasi pada keseluruhan data nilai ketebalan menunjukkan angka yang lebih kecil dibandingkan mean sehingga data tersebut bersifat homogen

Formulasi gliserol 1,5% memiliki nilai ketebalan sebesar 0,18 mm dan mengalami peningkatan pada formulasi gliserol 2,5% dengan nilai ketebalan 0,23 mm. Hal ini sejalan dengan penelitian Katili *et al.*, 2013 yang menyebutkan bahwa nilai ketebalan biodegradable film akan semakin besar seiring dengan penambahan konsentrasi gliserol. Sifat gliserol yang mudah larut dalam air akan meningkatkan total padatan larutan dan menyebabkan peningkatan polimer matriks film sehingga akan meningkatkan kekentalan larutan dan meningkatkan ketebalan biodegradable film (Unsa dan Paramastri, 2018).



Gambar 4. Nilai ketebalan biodegradable film selulosa daun nanas

Formulasi CMC 2,5% menghasilkan nilai ketebalan sebesar 0,18 mm. Penambahan CMC pada pembuatan biodegradable film akan meningkatkan ketebalan. Hal ini sejalan dengan penelitian Putri *et al.* (2019) yang menyatakan bahwa peningkatan konsentrasi CMC dapat meningkatkan ketebalan film karena akan meningkatkan kekentalan larutan yang bersifat sebagai pengikat dan meningkatkan gaya tarik antar molekul penyusun biodegradable film. Namun, terjadi penurunan nilai ketebalan pada formulasi CMC 3%. Hal ini disebabkan karena pada saat proses pencetakan pemerataan yang dilakukan sebelum pengeringan tidak sama dan tidak merata sehingga akan mempengaruhi ketebalan yang dihasilkan saat kering (Unsa dan Paramastri, 2018). Nilai ketebalan film dipengaruhi oleh luas permukaan yang tidak sama, sehingga nilai ketebalan biodegradable film yang dihasilkan berbeda (Amaliyah, 2014).

Japanese Industrial Standard (JIS) menerapkan besaran maksimum biodegradable film untuk pengemas makanan yaitu sebesar 0,25 mm. Nilai ketebalan terkecil yaitu pada penelitian ini sebesar 0,11 mm telah memenuhi standar. Oleh karena itu, semua perlakuan memenuhi standar JIS dan bisa digunakan sebagai pengemas makanan untuk olahan segar (Hasri *et al.*, 2021).

Biodegradabilitas Film

Hasil pengamatan biodegradable film akan terurai dengan sempurna pada minggu kelima. Pada minggu kelima, biodegradable film sudah tidak dapat terlihat lagi di tanah yang menandakan sudah terurai dengan sempurna. Formulasi yang paling cepat terdegradasi

adalah formulasi P6 (gliserol 2,5%; CMC 0%) dan P4 (gliserol 1,5%; CMC 2,5%). Hal ini diduga karena konsentrasi gliserol yang ditambahkan mempengaruhi kecepatan film untuk terdegradasi. Penambahan gliserol yang tinggi akan membuat biodegradable film menjadi renggang sehingga lebih memudahkan film untuk menyerap air. Menurut Juliani *et al.*, 2022 kemampuan mengikat air yang dimiliki gliserol akan meningkatkan kelembaban biodegradable film. Kelembaban film diduga menjadi salah satu faktor yang akan mempercepat laju biodegradasi karena tempat yang baik untuk mikroorganisme.

Ketahanan Pada Suhu Ruang

Pengamatan biodegradable film pada suhu ruang dilakukan secara visual dan dilakukan selama 6 minggu. Terdapat gumpalan kecil pada permukaan biodegradable film yang sudah kering sempurna. Bulatan kecil tersebut adalah flok yang muncul pada permukaan biodegradable film. Flok terbentuk karena adanya gumpalan yang tidak tercampur rata pada saat pembuatan biodegradable film. Gumpalan yang terbentuk saat pembuatan biodegradable film pada saat dicetak akan membentuk flok pada permukaan biodegradable film yang sudah kering.

Pengamatan minggu ke-6, permukaan biodegradable film mulai terdapat bintik-bintik hitam. Tumbuhnya bintik hitam pada biodegradable film menandakan bahwa biodegradable film telah ditumbuhi oleh jamur. Hal ini menunjukkan bahwa biodegradable film daun nanas hanya memiliki masa simpan selama 5 minggu tanpa ditumbuhi oleh jamur. Pada pengamatan suhu ruang, tidak ditemukan adanya perubahan warna pada biodegradable film daun nanas. Hal

ini menunjukkan bahwa suhu ruang tidak mempengaruhi warna pada biodegradable film daun nanas.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa formulasi gliserol dan CMC yang terbaik dalam pembuatan biodegradable film berbasis selulosa daun nanas yaitu pada formulasi gliserol 1,5% dan CMC 2,5% (P4). Formulasi gliserol 1,5% dan CMC 2,5% menghasilkan biodegradable film dengan nilai kuat tarik sebesar 113,52 MPa, nilai persen pemanjangan sebesar 12,71%, nilai permeabilitas uap air sebesar 24,03 (g/m²/jam), nilai ketebalan sebesar 0,18 mm, biodegradabilitas selama 5 minggu dan ketahanan terhadap suhu ruang selama 5 minggu tanpa ditumbuhi oleh jamur.

DAFTAR PUSTAKA

- Amaliyah, D. M. 2014. Pemanfaatan Limbah Kulit Durian (*Durio Zibethinus*) Dan Kulit Cempedak (*Artocarpus integer*) Sebagai Edible Film. *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan* 6(1), 27-34.
- Annisa, R. 2015. Pengaruh Konsentrasi Gliserol dan CMC Terhadap Karakteristik Biodegradable Film dari Limbah Buah Melon (*Cucumis melo L.*). [Skripsi]. Universitas Lampung. Lampung
- Fransisca, D., Zulferiyenni., dan Susilawati. 2013. Pengaruh Konsentrasi Tapioka Terhadap Sifat Fisik Biodegradable Film dari Bahan Komposit Selulosa Nanas. *Jurnal Teknologi Industri dan hasil Pertanian* 18(2), 196-205.
- Hasri, Syahrir, M., dan Pratiwi, D.E. 2021. *Synthesis and Characterization of*

- Bioplastics Made From Chitosan Combined Using Glycerol Plasticizer. *Indonesian Journal Of Fundamental Sciences* 7 (2), 110-119.
- Hidayati, S., Zuidar, A. S., dan Ardiani, A. 2015. Aplikasi Sorbitol Pada Produksi Biodegradable Film dari Nata de Cassava. *Jurnal Reaktor* 15(3), 196-204.
- Hidayati, S., Zulferiyenni, dan Satyajaya, W. 2019. Optimasi Pembuatan Biodegradable Film Dari Selulosa Limbah Rumput Laut *Euncheuma cottonii* Dengan Penambahan Gliserol, Kitosan, CMC dan Tapioka. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia* 22(2), 340-354.
- JIS (Japanese Industrial Standard) 271707. 1975. Japanese Standards Association, Japanese Standards Association. Tokyo, Japan.
- Juliani, D. Suyatma, N. E., dan Taqi, F. M. 2022. Pengaruh Waktu Pemanasan, Jenis dan Konsentrasi Plasticizer Terhadap Karakteristik Edible Film Karagenan. *Jurnal Keteknik Pertanian* 1(1), 29-40.
- Katili, S., Harsunu, B. T., dan Irawan S. 2013. Pengaruh Konsentrasi Plasticizer Gliserol Dan Komposisi Khitosan Dalam Zat Pelarut Terhadap Sifat Fisik Edible Film dari Khitosan. *Jurnal Teknologi* 6(1), 29-38.
- Krisyanti., Ilona., dan Priliantini A. 2020. Pengaruh Kampanye Pantang Plastik terhadap Sikap Ramah Lingkungan. *Jurnal Komunika* 9(1), 40-51.
- Natalia, M., Hazrifawati, W., dan Wicakso, D. R. 2019. Pemanfaatan Limbah Daun Nanas (*Ananas comosus*) Sebagai Bahan Baku Pembuatan Plastik Biodegradable. *Jurnal EnviroScienteeae* 15(3), 357-364.
- Ningsih, E. P., Ariyani D., dan Sunardi. 2019. Pengaruh Penambahan Carboxymethyl Cellulose Terhadap Karakteristik Bioplastik Dari Pati Ubi Nagara (*Ipomoea batatas L.*). *Indonesian Journal Chemical Res* 7(1), 77-85.
- Nurfitriyani, R. 2022. Pengaruh Penambahan Gliserol dan Carboxyl Methyl Cellulose (CMC) Terhadap Karakteristik Biodegradable Film Berbasis Selulosa Kulit Kopi. [Skripsi]. Universitas Lampung. Lampung.
- Putri, C. I., Warkoyo., dan Siskawardani, D. D. 2022. Karakteristik Edible Film Berbasis Pati Bentul(*Colacasia Esculenta (L) Schoott*) dengan Penambahan Gliserol dan Filtrat Kunyit Putih (*Curcuma zedoaria Rosc*). *Food Technology and Halal Science Journal* 5(1), 109-124.
- Putri, R. D. A., Sulistyowati, D., dan Ardhiani, T. 2019. Analisis Penambahan Carboxymethyl Cellulose terhadap Edible Film Pati Ubi Garut sebagai Pengemas Buah Strawberry. *Jurnal Riset Sains dan Teknologi* 3(2), 77-83.
- Suryardri, H., Andriani, R., Aditya, M. G., dan Damris, M. 2020. Perbandingan Penambahan CMC Dan Sorbitol Dengan Penambahan Gelatin Dan Gliserol Terhadap Edible Film Yang Terbuat Dari Limbah Cair Tahu. *Chempublish Journal* 5(2), 93-104.
- Unsa, L. K., dan Paramastri, G. A. 2018. Kajian Jenis Plasticizer Campuran Gliserol Dan Sorbitol terhadap Sintesis Dan Karakterisasi Edible Film Pati Bonggol Pisang Sebagai Pengemas

Buah Apel. *Jurnal Kompetensi Teknik*
10(1), 35-47.

Wattimena, D., Ega L., dan Polnaya, F. J.
2016. Karakteristik Edible Film Pati
Sagu Alami dan Pati Sagu Fosfat
dengan Penambahan Gliserol.
Agritech 36(3), 247-252.