

KARAKTERISTIK *BIODEGRADABLE FILM* BERBASIS SELULOSA KELOBOT JAGUNG (*Zea mays*) DENGAN PENAMBAHAN GLISEROL DAN CARBOXY METHYL CELLULOSE (CMC)

CHARACTERISTICS OF *BIODEGRADABLE FILM* BASED ON CORN HUSK (*Zea mays*) WITH THE ADDITION OF GLYCEROL AND CARBOXY METHYL CELLULOSE (CMC)

Yusuf Eko Prasetyo, Zulferiyenni*, Fibra Nurainy, Susilawati
Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung
*email korespondensi: zulferiyenni.1962@fp.unila.ac.id

Tanggal masuk: 11 Januari 2023

Tanggal diterima: 11 Maret 2024

Tanggal Terbit: 15 Maret 2024

Abstract

Biodegradable film is a material similar to conventional plastic which is more easily degraded in nature. Corn husk contains 42.31% cellulose which has the potential to be used for making biodegradable films. The purpose of this study was to determine the effect of the addition of glycerol and the addition of CMC on the characteristics of biodegradable films based on corn husk cellulose, and to determine the effect of the interaction between glycerol and CMC on the characteristics of biodegradable films based on corn husk cellulose. This study used two-factor complete randomized block design and three replications. The first factor is the concentration of glycerol (1.5%, 2% and 2.5%). The second factor is CMC (2%, 2.5%, and 3%). The results showed that the concentration of glycerol and CMC significantly affected the value of tensile strength, percent elongation, thickness, and water vapor transmission rate. The best results were obtained at a concentration of 2.5% glycerol and 2% CMC with a tensile strength value of 284.94 MPa, a percent elongation value of 27.53%, a thickness of 0.23 mm, and a water vapor transmission rate of 2.05 g/m²/day. Corn husk cellulose-based biodegradable film can be stored at room temperature for six weeks and decomposes in the soil for five weeks.

Keywords: *biodegradable film, corn husk, cellulose, glycerol, CMC*

Abstrak

Biodegradable film merupakan suatu bahan mirip plastik konvensional yang lebih mudah terdegradasi di alam. Kelobot jagung mengandung selulosa sebesar 42,31% berpotensi digunakan untuk pembuatan biodegradable film. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh penambahan gliserol dan penambahan CMC terhadap karakteristik biodegradable film berbasis selulosa kelobot jagung, serta mengetahui pengaruh interaksi antara gliserol dan CMC terhadap karakteristik biodegradable film berbasis selulosa kelobot jagung. Penelitian ini menggunakan RAKL dua faktor dan tiga ulangan. Faktor Pertama yaitu konsentrasi gliserol (1,5%, 2%, dan 2,5%). Faktor kedua yaitu CMC (2%, 2,5%, dan 3%). Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi gliserol dan CMC berpengaruh nyata terhadap nilai kuat tarik, persen pemanjangan, ketebalan, dan laju transmisi uap air. Hasil terbaik diperoleh pada konsentrasi gliserol 2,5% dan CMC 2% dengan nilai kuat tarik 284,94 MPa, nilai persen pemanjangan 27,53%, ketebalan 0,23 mm, dan laju transmisi uap air 2,05 g/m²/hari. Biodegradable film berbasis selulosa kelobot jagung dapat bertahan di suhu ruang selama enam minggu dan teurai di dalam tanah selama lima minggu.

Kata kunci: *biodegradable film, kelobot jagung, selulosa, gliserol, CMC*

PENDAHULUAN

Berdasarkan data Kementerian Pertanian Republik Indonesia (2022) panen jagung nasional Januari-Desember 2021 sebanyak 15,79 juta ton jagung. Tingginya produktivitas jagung ini membawa dampak meningkatnya limbah pertanian. salah satunya adalah limbah kelobot jagung. Kelobot jagung merupakan pembungkus bulir jagung yang masih melekat pada tongkolnya. Limbah kelobot jagung dapat mencapai 25,76%-30,08% dari total hasil panen jagung berkelobot (Khalistyawati, 2016). Dengan demikian, pada 2021 diperkirakan limbah kelobot jagung dapat mencapai 4,75 juta ton.

Kelobot jagung memiliki kandungan selulosa sebesar 42,31% (Huda 2008). Kandungan selulosa yang tinggi ini berpotensi untuk digunakan sebagai bahan baku pembuatan *biodegradable film*. *Biodegradable film* merupakan jenis kemasan yang memiliki karakteristik mirip dengan plastik konvensional, namun dapat lebih mudah terurai di alam (Akbar, 2013).

Biodegradable film yang mengandung selulosa tinggi memiliki karakteristik yang kaku, kuat dan getas sedangkan *biodegradable film* yang diharapkan bersifat plastis dan kuat. Untuk mengatasi hal tersebut diperlukan suatu bahan yang berfungsi sebagai *plasticizer*. *Plasticizer* yang digunakan dalam penelitian ini adalah gliserol. Penggunaan gliserol dapat mengurangi ikatan hidrogen antar polimer sehingga campuran bahan tidak stabil. Untuk mengatasi hal tersebut diperlukan bahan lain sebagai *Stabilizer* (Anggraeni, 2019). *Stabilizer* yang digunakan adalah *carboxy methyl cellulose* (CMC).

Penelitian yang dilakukan oleh Khalistyawati (2016), menggunakan selulosa kelobot jagung dengan campuran

pati dan PLA (*polylactic acid*) menghasilkan nilai kuat tarik 8,55 MPa dan persen pemanjangan 33,32%. Hingga saat ini belum ada informasi mengenai pengaruh penambahan gliserol dan CMC (*carboxy methyl cellulose*) pada pembuatan *biodegradable film* berbasis selulosa kelobot jagung. Oleh karena itu, dilakukan penelitian untuk membuat *biodegradable film* berbasis selulosa kelobot jagung dengan penambahan gliserol dan CMC. Konsentrasi gliserol yang digunakan pada taraf 1,5%, 2%, dan 2,5%, sedangkan konsentrasi CMC yang digunakan pada taraf 2%, 2,5%, dan 3%.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan gliserol terhadap karakteristik *biodegradable film* yang dihasilkan, mengetahui pengaruh penambahan CMC (*carboxy methyl cellulose*) terhadap karakteristik *biodegradable film* yang dihasilkan, serta mengetahui pengaruh interaksi gliserol dan CMC (*carboxy methyl cellulose*) terhadap karakteristik *biodegradable film* yang dihasilkan.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian *biodegradable film* ini adalah kelobot jagung kering yang diperoleh dari petani jagung di Kelurahan Yukum Jaya, Kecamatan Terbanggi Besar, Kabupaten Lampung Tengah, Provinsi Lampung. Bahan lain yang digunakan adalah NaOH teknis 2% (b/v), H₂O₂ teknis 2% (v/v) teknis, aquades, gliserol 2% (b/v), CMC 2% (b/v), silica gel dan tanah sebagai media pengurai. Peralatan yang digunakan antara lain timbangan digital, batang pengaduk, spatula, hotplate, thermometer, baskom, kain saring, ayakan sieve stainless 80 mesh gelas beaker, gelas

ukur, cawan, pipet tetes, stopwatch, pisau stainless steel, plat kaca 20x20 cm, *Universal Testing Machine* (UTM) untuk uji kuat tarik dan persen pemanjangan, serta polybag untuk uji biodegradabilitas

Metode Penelitian

Penelitian dilakukan secara faktorial menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) yang terdiri dari dua faktor dan tiga kali ulangan. Faktor pertama adalah konsentrasi gliserol dengan 3 taraf yaitu 1,5% (G1), 2% (G2), dan 2,5% (G3)). Faktor kedua yaitu konsentrasi CMC dengan taraf 2% (C1), 2,5% (C2), dan 3% (C3). Kedua faktor selanjutnya dikombinasikan sehingga diperoleh 9 perlakuan dengan konsentrasi gliserol dan CMC berbeda. Secara keseluruhan penelitian memiliki 27 perlakuan dan pada setiap sampel menggunakan selulosa sebanyak 5 gram serta akuades 50 ml.

Pengamatan yang dilakukan berupa kuat tarik, persen pemanjangan, ketebalan, laju transmisi uap air, ketahanan suhu ruang, dan biodegradabilitas. Hasil pengamatan kuat tarik, persen pemanjangan, ketebalan, dan laju transmisi uap air dianalisis kesamaan ragam uji Bartlett dan kemenambahan data menggunakan uji Tuckey. Kemudian dianalisis menggunakan uji sidik ragam untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh perlakuan dan diolah lebih lanjut menggunakan uji beda nyata jujur (BNJ) pada taraf 5%. Data pengujian ketahanan di suhu ruang, dan biodegradabilitas akan disajikan dalam bentuk gambar kemudian akan dibahas secara deskriptif.

Cara Kerja

1. Pembuatan Bubuk Kelobot Jagung

Proses pembuatan bubuk kelobot jagung dilakukan dengan menyiapkan

kelobot jagung kering sebanyak 500 g. Kemudian dibersihkan. Kelobot jagung yang sudah dibersihkan diperkecil ukurannya agar memudahkan proses penggilingan. Kelobot jagung yang sudah diperkecil ukurannya dimasukan ke dalam grinder dengan pisau dry mill dengan kecepatan maksimal selama 3 menit. Kelobot jagung yang telah halus diayak menggunakan ayakan ukuran 80 mesh untuk menghasilkan bubuk kelobot jagung (Setyaningsih *et al.*, 2019 dengan modifikasi).

2. Isolasi Selulosa Kelobot Jagung

Bubuk kelobot jagung yang telah didapatkan direndam menggunakan campuran larutan NaOH 2% (b/v) sebanyak 1 liter selama ± 2 jam. Selanjutnya, selulosa kelobot jagung dicuci menggunakan air hingga pH netral. Setelah itu, selulosa kelobot jagung memasuki tahap bleaching. Selulosa kelobot jagung rendam dengan menggunakan pelarut H_2O_2 2% (b/v) selama ± 3 jam pada suhu $\pm 80^\circ C$. Setelah itu dicuci kembali dengan air hingga pH netral. Hasil akhir didapatkan pulp selulosa dari kelobot jagung. (Setyaningrum *et al.*, 2020 dengan modifikasi).

3. Pembuatan *Biodegradable film*

Pulp selulosa kelobot jagung dimasukan ke dalam gelas beker sebanyak 5 gram. Kemudian ditambahkan CMC dan gliserol masing-masing sesuai perlakuan. Selanjutnya dilarutkan dengan 50 ml aquades. Campuran tersebut dipanaskan selama ± 30 menit pada suhu $\pm 70^\circ C$. Selama proses pemanasan, campuran terus diaduk untuk menghomogenkan dan meminimalisir terbentuknya gelembung. Selanjutnya, diangkat dan dihilangkan gelembung yang masih terbentuk. Setelah

proses pemanasan selesai, campuran dituang pada kaca 20 x 20 cm dan dikeringkan pada suhu ruang selama 48 jam (Fiqinanti dkk., 2020 dengan modifikasi).

Pengamatan

1. Kuat Tarik (MPa)

Pengujian kuat tarik menggunakan alat *Universal Testing Machine* (Orientec Co. Ltd) yang ada di Laboratorium Kimia Fisik Prodi Kimia FMIPA-ITB. Pengujian kuat tarik dilakukan dengan memotong lembaran *biodegradable film* menggunakan *dumbbell cutter* dengan metode ASTM (*American Society for Testing and Materials*) D638 M-III. Proses pengujian dilakukan pada suhu 27°C, kelembaban 65%, kecepatan tarik 1 mm/menit, skala *load cell* 10% dari 50N. Kekuatan tarik dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$\tau = \frac{F_{Max}}{A}$$

Keterangan :

t : Kekuatan tarik (MPa)
 F_{Max} : Gaya kuat tarik (N)
 A : Luas permukaan (mm²)

2. Persen Pemanjangan (%)

Nilai persen pemanjangan diukur menggunakan alat *testing machine* MPY (Tipe : PA=104-30, Ltd Tokyo, Japan). Pengujian dilakukan dengan menyiapkan lembaran film dengan ukuran 8x8 cm, kelembaban laboratorium diatur menjadi 50% selama 48 jam. Instron diatur pada initial grip separation 50 mm, *crosshead speed* 50mm/menit dan *loadcell* sebesar 50 kg. Persen pemanjangan dihitung pada saat film pecah atau robek. Panjang film yang diukur sampai batas pegangan sebelum dilakukan penarikan disebut

panjang awal (l_0), sedangkan panjang film setelah penarikan disebut panjang setelah putus (l_1). Persen pemanjangan dihitung dengan persamaan berikut.

$$\% \text{ Pemanjangan} = \frac{l_1 - l_0}{l_0} \times 100\%$$

Keterangan :

l_0 = Panjang awal

l_1 = Panjang setelah putus

3. Ketebalan (mm)

Pengujian ketebalan *biodegradable film* dilakukan di Laboratorium Kimia Organik FMIPA Institut Teknologi Bandung. Pengujian ketebalan dilakukan dengan menggunakan jangka sorong yang memiliki ketelitian 0,01 milimeter pada tiga titik yang berbeda pada bagian *biodegradable film*. Nilai ketebalan *biodegradable film* diperoleh dari rata-rata hasil pengukuran tersebut.

4. Laju Transmisi Uap Air (g/m²/hari)

Pengujian laju transmisi uap air (WVTR) dilakukan dengan metode gravimetri dengan modifikasi. *Biodegradable film* dipotong dengan bentuk lingkaran (diameter mengikuti diameter cawan). Kemudian dimasukan 3 gram silica gel kedalam cawan. Film direkatkan pada permukaan cawan kemudian bagian tepi cawan direkatkan menggunakan isolasi. Berat awal set sampel ditimbang. Cawan dikondisikan selama 24 jam pada suhu ruangan. Berat akhir sampel kemudian ditimbang. Nilai laju transmisi uap air sampel dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$WVTR = \frac{W - W_0}{A \times t}$$

Keterangan :

WVTR : Nilai laju transmisi uap air

W_0 : Berat awal

W : Berat akhir
T : Waktu
A : Luas area (m²)

5. Ketahanan di Suhu Ruang

Pengamatan dilakukan di Laboratorium Analisis Hasil Pertanian, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Lampung. Pengamatan dilakukan dengan menguji *biodegradable film* yang dihasilkan dengan cara disimpan disuhu ruangan. Pengamatan dilakukan setiap satu minggu sekali dengan melihat penampakan visual *biodegradable film* seperti keutuhan, kondisi permukaan dan warna film (Fiqinanti dkk., 2020 dengan modifikasi).

6. Biodegradabilitas

Pengamatan dilakukan di Laboratorium Analisis Hasil Pertanian, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Lampung. Pengujian sifat biodegradabilitas film dilakukan dengan memasukkan film ke dalam wadah yang kemudian ditutup dengan tanah sampai ketebalan tanah 12 cm. Proses ini dilanjutkan sampai film terurai secara sempurna (film hilang menyatu dengan tanah) dengan waktu pengamatan seminggu sekali (Yuliana, 2014).

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Kuat Tarik

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kuat tarik *biodegradable film* berbasis selulosa kelobot jagung berkisar 78,07 sampai dengan 388,95 MPa. Berdasarkan hasil analisis ragam menunjukkan bahwa penggunaan gliserol dan CMC, serta interaksi keduanya berpengaruh sangat nyata terhadap nilai kuat tarik *biodegradable film* berbasis kelobot jagung. Nilai kuat tarik dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai Kuat Tarik *Biodegradable film*

Perlakuan	Kuat Tarik (MPa)
P1	78,07 ^a
P2	94,04 ^b
P4	100,26 ^c
P3	124,03 ^d
P5	147,27 ^e
P6	187,86 ^f
P7	284,94 ^g
P8	328,42 ^h
P9	388,95 ⁱ

Keterangan:

P1 (gliserol 1,5% dan CMC 2%)
P2 (gliserol 1,5% dan CMC 2,5%)
P3 (gliserol 1,5% dan CMC 3%)
P4 (gliserol 2% dan CMC 2%)
P5 (gliserol 2% dan CMC 2,5%)
P6 (gliserol 2% dan CMC 3%)
P7 (gliserol 2,5% dan CMC 2%)
P8 (gliserol 2,5% dan CMC 2,5%)
P9 (gliserol 2,5% dan CMC 3%)

Hasil uji lanjut BNJ (beda nyata jujur) 5% menunjukkan bahwa nilai kuat tarik *biodegradable film* berbeda nyata pada setiap perlakuan. Nilai kuat tarik pada setiap perlakuan telah memenuhi standar JIS (*Japanese Industrial Standard*) yaitu minimal sebesar 0,39226 MPa (Fatnasari dkk., 2018). Nilai kuat tarik terkecil ditunjukkan oleh perlakuan P1 dengan nilai 78,01 MPa, sedangkan nilai kuat tarik terbesar ditunjukkan oleh perlakuan P9 dengan nilai 388,95 MPa. Penelitian yang dilakukan oleh Khalistyawati (2015) dalam pembuatan *biodegradable film* dengan selulosa kelobot jagung menunjukkan nilai kuat tarik tertinggi sebesar 0,74 MPa. Penelitian yang dilakukan oleh Setyaningrum dkk., (2020) menggunakan gliserol 2,5% (v/v) dan selulosa 3% pada pembuatan *biodegradable film* berbahan limbah nata de coco didapatkan nilai kuat tarik hanya sebesar 3,60 MPa. Penambahan gliserol yang terlalu tinggi

dapat menurunkan tegangan antar molekul yang menyusun matriks film sehingga *biodegradable film* semakin lemah terhadap perlakuan mekanis. Hal ini disebabkan dengan penambahan proporsi gliserol yang tinggi akan menurunkan kekakuan sistem dispersi dari padatan sehingga menghasilkan sifat fisik yang lebih lemah (Fatnasari et al., 2018). Meskipun konsentrasi selulosa yang digunakan pada setiap perlakuan sama yaitu 5 gram, nilai kuat tarik pada setiap sampel berbeda. Hal ini menunjukkan bahwa nilai kuat tarik tidak hanya dipengaruhi oleh konsentrasi selulosa namun juga dipengaruhi oleh konsentrasi gliserol dan CMC sebagai komponen penyusunnya.

Penelitian Gozali (2020), yang menyatakan bahwa penambahan CMC dengan konsentrasi yang lebih tinggi akan mempengaruhi nilai kuat tarik *biodegradable film* karena CMC (*carboxy methyl cellulose*) tergolong dalam polisakarida yang membuat *biodegradable film* tersebut menjadi semakin kompak. Polisakarida dapat berfungsi sebagai penjaga kekompakan dan kestabilan *biodegradable film*. Semakin banyak komposisi polisakarida penyusun *biodegradable film* akan meningkatkan kekuatan peregangan sehingga kemampuan meregang semakin besar dan tahan terhadap kepatahan. Dengan demikian dapat dinyatakan bahwa penambahan CMC (*carboxy methyl cellulose*) yang lebih tinggi pada pembuatan *biodegradable film* dapat meningkatkan kekuatan tariknya.

Menurut Zulferiyenni et al. 2014, penambahan gliserol bertujuan untuk mengurangi gaya intermolekuler pada selulosa dengan memutuskan rantainya yang panjang sehingga *biodegradable film*

yang dihasilkan menjadi plastis. Hal ini dapat terjadi karena gliserol merupakan senyawa yang tersusun atas komponen molekul hidrofilik yang dapat mengganggu kekompakan bahan dasar penyusun *biodegradable film* dan menurunkan gaya intermolekuler sehingga konsentrasi gliserol yang lebih tinggi dapat memperbaiki sifat kaku *biodegradable film* berbasis selulosa. Hasil penelitian yang disajikan pada Tabel 1, menunjukkan bahwa penambahan gliserol menyebabkan penurunan nilai kuat tarik pada *biodegradable film* yang dihasilkan pada perlakuan P3 (penambahan gliserol 1,5% dan CMC 3%) dan P4 (penambahan gliserol 2% dan CMC 2%). Hal tersebut sejalan dengan penelitian Radhiyatullah dkk., (2015) yang menyatakan bahwa volume gliserol yang lebih tinggi pada pembuatan *biodegradable film* dapat menurunkan kekuatan tariknya.

2. Persen Pemanjangan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai persen pemanjangan *biodegradable film* berbasis selulosa kelobot jagung berkisar 9,67 % sampai dengan 32,32 %. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa penambahan gliserol dan CMC (*carboxy methyl cellulose*), serta interaksi keduanya berpengaruh sangat nyata terhadap nilai persen pemanjangan *biodegradable film*. Nilai persen pemanjangan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai Persen Pemanjangan *Biodegradable film*

Perlakuan	% Pemanjangan
P1	9,67 ^a
P2	11,74 ^b
P4	12,14 ^c
P3	14,17 ^d
P5	15,48 ^e
P6	19,22 ^f
P7	27,53 ^g
P8	29,33 ^h
P9	32,32 ⁱ

Hasil uji lanjut BNJ 5% terhadap nilai persen pemanjangan menunjukkan bahwa nilai persen pemanjangan *biodegradable film* berbeda nyata pada setiap perlakuan. keseluruhan perlakuan belum memenuhi standar persen pemanjangan JIS (*Japanese Industrial Standard*) yaitu minimal sebesar 70% (Fatnasari et al., 2018). Hal ini dapat terjadi karena penambahan gliserol pada perlakuan tidak cukup besar yaitu 1,5%, 2% dan 2,5%. Menurut Huri dan Nisa (2014), penambahan gliserol 10% sampai 30% menyebabkan nilai persen pemanjangan dari *biodegradable film* meningkat secara drastis. Hasil pengukuran persen pemanjangan paling kecil ditunjukkan pada perlakuan P1 dengan nilai 9,67% sedangkan persen pemanjangan paling besar ditunjukkan pada perlakuan P9 dengan nilai 32,32%. Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Setyaningrum dkk., (2020) menggunakan gliserol 2,5% (v/v) dan selulosa 3% pada pembuatan *biodegradable film* berbahan limbah *nata de coco* dengan khitosan sebagai stabilizer menghasilkan persen pemanjangan hanya sebesar 4,44%. Penggunaan gliserol yang lebih tinggi dapat meningkatkan nilai persen pemanjangan *biodegradable film* yang dibuat. Komponen penyusun gliserol

adalah molekul yang bersifat hidrofilik sehingga dapat mudah disisipkan diantara rantai polimer selulosa sehingga akan memodifikasi struktur molekul penyusun *biodegradable film* dan memperbaiki sifat mekanisnya dari kaku menjadi lebih fleksibel.

Penambahan gliserol dalam pembuatan *biodegradable film* berfungsi sebagai *plasticizer*. Nilai persen pemanjangan ini berkaitan dengan sifat plastis dari film yang akan dihasilkan. Penambahan gliserol dapat menurunkan gaya intermolekuler sepanjang rantai polimer *biodegradable film* sehingga meningkatkan fleksibilitas film. Hal tersebut juga menyebabkan nilai persen pemanjangan film yang dihasilkan akan meningkat. Gliserol berfungsi secara efektif sebagai *plasticizer* berdasarkan kemampuan untuk mengurangi ikatan hidrogen internal dengan meningkatkan ruang kosong antar molekul penyusun *biodegradable film*. Ruang kosong tersebut diisi oleh *plasticizer*. Keberadaannya akan mengatasi sifat getas dan menurunkan ketegangan interaksi antar molekul penyusun *biodegradable film* sehingga meningkatkan sifat plastisnya. Menurut Bahmid dkk. (2014), dalam pembuatan *biodegradable film*, terjadi reaksi antara polimer dan gliserol, yaitu gugus -OH dari gliserol masuk ke dalam polimer membuat ikatan -OH antar polimer lepas dan jarak antar polimer semakin jauh, sehingga kekuatan ikatan dan gaya yang dibutuhkan untuk menarik hingga memutuskan *biodegradable film* lebih rendah.

Penambahan CMC (*carboxy methyl cellulose*) sebagai stabilizer dapat mempengaruhi nilai persen pemanjangan *biodegradable film*. CMC terdispersi dalam air, kemudian butir-butir CMC (*carboxy methyl cellulose*) yang bersifat hidrofilik

akan menyerap air dan terjadi pembengkakan. Air yang sebelumnya ada di luar granula dan bebas bergerak, tidak dapat bergerak lagi dengan bebas sehingga keadaan larutan lebih mantap dan terjadi peningkatan viskositas. Hal ini akan menyebabkan partikel-partikel terperangkap dalam sistem tersebut dan memperlambat proses pengendapan karena adanya pengaruh gaya gravitasi hingga setiap komponen penyusun *biodegradable film* mengering menjadi sebuah film yang kompak. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan CMC (*carboxy methyl cellulose*) berpengaruh terhadap nilai persen pemanjangan *biodegradable film*. Hal ini sejalan dengan penelitian Ningsih dkk. (2019) yang menyatakan bahwa nilai persen pemanjangan *biodegradable film* meningkat seiring dengan bertambahnya konsentrasi CMC yang ditambahkan. Peningkatan nilai elongasi ini dikarenakan CMC memiliki gel strength yang tinggi.

Penggunaan CMC dalam jumlah yang lebih besar akan meningkatkan kemampuan mengikat air yang lebih baik sehingga matriks gel dapat meningkatkan persen pemanjangan dari film. Meskipun demikian, nilai persen pemanjangan terbesar pada penelitian ini sebesar 32,32% belum memenuhi standar JIS (*Japanese Industrial Standard*) yaitu minimal 70%. Hal ini diduga karena penambahan gliserol dan CMC pada pembuatan *biodegradable film* berbasis selulosa kelobot jagung masih terlalu rendah. Penelitian yang dilakukan oleh Ningsih dkk. (2019) dengan penambahan CMC sebesar 12% menghasilkan nilai persen pemanjangan sebesar 116,1%. Konsentrasi tersebut lebih tinggi jika dibandingkan dengan penambahan CMC pada pembuatan *biodegradable film*

berbasis selulosa kelobot jagung ini dengan penambahan CMC terbesar 3%.

3. Ketebalan

Nilai ketebalan *biodegradable film* yang dihasilkan berkisar antara 0,233 milimeter sampai dengan 0,303 milimeter. Berdasarkan analisis ragam menunjukkan bahwa penambahan gliserol, CMC, dan interaksi keduanya berpengaruh sangat nyata terhadap nilai ketebalan *biodegradable film* berbasis kelobot jagung. Nilai ketebalan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai Ketebalan *Biodegradable film*

Perlakuan	Nilai Ketebalan (mm)
P3	0,213 ^a
P4	0,213 ^a
P6	0,221 ^{ab}
P7	0,226 ^b
P2	0,227 ^{bc}
P5	0,232 ^c
P1	0,233 ^{cd}
P8	0,257 ^e
P9	0,303 ^f

Berdasarkan Tabel 3, dapat dilihat bahwa perlakuan perlakuan P1 tidak berbeda nyata dengan P2 dan P5, namun berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. P2 tidak berbeda nyata dengan P6, P7, dan P5 namun berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. P3 tidak berbeda nyata dengan P4 dan P6 namun berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. P4 tidak berbeda nyata dengan P3 dan P6 namun berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. P5 tidak berbeda nyata dengan P2 dan P1 namun berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. P6 tidak berbeda nyata dengan P2, P3, dan P4 namun berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. P7 tidak berbeda nyata dengan P6 dan P2 namun berbeda nyata dengan perlakuan lainnya.

P8 dan P9 berbeda nyata dengan seluruh perlakuan.

Nilai ketebalan paling rendah ditunjukkan pada perlakuan P3 dan P4 yaitu sebesar 0,213 milimeter, sedangkan nilai ketebalan paling tinggi ditunjukkan pada perlakuan P9 dengan nilai sebesar 0,303 milimeter. Menurut Ningsih dkk., (2019) penggunaan CMC (*carboxy methyl cellulose*) yang lebih tinggi dapat meningkatkan nilai ketebalan dari *biodegradable film* yang dihasilkan. Selain itu, penambahan filler juga dapat mempengaruhi nilai ketebalan tersebut, sedangkan pada penelitian ini tidak menggunakan filler. Peningkatan dan penurunan nilai ketebalan juga dipengaruhi oleh banyak atau sedikitnya padatan yang terlarut dalam adonan *biodegradable film*, luas permukaan *biodegradable film*, distribusi padatan terlarut serta proses atau metode pencetakan (Handayani, 2010).

Nilai ketebalan *biodegradable film* menurut standar JIS (*Japanese Industrial Standard*) yang ideal yaitu maksimal sebesar 0,25 milimeter (Ningsih dkk., 2019). Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai ketebalan pada perlakuan P1 sampai dengan P7 telah memenuhi persyaratan JIS (*Japanese Industrial Standard*), sedangkan pada Perlakuan P8 dan P9 tidak memenuhi persyaratan tersebut karena nilai ketebalan kedua perlakuan tersebut sebesar 0,257 milimeter dan 0,303 milimeter. Salah satu faktor yang mempengaruhi ketebalan *biodegradable film* seperti metode pembuatan atau pencetakan *biodegradable film*. Proses pembuatan *biodegradable film* pada penelitian ini dilakukan dengan metode casting pada plat kaca. Proses tersebut dilakukan dengan menuangkan adonan *biodegradable film* ke atas cetakan berupa

plat kaca dengan ukuran 20 cm x 20 cm dan diratakan secara manual setelah itu disimpan pada suhu ruang hingga mengering. Hal tersebut memungkinkan terjadinya perbedaan ketebalan yang dihasilkan pada *biodegradable film* yang dibuat baik dalam satu sampel yang sama ataupun pada sampel yang berbeda (Fatnasari dkk., 2019).

4. Laju Transmisi Uap Air

Nilai laju transmisi uap air pada penelitian ini berkisar antara 2,05 g/m²/hari sampai dengan 3,74 g/m²/hari. Berdasarkan hasil analisis ragam menunjukkan bahwa interaksi gliserol dan CMC (*carboxy methyl cellulose*) dengan konsentrasi berbeda, berpengaruh sangat nyata terhadap nilai kuat tarik *biodegradable film* berbasis kelobot jagung. Nilai laju transmisi uap air dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai Laju Transmisi Uap Air *Biodegradable film*

Perlakuan	Nilai WVTR (g/m ² /hari)
P7	2,05 ^a
P1	2,59 ^b
P5	2,90 ^c
P3	2,91 ^{cd}
P6	3,06 ^d
P9	3,19 ^{de}
P4	3,27 ^e
P2	3,49 ^{ef}
P8	3,74 ^f

Hasil uji lanjut BNJ 5% menunjukan bahwa perlakuan P1 berbeda nyata dengan setiap perlakuan. P2 tidak berbeda nyata dengan P4 dan P8 namun berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. P3 tidak berbeda nyata dengan P5 dan P6 namun berbeda nyata dengan perlakuan lainnya.

P4 tidak berbeda nyata dengan P9 dan P2 namun berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. P5 tidak berbeda nyata dengan P3 namun berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. P6 tidak berbeda nyata dengan P3 dan P9 namun berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. P7 berbeda nyata dengan setiap perlakuan. P8 tidak berbeda nyata dengan P2 namun berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. P9 tidak berbeda nyata dengan P6 dan P4 namun berbeda nyata dengan perlakuan lainnya.

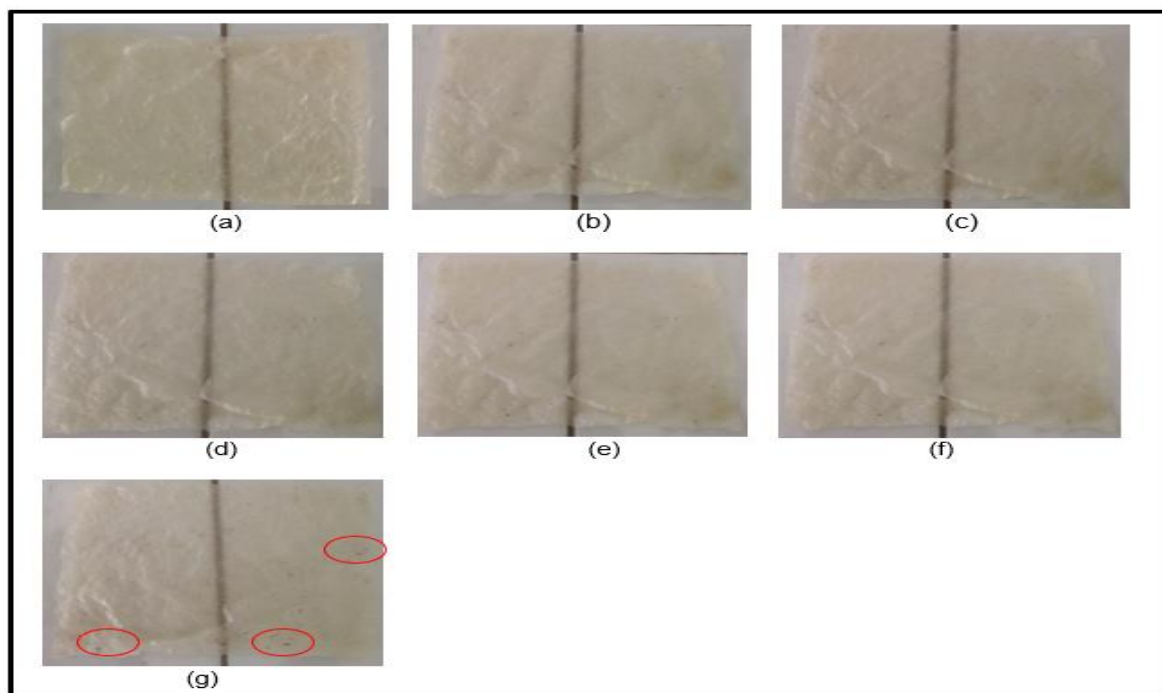
Nilai laju transmisi uap air paling rendah ditunjukkan pada perlakuan P7, sedangkan nilai laju transmisi uap air paling tinggi ditunjukkan pada perlakuan P8. Nilai laju transmisi uap air dipengaruhi oleh sifat kimia polimer penyusunnya, polimer dengan polaritas tinggi dapat menghasilkan nilai laju transmisi uap air yang tinggi karena mampu berikatan dengan air. Jika polimer memiliki sifat non-polar, maka akan menghasilkan nilai laju transmisi uap air yang rendah (Zulferiyenni et al. 2014). Dalam penelitian ini, penambahan CMC yang lebih tinggi tidak menurunkan nilai laju transmisi uap air. Namun demikian, nilai laju transmisi uap air pada penelitian ini cenderung kecil. Hal tersebut sejalan dengan penelitian Ningsih dkk, (2019) yang menyatakan bahwa

penambahan CMC yang lebih tinggi dapat menurunkan nilai laju transmisi uap air karena karena CMC mempunyai resistansi yang lebih baik terhadap air. penambahan CMC memberikan penghalang bagi molekul air untuk lewat (Ma et al., 2009).

Penggunaan gliserol sebagai *plasticizer* dapat berpengaruh pada nilai laju transmisi uap air karena gliserol bersifat hidrofilik. Gliserol mampu menurunkan tegangan antar molekul matriks *biodegradable film* sehingga memperbesar ruang antar molekul dan menyebabkan uap air dapat mudah menembus lapisan *biodegradable film*. Nilai laju transmisi uap air ideal sesuai standar JIS (*Japanese Industrial Standard*) yaitu maksimal 7 g/m²/hari. Dengan demikian nilai laju transmisi uap air dari seluruh perlakuan sudah memenuhi standar tersebut (Ningsih dkk., 2019).

5. Ketahanan di Suhu Ruang

Pengujian ketahanan terhadap suhu ruang *biodegradable film* bertujuan untuk mengetahui kemampuan *biodegradable film* tersebut bertahan dalam kondisi ruangan. Penampakana visual *biodegradable film* dapat dilihat pada Gambar 1.

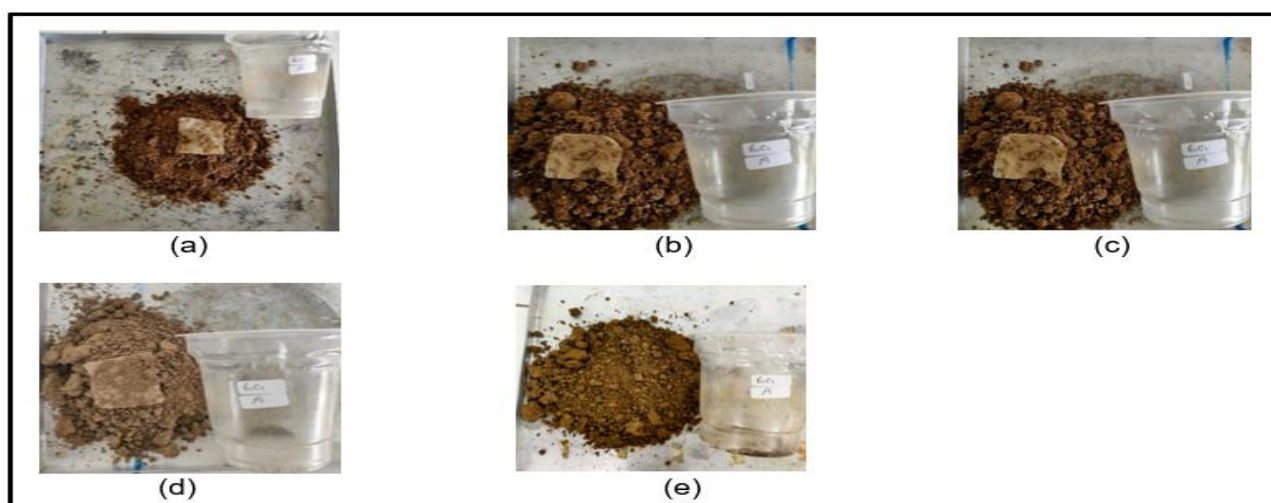


Gambar 1. Pengamatan visual biodegradable film di suhu ruang (a) minggu ke-1, (b) minggu ke-2, (c) minggu ke-3, (d) minggu ke-4, (e) minggu ke-5, (f) minggu ke-6, (g) minggu ke-7

Pengujian ini dilakukan dengan meletakkan *biodegradable film* pada suatu ruangan tertutup dan diamati penampakan visualnya satu minggu sekali selama tujuh minggu. Atau hingga terjadi perubahan pada penampakan visual *biodegradable film* tersebut. Biodegradable film yang dihasilkan memiliki penampakan visual yang cukup baik, cenderung bening namun permukaannya masih sedikit kasar. Tidak terjadi perubahan yang signifikan pada penampakan fisik *biodegradable film*.

6. Biodegradabilitas

Pengujian dilakukan dengan metode *soil burial test* dengan cara menanam sampel di dalam tanah dalam waktu tertentu kemudian diamati perubahannya dalam jangka waktu tertentu (Subowo dan Pujiastuti, 2003). Pengamatan dilakukan satu minggu sekali hingga *biodegradable film* terurai dengan tanah. Pengujian biodegradabilitas dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Pengujian biodegradabilitas biodegradable film (a) minggu ke-1, (b) minggu ke-2, (c) minggu ke-2, (d) minggu ke-4, (e) minggu ke-5

Berdasarkan hasil pengujian diketahui bahwa pada minggu pertama hingga minggu ketiga, lembaran *biodegradable film* mengalami sedikit perubahan. Terdapat bercak coklat yang merupakan tanah sebagai media pengurai. Minggu keempat hampir seluruh bagian *biodegradable film* tertutup dengan tanah. pengamatan pada minggu kelima menunjukkan lembaran *biodegradable film* sudah terurai dengan tanah. Dengan demikian *biodegradable film* berbasis selulosa kelobot jagung pada penelitian ini dapat terurai sempurna pada minggu kelima. *Biodegradable film* berbasis selulosa kelobot jagung memiliki tingkat biodegradabilitas selama 5 minggu atau 35

menyebabkan *biodegradable film* berbasis selulosa kelobot jagung menghasilkan waktu biodegradabilitas yang lebih lama (Khalistyawati, 2015).

7. Rekapitulasi Perlakuan

Penentuan perlakuan terbaik pada pembuatan *biodegradable film* berbasis selulosa kelobot jagung didasarkan pada parameter kuat tarik, persen pemanjangan, ketebalan dan laju transmisi uap air dengan acuan standar JIS (*Japanese Industrial Standard*). Rekapitulasi hasil pengamatan dapat dilihat pada Tabel 5.

Hasil pengamatan terbaik terdapat pada perlakuan P7. Penentuan perlakuan terbaik didasarkan pada hasil pengamatan

Tabel 5. Rekapitulasi Hasil Pengamatan Karakteristik *Biodegradable film*

Perlakuan	Kuat Tarik (MPa)	Persen pemanjangan (%)	Ketebalan (mm)	WVTR (g/m ² /hari)
P1	78,07	9,67	0,23	2,59
P2	94,04	11,74	0,23	3,49
P3	124,03	14,17	0,21	2,91
P4	100,26	12,14	0,21	3,27
P5	147,27	15,48	0,23	2,90
P6	187,86	19,22	0,22	3,06
P7	284,94	27,53	0,23	2,05
P8	328,42	29,33	0,26	3,74
P9	388,95	32,32	0,30	3,19
JIS std	min 0,39	min 70	maks 0,25	maks 7

hari. Hasil ini lebih lama dari penelitian yang dilakukan oleh Zulferiyenni et al., (2014) dengan bahan baku kombinasi tapioka dan ampas rumput laut yang menghasilkan waktu biodegradabilitas selama 2 minggu atau 14 hari. Ini disebabkan karena adanya kandungan selulosa pada *biodegradable film* yang dihasilkan. Selulosa merupakan senyawa yang bersifat hidrofilik, namun selulosa merupakan polimer struktur yang tersusun dari mikrofibril panjang dan terikat satu sama lain sehingga selulosa tidak mudah bercampur dengan air. Hal tersebut

yang sudah mendekati standar JIS (*Japanese Industrial Standard*). Perlakuan tersebut memiliki nilai kuat tarik sebesar 284,94 MPa. Nilai tersebut telah memenuhi standar JIS (*Japanese Industrial Standard*) yaitu minimal sebesar 0,39 MPa (Fatnasari et al., 2018). Nilai kuat tarik tersebut lebih besar apabila dibandingkan dengan nilai kuat tarik plastik LDPE yaitu sebesar 9,86 MPa (Fiqinanti dkk., 2020). Nilai persen pemanjangan pada perlakuan P7 sebesar 27,53%.

Nilai tersebut belum memenuhi standar JIS (*Japanese Industrial Standard*)

yaitu minimal 70%. Sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk memperbaiki nilai persen pemanjangan tersebut. Nilai ketebalan pada perlakuan P7 sebesar 0,23 mm. Nilai tersebut sudah memenuhi standar JIS (*Japanese Industrial Standard*) yaitu maksimal 0,25 mm (Fatnasari et al., 2018). Nilai laju transmisi uap air pada perlakuan P7 sebesar 2,05 g/m²/hari. Nilai tersebut sudah memenuhi standar JIS (*Japanese Industrial Standard*) yaitu maksimal sebesar 7 g/m²/hari. Menurut Pudjiastuti et al., (2013), Laju transmisi uap air yang rendah mampu memperpanjang masa simpan bahan pangan yang dikemas, sehingga *Biodegradable film* dengan nilai laju transmisi uap air yang rendah dapat digunakan sebagai bahan pengemas.

KESIMPULAN

Penambahan gliserol berpengaruh terhadap nilai kuat tarik, persen pemanjangan, ketebalan, dan laju transmisi uap air *biodegradable film* berbasis selulosa kelobot jagung. Nilai kuat tarik, persen pemanjangan, dan ketebalan tertinggi ditunjukkan oleh sampel dengan penambahan gliserol sebesar 2,5%.

1. Penambahan CMC berpengaruh terhadap nilai kuat tarik, persen pemanjangan, ketebalan, dan laju transmisi uap air *biodegradable film* berbasis selulosa kelobot jagung. Nilai kuat tarik, persen pemanjangan, dan ketebalan tertinggi ditunjukkan sampel dengan penambahan CMC sebesar 3%.
2. Interaksi antara gliserol dan CMC berpengaruh terhadap nilai kuat tarik, persen pemanjangan, ketebalan, dan laju transmisi uap air *biodegradable film* berbasis selulosa kelobot jagung. Perlakuan terbaik ditunjukkan oleh P7 (penambahan gliserol 2,5% dan CMC

2%). *Biodegradable film* berbasis selulosa kelobot jagung dapat bertahan di suhu ruang selama enam minggu dan terdegradasi di dalam tanah selama lima minggu.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, F., Anita, Z. dan Harahap, H. 2013. Pengaruh Waktu Simpan Film Plastik Biodegradasi dari Pati Kulit Singkong terhadap Sifat Mekanikalnya. *Jurnal Teknik Kimia*. 2(2) :11-15.
- Anggraini, F. 2019. Karakteristik *Biodegradable film* Berbasis Ampas Tebu (*Saccharum Officinarum L*) Dengan Penambahan Gliserol dan *Carboxy methyl cellulose* (CMC). Skripsi. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 44 hlm.
- ASTM(American Society for Testing and Materials). 1983. *Annual book of ASTM Standard*. American Society for Testing and Material. Philadelphia. 512 hlm.
- ASTM (American Society for Testing and Materials). 1997. *Annual book of ASTM Standard*. American Society for Testing and Material. Philadelphia. 974 hlm.
- Bahmid, N.A., Khaswar S., dan Akhiruddin M. 2014. Pengaruh Ukuran Serat Selulosa Asetat dan Penambahan Dietilen Glikol (DEG) Terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Bioplastik. Bogor: Institut Pertanian Bogor. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian* 24. (3):226-234 (2014).
- Fatnasari A., Nociantitri K. A., Suparthana I., Putu. Pengaruh konsentrasi gliserol terhadap karakteristik edible film pati ubi jalar (*ipomoea batatas l.*). *Scientific Journal of Food Technology*. 5: 27-35. ISSN: 2477-27.
- Fiqinanti, N dkk. 2022. Karakteristik *Biodegradable film* dari Kombinasi Bekatul Beras dan Selulosa Sekam Padi. *Jurnal Agroindustri Berkelanjutan*. 1(2): 283-293.

- Gozali, T., Wijaya, W. P., dan Rengganis, M. I. 2020. Pengaruh konsentrasi CMC dan konsentrasi gliserol terhadap karakteristik edible packaging kopi instran dari pati kacang hijau (*Vigna radiata* L). *Pasundan Food Technology Journal*. 7 (1): 1-9.
- Handayani, A., 2010, Pembuatan dan Karakterisasi Film Biodegradable dari Kitosan/PLA (Poly Lactid Acid) dengan Pemlastis Polietilen Glikol (PEG). *Skripsi*. Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor. 68 hlm.
- Hendra A.A., Utomo A.R., dan Setijawati E. 2015. Kajian karakteristik edible film dari tapioka dan gelatin dengan perlakuan penambahan gliserol. *Jurnal Teknologi Pangan dan Gizi*. Vol 14 (2) : 95-100.
- Huda, S.N. 2008. Composites from Chicken Feather and Cornhusk-Preparation and Characterization. *Disertasi*. University of Nebraska. Nebraska. 156 hlm.
- Huri, D dan F. C. Nisa. 2014. Pengaruh konsentrasi gliserol dan ekstrak ampas kulit apel terhadap karakteristik fisik dan kimia edible film. *Jurnal pangan dan agroindustry*. 2(4): 29-40.
- Kementan. 2022. Panen Jagung Nusantara, Bukti pasokan Jagung Melimpah. <https://shorturl.at/zJ247>. diakses pada 22 januari 2023.
- Khalistyawati, S. 2016. Optimasi Bioplastik Kelobot Jagung (*Zea mays* L.) Ditinjau dari Nisbah Biokomposit, Penambahan ZnO dan Plasticizer Gliserol. *Tugas Akhir*. Universitas Kristen Satya Wacana. Salatiga. 24 hlm.
- Khalistyawati, S., Valeri S., Dio P. dan Ani P. 2015. Bioplastik Kelobot Jagung (Solusi Peruraian Kreatif dan Inovatif dengan Bantuan Rayap). *Laporan PKM-P DIKTI*. Universitas Kristen Satya Wacana. Salatiga.
- Ma, X., Chang, P.R., Yang, J., Yu, J. 2009. *Preparation and roperties of Glycerol Plasticized-Pea Starch/Zinc Oxide Bionanocomposite*. *Biores Tech*. 100 (11) : 2832-41
- Ningsih, E. P., Dahlena, A., dan Sumardi. 2019. Pengaruh penambahan carboxy methyl cellulose (CMC) terhadap karakteristik bioplastik dari pati ubi nagara (*Ipomoea batatas*. L). *Indonesian Journal Of Chemical Research*. 7(1) : 77-85.
- Pudjiastuti, W., Listyarini, A dan Rizki, I, M. 2013. Pengaruh Laju Transmisi Uap Air Polymer Blend Polibutilen Suksinat (PBS) dan Linear Low Density Polyethylene (LLDPE) Terhadap Umur Simpan Sup Krim Instan Rasi. *Jurnal Balai Besar Kimia dan Kemasan Kementerian Perindustrian RI*. 1-5.
- Setyaningrum, C.C., Hayati, K., Fatimah, S. 2020. Optimasi Penambahan Gliserol sebagai Plasticizer pada Sintesis Plastik Biodegradable dari Limbah Nata de Coco dengan Metode Inversi Fasa. *Jurnal Teknik Kimia dan Lingkungan*. 4(2): 96-104.
- Setyaningsih, L.W.N., Mutiara, T., Hapsari, C.Y., kusumaningtyas, N., Munandar, H., dan Pranata, R.J. 2020. Karakteristik dan Aplikasi Selulosa Kulit Jagung pada Pengembangan Hidrogel. *Journal of Science and Applicative Technology*. 4 (2):61-66.
- Zulferiyenni, Marniza, Sari E. N. 2014. Pengaruh Konsentrasi Gliserol danTapioka terhadap Karakteristik Biodegradable film Berbasis Ampas Rumput Laut. *Jurnal Teknologi dan Industri Hasil Pertanian*. 19 (3) : 257-273.