

## Pembuatan Bioplastik Berbahan Dasar Pati Bonggol Jagung dengan Penambahan Minyak Atsiri Sebagai Antioksidan

### Preparation of Bioplastic from Corn Cob Starch with the Addition of Essential Oils as Antioxidants

Heny Dewajani\*, Diana Rachmawati, Cicik Berkah Nabilla, Fikrotun Tazkiyah Novianti

Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang, Jalan Sukarno Hatta no 9 Malang 65132, Indonesia

#### Artikel histori :

Diterima 3 Juli 2024  
Diterima dalam revisi 24 Juli 2024  
Diterima 29 Juli 2024  
Online 28 Agustus 2024

**ABSTRAK:** Pengembangan bioplastik sebagai kemasan merupakan solusi alternatif dalam mengatasi permasalahan lingkungan. Kemasan bioplastik dengan penambahan minyak atsiri sebagai antioksidan dapat menghambat terjadinya oksidasi sehingga dapat meningkatkan daya simpan suatu produk. Pati digunakan pada penelitian ini sebagai matriks penyusun bioplastik yang berasal dari bonggol jagung dengan penambahan gliserol sebagai plasticizer dan carboxymethyl cellulose (CMC) sebagai *filler* serta ekstrak jahe, jeruk nipis dan cengkeh sebagai zat antioksidan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pengaruh konsentrasi ekstrak jahe, jeruk nipis dan cengkeh terhadap sifat kuat tarik, sifat *water absorption*, sifat biodegradabilitas, dan pengaplikasiannya pada buah dan sayur. Proses pembuatan bioplastik dilakukan menggunakan metode *casting* yaitu dengan melarutkan pati bonggol jagung dalam aquades dan dipanaskan pada suhu 70°C, kemudian ditambahkan ekstrak jahe, jeruk nipis dan cengkeh dengan variabel 0 (tanpa antioksidan), 5, 10 dan 15% dari volume pati dengan penambahan gliserol dan CMC sampai homogen. Selanjutnya larutan dituang dalam cetakan dan dikeringkan. Dari hasil pengujian bioplastik diperoleh nilai *water absorption*, *biodegradabilitas*, kuat tarik yang paling baik yaitu pada penambahan ekstrak jahe 15% yaitu sebesar 26,02 %, 96,31%, 11,96 Mpa. Sedangkan untuk kemampuan antioksidan yang baik dengan penambahan ekstrak cengkeh 15% yang memiliki nilai IC<sub>50</sub> sebesar 31,21 ppm.

**Kata kunci :** bioplastic; pati bonggol jagung; antioksidan.

**ABSTRACT:** Developing bioplastics for packaging is a promising alternative to address environmental issues. Bioplastic packaging, enhanced with essential oils as antioxidants, can inhibit oxidation and thereby extend the shelf life of products. This study explores the development of bioplastic packaging using starch from corn stalks, with glycerol as a plasticizer, carboxymethyl cellulose (CMC) as a filler, and ginger, lime, and clove extracts as antioxidants. The objective was to assess the impact of varying concentrations of these extracts (0%, 5%, 10%, and 15%) on the tensile strength, water absorption, biodegradability, and practical application in fruits and vegetables. The bioplastics were produced using the casting method, where the corn starch solution was heated to 70°C before adding the extracts, glycerol, and CMC. The bioplastics were then dried in molds. The optimal results were obtained with 15% ginger extract, yielding 26.02% water absorption, 96.31% biodegradability, and 11.96 MPa tensile strength. The highest antioxidant capability was achieved with 15% clove extract, which had an IC<sub>50</sub> value of 31.21 ppm.

**Keywords:** bioplastic; corncob starch; antioxidants

#### 1. Pendahuluan

Plastik yang banyak digunakan pada saat ini adalah plastik yang berbahan dasar polimer sintesis dari minyak bumi (Susanti et al., 2021). Plastik berbahan dasar polimer sintesis memiliki kelemahan yaitu lamanya proses penguraian sehingga dapat menyebabkan pencemaran lingkungan.

Bioplastik merupakan salah satu solusi untuk menggantikan penggunaan plastik sintesis karena terbuat dari polimer yang tersusun dari biomassa yang dapat diperbarui (Rahmawati, 2011). Bioplastik juga memiliki fungsi sebagai pembatas terhadap perpindahan massa seperti kelembaban, oksigen, lipida, dan zat terlarut, sehingga mutu dan umur simpan bahan pangan tetap terjaga. Dalam bidang

\* Corresponding Author: +62-23584654

Email: heny.dewajani@polinema.ac.id

pangan, bioplastik digunakan sebagai pembungkus permen, sosis, buah, dan sup kering (Susanto & Saneto (1994) dalam Nisar et al., 2018).

Pada saat ini terdapat banyak pembuatan bioplastik dengan menggunakan bahan baku alami salah satunya yaitu pati dari bonggol jagung. Bioplastik yang terbuat dari pati bonggol jagung dibuat dengan cara mengekstrak bonggol jagung untuk mendapatkan pati bonggol jagung. Pati bonggol jagung yang telah didapatkan diproses menjadi bioplastik dengan menggunakan metode casting yaitu pati dilarutkan dengan aquades dan dipanaskan pada suhu 70°C yang bertujuan agar terjadi proses gelatinisasi kemudian dicetak di pelat kaca. Hasil dari pembuatan bioplastik dari pati bonggol jagung ini dapat digunakan untuk kemasan aktif sehingga bonggol jagung dapat diolah dengan optimal.

Penelitian mengenai pembuatan bio plastik dari pati jagung sudah dilakukan oleh Wiratara (2020) dengan penambahan ekstrak jeruk nipis untuk anti pencoklatan pada buah potong apel *cherry malang*. Sebagai upaya pemanfaatan dari limbah pertanian, pada penelitian ini menggunakan bahan baku dari pati yang diekstrak dari bonggol jagung sisa pengolahan jagung yang selama ini belum dimanfaatkan secara maksimal. Untuk meningkatkan efektivitas bio plastik sebagai pengemas makanan ditambahkan bahan aditif minyak atsiri sebagai anti oksidan yaitu ekstrak jahe, jeruk nipis, dan daun cengkeh sebagai antioksidan. Tujuan dari penelitian ini menganalisis pengaruh penambahan minyak atsiri sebagai antioksidan pada bioplastik berbahan dasar pati bonggol jagung terhadap karakteristik bio plastik. Efektivitas bio plastik dalam menghambat terjadinya oksidasi pada buah dan sayur diaplikasikan sebagai pembungkus apel dan cabe.

## 2. Metode Penelitian

### 2.1 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain bonggol jagung, gliserol, ekstrak jahe, ekstrak jeruk nipis, ekstrak cengkeh, etanol 96%, DPPH (1,1-diphenil-2-pikrihidrazil), CMC (*Carboxymethyl cellulose*)

### 2.2 Tahapan Penelitian

#### 2.2.1 Pembuatan Ekstrak Bonggol Jagung

Bonggol jagung dicuci dengan air bersih, lalu dipotong dengan ketebalan 1-2 mm dan dikeringkan. Kemudian bonggol jagung dihaluskan menggunakan blender dan ditambahkan air untuk mempermudah proses penghalusan hingga menjadi bubur bonggol jagung. Bubur bonggol jagung diekstrak dengan dicampur air perbandingan 1:1. Setelah itu bubur bonggol jagung di saring menggunakan saringan kain kasa dan didapatkan filtrat. Filtrat diendapkan selama ±24 jam. Mendapatkan ekstrak bonggol jagung yang halus.

#### 2.2.2 Pembuatan Bioplastik

Pati bonggol jagung diambil sebanyak 25 ml dan ditambahkan 75ml aquades, diaduk menggunakan magnetic stirrer selama ±30menit hingga menjadi larutan pati. Larutan dipanaskan pada suhu 70°C selama 10 menit hingga

tergelatinisasi (dijaga agar suhunya tetap pada 70°C). Larutan ditambahkan ekstrak jahe, jeruk nipis, dan daun cengkeh sesuai dengan variabel yaitu 0 (tanpa penambahan anti oksidan), 5, 10 dan 15% dari berat pati. Gliserol sebagai *plasticizer* ditambahkan sebanyak 16% dari volume pati. CMC sebagai *filler* ditambahkan sebanyak 16% dari volume pati. Campuran diaduk hingga rata dengan pemanasan sekitar 10 menit. Campuran didinginkan hingga 50°C kemudian dicetak. Cetakan berisi bioplastik dikeringkan dalam oven pada suhu 40-50°C selama ±3 jam, lalu dikeringkan dalam desikator selama 24 jam. Setelah itu bioplastik dapat diambil dari cetakan dan diuji organoleptik, sifat daya serap air, kuat tarik, kapasitas reduksi DPPH (1,1-Difenil-2-Pikrilhidrazil) dan sifat biodegradable.

#### 2.2.3 Uji Daya Serap Air

Uji daya serap air dilakukan dengan cara sampel dipotong dengan ukuran 3x3 cm. Sampel didinginkan dalam desikator selama 15 menit. Berat awal sampel ditimbang ( $w_0$ ), sebelum sampel direndam dalam air selama 10 detik. Kemudian sampel dikeringkan menggunakan tisu kering dan ditimbang berat akhirnya ( $w_1$ ). Dilakukan pengulangan hingga didapatkan berat konstan. Nilai % peningkatan berat bahan dikalkulasikan berdasarkan rumus persamaan 1.

$$\% \text{ Daya Serap Air} = \frac{w_1 - w_0}{w_0} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan:

- $w_1$  = berat sampel setelah perendaman (g)
- $w_0$  = berat sampel awal (g)

#### 2.2.4 Uji Biodegradable

Sampel berukuran 3 cm x 3 cm ditimbang berat awalnya ( $w_0$ ) sebelum terdegradasi, kemudian dimasukkan ke dalam tanah selama 5 hari. Selanjutnya, dilakukan penimbangan berat akhir ( $w_1$ ). Nilai % bahan yang terdegradasi didapatkan berdasarkan rumus persamaan 2.

$$\% \text{ Biodegradability} = \frac{w_1 - w_0}{w_0} \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan:

- $w_0$  = berat sampel awal (g)
- $w_1$  = berat sampel setelah penimbunan (g)

#### 2.2.5 Uji Organoleptik

Pengujian organoleptik dilakukan melalui pengamatan ciri-ciri fisik sampel yang terdiri atas warna dan tekstur permukaan bagian bawah dan bagian atas dari masing-masing sampel.

#### 2.2.6 Uji DPPH

Sampel bioplastik cair diambil sebanyak 1 ml dan dilarutkan dengan etanol 96% di dalam labu ukur 100 ml. Setelah itu larutan sampel diencerkan dengan konsentrasi 10, 20, 40, 60, 80 ppm. Larutan yang telah diencerkan ke dalam beberapa konsentrasi, masing-masing diambil sebanyak 3 ml kemudian ditambahkan dengan 3,8 ml larutan DPPH yang

telah dibuat tadi. Kemudian larutan tersebut didiamkan dalam wadah yang gelap 15-20 menit hingga terjadi perubahan warna dari ungu menjadi kuning. Setelah itu larutan dilihat absorbansinya menggunakan alat spektrofotometer UV-Vis dengan menggunakan panjang gelombang 515 nm. Kemampuan antioksidan dalam memerangkap radikal bebas dinyatakan dalam % penghambatan berdasarkan persamaan 3.

$$\% \text{ Penghambatan} = \frac{Abs_0 - Abs_1}{Abs_0} \times 100\% \quad (3)$$

Keterangan:

- $Abs_0$  = absorbansi blangko
- $Abs_1$  = absorbansi sampel

### 2.2.7 Uji Tarik

Sampel diletakkan pada alat pengujian dengan cara penjepitan ujung sampel dan dilakukan penarikan hingga putus. Nilai kekuatan tarik didapatkan berdasarkan persamaan 4.

$$\sigma = \frac{F_{max}}{A} \quad (4)$$

Keterangan:

- $\sigma$  = tensile strength (N/mm<sup>2</sup>)
- $F_{max}$  = gaya maksimum yang diberikan ke sampel (N)
- $A$  = luas area sampel (mm<sup>2</sup>)

### 2.2.8 Analisis FTIR (Fourier Transform Infrared)

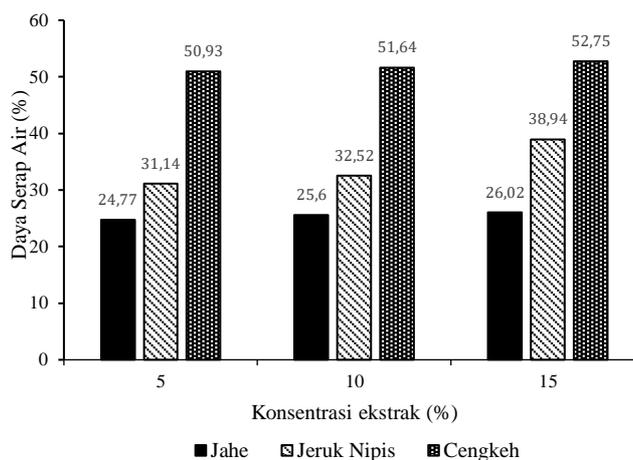
Analisis FTIR adalah analisis berbasis spektroskopi inframerah. Tiap molekul memiliki kemampuan penyerapan radiasi inframerah yang berbeda sehingga menunjukkan spektrum inframerah yang berbeda yang lalu dapat terdeteksi dan terklasifikasi menggunakan FTIR. Dalam hal ini, molekul dan gugus fungsi yang terkandung dalam bioplastik pati bonggol jagung dengan penambahan ekstrak cengkeh dapat dilihat dari spektrum inframerahnya.

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1 Daya Serap Air Bioplastik Pati Bonggol Jagung dengan Penambahan Antioksidan Alami

Hasil dari analisis daya serap air bioplastik dari pati bonggol jagung dengan penambahan antioksidan alami dari ekstrak jahe, jeruk nipis, dan cengkeh disajikan dalam Gambar 1.

Gambar 1 menunjukkan bahwa penyerapan air oleh bioplastik dengan penambahan ekstrak jahe, jeruk nipis, dan cengkeh memiliki nilai hasil uji yang meningkat. Bioplastik dengan penambahan ekstrak jahe memiliki nilai daya serap air yang cenderung konstan dikarenakan masih terdapat pati yang terkandung dalam ekstrak jahe yang menambah matriks dalam film sehingga bioplastik dengan penambahan ekstrak jahe tidak mengalami penyerapan air yang berarti (Manuhara & Kawiji, 2009; Herawati & Saptarini, 2020).



**Gambar 1.** Diagram Batang Hasil Uji Daya Serap Air Bioplastik Pati Bonggol Jagung dengan Penambahan Antioksidan Alami

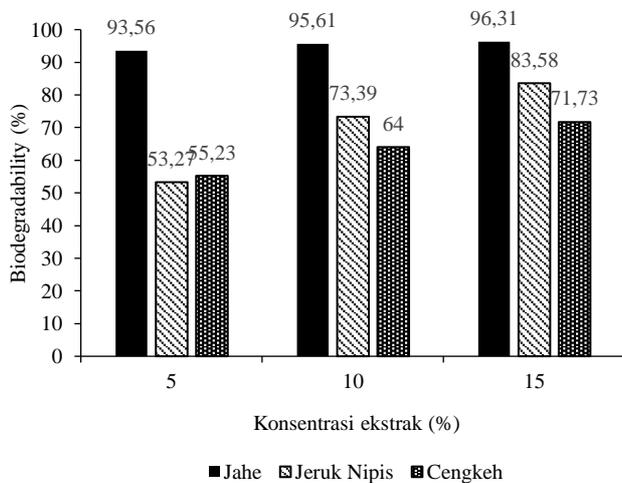
Bioplastik penambahan ekstrak jeruk nipis juga mengalami kenaikan nilai uji daya serap air seiring dengan penambahan konsentrasi ekstrak. Hal tersebut dikarenakan jeruk nipis mengandung kadar fenolik total yang cukup tinggi yaitu sebesar 211,70 mg/g GAE. Fenol yang terkandung pada ekstrak dapat membentuk ikatan hidrogen dalam air, sehingga penambahan ekstrak dalam jumlah besar akan meningkatkan ikatan hidrogen yang lalu menyebabkan meningkatnya penyerapan air (Kumar 2021; Hamzah et al., 2021).

Bioplastik dengan penambahan ekstrak cengkeh juga mengalami kenaikan hasil uji daya serap air. Hal tersebut dapat terjadi karena penggunaan ekstrak cengkeh serbuk. Menurut Nanda et al. (2022) dan Sulaiman et al. (2023), ekstrak cengkeh berupa serbuk memiliki kadar minyak atsiri dan eugenol yang lebih rendah dibandingkan dengan ekstrak cengkeh yang berupa ekstrak cair. Sedikitnya kadar minyak atsiri yang dimiliki ekstrak cengkeh serbuk mengakibatkan bioplastik dengan penambahan ekstrak cengkeh mengalami kenaikan hasil pada uji daya serap air.

### 3.2 Biodegradabilitas Bioplastik Pati Bonggol Jagung dengan Penambahan Antioksidan Alami

Bioplastik kemudian dianalisis persentase biodegradabilitas untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan plastik terurai oleh mikroorganisme di dalam tanah. Hasil uji biodegradability yang diperoleh disajikan dalam Gambar 2. Gambar 2 menunjukkan bahwa penambahan konsentrasi zat antioksidan yang semakin tinggi menyebabkan sampel bioplastik semakin mudah untuk diurai oleh mikroorganisme dalam tanah. Hal itu dikarenakan bahan-bahan yang digunakan adalah bahan nabati sehingga bioplastik yang dihasilkan cepat terurai dan terdegradasi oleh lingkungan (Dwiyanti et al., 2022). Umumnya plastik biodegradable dapat terurai dengan mudah di dalam tanah karena dalam struktur di dalamnya mengandung gugus hidroksil (-OH), gugus karbonil (CO) dan gugus ester

(COOH). Gugus-gugus ini merupakan indikasi bahwa plastik dapat terdegradasi dengan baik di dalam tanah.

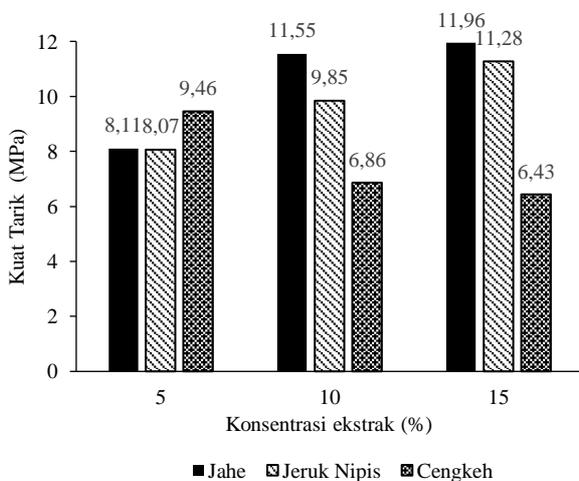


**Gambar 2.** Diagram Batang Hasil Uji Biodegradabilitas Bioplastik Pati Bonggol Jagung dengan Penambahan Antioksidan Alami

Menurut Jafari et al. (2023) keberadaan jamur *Aspergillus Niger* yang terdapat dalam tanah sangat membantu proses degradasi plastik. Adanya enzim  $\alpha$ -amilase pada jamur *Aspergillus niger* yang mampu memecah ikatan glikosidik pada pati menjadi glukosa yang merupakan polimer yang lebih pendek, serta penambahan filler akan membentuk struktur yang kuat dan kompak pada plastik sehingga enzim  $\alpha$ -amilase dapat menyebar secara merata dalam plastik. Akibatnya kemampuan degradasi plastik akan lebih besar.

### 3.3 Nilai Kuat Tarik Bioplastik Pati Bonggol Jagung dengan Penambahan Antioksidan Alami

Hasil analisis kuat tarik dengan *testing machine* uji kuat tarik disajikan dalam Gambar 3.



**Gambar 3.** Hasil Uji Kuat Tarik Bioplastik Pati Bonggol Jagung dengan Penambahan Antioksidan Alami

Berdasarkan Gambar 3, bioplastik dengan penambahan ekstrak jahe memiliki nilai kuat tarik yang semakin meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi ekstrak jahe. Naiknya nilai kuat tarik seiring dengan bertambahnya konsentrasi ekstrak dapat dipengaruhi oleh kandungan asam lemak tak jenuh sebesar 47 % yang dimiliki oleh jahe. Hal ini lah yang dapat menjadikan berpotensi untuk memperkuat ikatan antar matriks polimer sehingga nilai dari kuat tarik semakin besar seiring dengan bertambahnya konsentrasi ekstrak yang ditambahkan. Bioplastik dengan penambahan ekstrak jahe juga memiliki daya serap air yang rendah hal itu berarti bahwa semakin rendah daya serap air maka akan berpengaruh pada kuat tarik. Dikarenakan apabila daya serap air tinggi maka bioplastik akan lebih lembek dan berpengaruh pada kuat tarik dikarenakan ikatan antar polimer menjadi lemah.

Demikian pula dengan bioplastik yang ditambahkan dengan ekstrak jeruk nipis: semakin banyak penambahan ekstrak jeruk nipis maka semakin besar pula nilai kuat tarik yang dihasilkan oleh bioplastik. Bertambahnya nilai kuat tarik bioplastik dengan penambahan ekstrak jeruk nipis dapat disebabkan karena terbentuknya ikatan kovalen akibat kemampuan ekstrak jeruk nipis dalam mengikat hidrogen, sehingga ikatan kovalen dapat memperkuat ikatan hidrogen yang sudah ada. Menurut Wiratara (2020), senyawa limonen yang terkandung dalam ekstrak jeruk nipis mampu membuat plastik menjadi lebih kuat, dengan elastisitas yang lebih tinggi dan daya tarik yang semakin kuat.

Bioplastik dengan penambahan ekstrak cengkeh mengalami penurunan nilai kuat tarik. Penurunan nilai kuat tarik pada bioplastik penambahan ekstrak cengkeh dapat dipengaruhi oleh minyak atsiri yang terkandung pada ekstrak cengkeh. Pada minyak atsiri yang terkandung pada ekstrak cengkeh terdapat senyawa eugenol yang mampu menyebabkan gangguan interaksi ionik yang difasilitasi oleh ion Ca yang berperan dalam pembentukan jaringan (Chandarana & Chandra, 2021). Menurut penelitian Marichelvam et al. (2019), amilosa dan amilopektin di dalam granula pati memiliki hubungan dengan ikatan hidrogen. Pemanasan granula pati akan menyebabkan putusannya ikatan antara amilosa dan amilopektin, sehingga air yang ditambahkan dapat masuk ke dalam granula pati dan membentuk ikatan hidrogen dengan amilosa dan amilopektin (Nair et al., 2023).

Air yang meresap dalam granula meningkatkan terjadinya gelatinisasi pati. Sedangkan minyak atsiri yang masuk ke dalam matriks edible film dapat membatasi ikatan hidrogen antara amilosa dan amilopektin yang menyebabkan granula pati yang tergelatinasi semakin sedikit (Haryani et al., 2021). Menurunnya nilai kuat tarik sesuai dengan penelitian Susanti et al. (2021), bahwa interaksi antara molekul minyak atsiri lebih lemah dibandingkan dengan interaksi antara molekul pati-air. Berdasarkan penelitian hasil yang didapatkan, kuat tarik plastik biodegradable yang telah dibuat masuk ke dalam Standar Bioplastik menurut Japanese Industrial Standart (1975) dengan minimal kuat tarik yang ditentukan yaitu sebesar minimal 3,92266 MPa.

### 3.4 Kemampuan Antioksidan Bioplastik Pati Bonggol Jagung dengan Penambahan Antioksidan Alami

Kemampuan antioksidan bioplastik dengan penambahan antioksidan alami dalam berbagai konsentrasi menggunakan metode pengujian DPPH ditunjukkan dalam Tabel 1. Tabel 1 menunjukkan bahwa ekstrak jahe memiliki kemampuan antioksidan sangat lemah. Hal tersebut dikarenakan rendahnya kandungan flavonoid pada jahe sebesar 0,0068% yang berfungsi sebagai antioksidan. Meskipun nilai IC<sub>50</sub> menurut (Herawati et al., 2019) tergolong kuat, tetapi pada penelitian ini nilai aktivitas antioksidan yang didapatkan yaitu sebesar 516,61 ; 322,77 ; dan 125,07 ppm. Dari nilai yang didapat bioplastik dengan penambahan ekstrak jahe belum mampu meredam (menangkal) 50% radikal bebas sehingga dibutuhkan ekstrak jahe yang lebih banyak (konsentrasi yang lebih tinggi) lagi untuk menghambat 50% radikal bebas.

**Tabel 1.** Aktivitas Antioksidan Bioplastik dengan Penambahan 5%, 10%, dan 15% Ekstrak Jahe

BIOPLASTIK EKSTRAK JAHE 5%				
Konsentrasi (ppm)	Absorbansi Sampel	% inhibisi	IC50	Sifat Antioksidan
10	0.563	9.19		
20	0.562	9.35	516.61	>200 ppm
40	0.51	17.74		Sangat Lemah
60	0.452	27.1		
80	0.425	31.45		
BIOPLASTIK EKSTRAK JAHE 10%				
Konsentrasi (ppm)	Absorbansi Sampel	% inhibisi	IC50	Sifat Antioksidan
10	0.567	8.55		
20	0.487	21.45	322.77	>200 ppm
40	0.453	26.94		Sangat Lemah
60	0.423	31.77		
80	0.42	32.26		
BIOPLASTIK EKSTRAK JAHE 15%				
Konsentrasi (ppm)	Absorbansi Sampel	% inhibisi	IC50	Sifat Antioksidan
10	0.508	18.06		
20	0.43	30.65	125.08	101-150 ppm
40	0.427	31.13		Sedang
60	0.38	38.71		
80	0.321	48.23		

Tabel 2 menunjukkan bahwa bioplastik dengan penambahan ekstrak jeruk nipis memiliki kemampuan menangkap radikal bebas yang semakin besar seiring dengan bertambahnya ekstrak jeruk nipis yang ditambahkan. Nilai aktivitas antioksidan (IC<sub>50</sub>) yang didapatkan yaitu 79,29;63,18;57,17 ppm. Nilai yang didapat menunjukkan bioplastik dengan penambahan ekstrak jeruk nipis berpotensi kuat untuk menghambat 50% radikal bebas. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Santoso (2021), nilai IC<sub>50</sub> dari jeruk nipis yaitu sebesar 54,458 ppm tergolong

pada kategori sifat antioksidan kuat dan kandungan flavonoid pada jeruk nipis sebesar 120,84%. Hal itu berarti bahwa bioplastik yang telah dibuat masuk dalam jangkauan kemampuan antioksidan yang kuat.

**Tabel 2.** Aktivitas Antioksidan Bioplastik dengan Penambahan 5%, 10%, dan 15% Ekstrak Jeruk Nipis

BIOPLASTIK EKSTRAK JERUK 5%				
Konsentrasi (ppm)	Absorbansi Sampel	% inhibisi	IC50	Sifat Antioksidan
10	0.564	9.03		
20	0.495	20.16	79.28	50 -100 ppm
40	0.404	34.84		Kuat
60	0.323	47.9		
80	0.319	48.55		
BIOPLASTIK EKSTRAK JERUK 10%				
Konsentrasi (ppm)	Absorbansi Sampel	% inhibisi	IC50	Sifat Antioksidan
10	0.532	14.19		
20	0.371	40.16	63.18	50 -100 ppm
40	0.334	46.13		Kuat
60	0.321	48.23		
80	0.313	49.52		
BIOPLASTIK EKSTRAK JERUK 15%				
Konsentrasi (ppm)	Absorbansi Sampel	% inhibisi	IC50	Sifat Antioksidan
10	0.536	13.55		
20	0.533	14	57.17	50 -100 ppm
40	0.312	03		Kuat
60	0.308	49.68		
80	0.267	50.32		

Begitu pula dengan penambahan ekstrak cengkeh pada bioplastik. Tabel 3 menunjukkan bahwa bioplastik juga mengalami kenaikan IC<sub>50</sub> yaitu sebesar 45,94;41,95;31,21 ppm. Kenaikan ini dikarenakan kandungan zat antioksidan pada cengkeh cukup tinggi yaitu 16,06 µg/ml atau 16,06 ppm. Dari hal tersebut menandakan bahwa semakin banyak ekstrak yang ditambahkan maka akan memengaruhi bioplastik yang dibuat untuk menurunkan aktivitas radikal bebas.

**Tabel 3.** Aktivitas Antioksidan Bioplastik dengan Penambahan 5%, 10%, dan 15% Ekstrak Cengkeh

BIOPLASTIK EKSTRAK CENGKEH 5%				
Konsentrasi (ppm)	Absorbansi Sampel	% inhibisi	IC50	Sifat Antioksidan
10	0.482	22.26		
20	0.476	23.23	45.94	<50 ppm
40	0.384	38.06		Sangat Kuat
60	0.227	63.39		
80	0.218	64.84		

Lanjutan Tabel 3

BIOPLASTIK EKSTRAK CENGKEH 10%				
Konsentrasi (ppm)	Absorbansi Sampel	% inhibisi	IC50	Sifat Antioksidan
10	0.476	23.23		
20	0.47	24.19		<50 ppm
40	0.345	44.35	41.95	Sangat Kuat
60	0.221	64.35		
80	0.213	65.65		

BIOPLASTIK EKSTRAK CENGKEH 15%				
Konsentrasi (ppm)	Absorbansi Sampel	% inhibisi	IC50	Sifat Antioksidan
10	0.468	24.52		
20	0.322	48.06		<50 ppm
40	0.314	49.35	31.21	Sangat Kuat
60	0.225	63.71		
80	0.189	69.52		

### 3.5 Uji Organoleptik Bioplastik Pati Bonggol Jagung dengan Penambahan Antioksidan Alami

Uji organoleptik bioplastik pati bonggol jagung dengan penambahan antioksidan alami meliputi warna dan tekstur bioplastik tersebut dalam rentang waktu 5 hari. Dari warna dan teksturnya, buah apel potong dapat bertahan hingga hari ketiga dan pada hari keempat mengalami penyusutan serta perubahan warna kuning sedikit kecoklatan. Pada bioplastik 0% dan tanpa pembungkus bioplastik, dapat dilihat apel potong sudah mulai mengalami perubahan warna menjadi kecoklatan. Hal ini disebabkan karena apel adalah salah satu buah yang cepat mengalami perubahan saat penyimpanan karena adanya kontak langsung dengan oksigen, sehingga mengalami oksidasi yang dapat menyebabkan pencoklatan oleh enzim polifenol oksidase (Tan et al., 2021). Hasil pengamatan sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Borges et al. (2015), yaitu jenis dan konsentrasi *plasticizer* yang digunakan tidak memengaruhi kemampuan antioksidan bioplastik melainkan dipengaruhi oleh bahan yang mengandung antioksidan.. Sehingga daya simpan yang baik didapatkan dengan penambahan ekstrak cengkeh karena mengandung zat antioksidan pada cengkeh cukup tinggi yaitu 16,06 µg/ml atau 16,06 ppm.

Hasil uji organoleptik pada cabai menunjukkan bahwa bioplastik dengan penambahan 15% ekstrak cengkeh memengaruhi sayur cabai yang dibungkus lebih tahan lama dibandingkan dengan apel yang dibungkus dengan bioplastik 0%. Dilihat dari warna dan teksturnya, cabai dapat bertahan hingga hari kelima. Pada bioplastik 0% dan tanpa pembungkus bioplastik, dapat dilihat cabai sudah mulai mengalami perubahan warna menjadi merah kecoklatan serta mengalami penyusutan. Hal ini terjadi karena adanya proses respirasi, yaitu pemecahan karbohidrat dengan bantuan oksigen menjadi karbon dioksida dan uap air. Adanya penurunan kandungan karbohidrat memiliki arti bahwa sebagian substrat dalam cabai rawit hilang, sehingga ada penurunan pada bobot cabai rawit yang teramati (Harimbi & Satria, 2020).

Daya simpan yang baik untuk uji organoleptik pada buah potong apel dan sayur cabai didapatkan dengan penambahan ekstrak cengkeh karena adanya zat antioksidan tinggi pada cengkeh dan tujuh senyawa aktif yang bersifat sebagai antioksidan: eugenol sebesar 80,95%, terpinen-4-ol sebesar 0,91%, asam oleat sebesar 0,56%, asam octadecanoat sebesar 0,44%, thymol sebesar 0,44%, linalool sebesar 0,12%, dan  $\alpha$ -terpineol sebesar 0,06%. Ketujuh senyawa tersebut masing-masing memiliki satu gugus fenol (Fayemiwo, 2014). Selain itu, penggunaan suhu ruang sebagai suhu penyimpanan mampu mempercepat kerusakan baik fisik, mekanis, kimia maupun mikrobiologis (Sulistyaningrum & Darudriyo, 2018). Cabai rawit yang disimpan di suhu ruang hanya dapat bertahan selama 2-3 hari sebelum akhirnya mengalami pembusukan (Kusumaningtyas et al., 2018) sedangkan untuk apel yang sudah dipotong akan mulai mengalami perubahan warna setelah 30 menit – 1 jam dan mulai mengalami penyusutan setelah 1 hari pada suhu ruang.

### 3.6 Analisis FTIR Bioplastik Pati Bonggol Jagung dengan Penambahan Antioksidan Alami

Analisis FTIR pada bioplastik pati bonggol jagung dengan penambahan antioksidan alami bertujuan untuk memberikan informasi tentang terjadinya interaksi kimiawi yang ditandai dengan perubahan gugus fungsi.

**Tabel 4.** Gugus Fungsi Bioplastik Pati Bonggol Jagung dengan Penambahan Antioksidan Alami

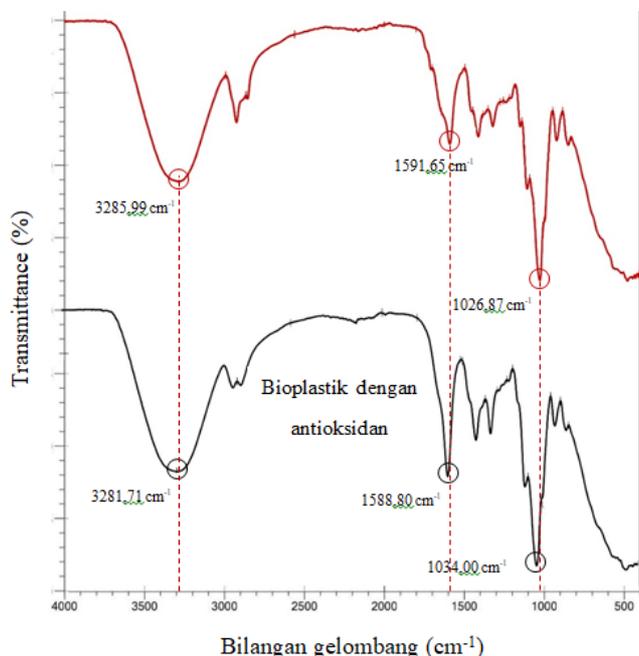
Gugus Fungsi	Intensitas Gelombang (cm <sup>-1</sup> )	Sebelum ditambah antioksidan (cm <sup>-1</sup> )	Sesudah ditambah antioksidan (cm <sup>-1</sup> )	Referensi Bioplastik Bonggol Jagung*
O - H	3200 - 3600	3285.99	3281.71	3338
C = C	1500 -1600	1591.65	1588.8	1409
C - O	1000 - 1400	1026.87	1034	924

\*Sumber: Lionetto et al (2015)

Pada Tabel 4., gugus fungsi yang muncul sebelum dan sesudah penambahan antioksidan menunjukkan adanya pergeseran bilangan gelombang pada puncak-puncak utama. Pada Gambar 4. puncak intensitas tinggi pada daerah bilangan gelombang 3285,99 cm<sup>-1</sup> bioplastik tanpa penambahan antioksidan berubah menjadi 3281,71 cm<sup>-1</sup> pada bioplastik dengan penambahan antioksidan yang menandakan adanya gugus O-H.

Adanya gugus O-H menunjukkan bahwa gugus – gugus tersebut terkandung dalam senyawa pati. Pergeseran signifikan juga teramati pada intensitas pada bioplastik tanpa penambahan antioksidan dari 1591,65 cm<sup>-1</sup> menjadi 1588,80 cm<sup>-1</sup> pada bioplastik dengan penambahan antioksidan, yang menunjukkan adanya gugus C=C. Diikuti serapan pada daerah fingerprint yang ditunjukkan pada bilangan gelombang 1026,87 cm<sup>-1</sup> pada bioplastik tanpa penambahan antioksidan menjadi 1034,00 cm<sup>-1</sup> pada bioplastik dengan penambahan antioksidan yang menandakan adanya gugus C-O. Adanya gugus karbonil C-O menandakan bahwa bahan bioplastik ini dapat terdegradasi dengan baik. Hal ini

sesuai dengan pendapat Istiani et al. (2024) bahwa selain gugus hidroksida (OH), terdapat pula gugus fungsi lain seperti karbonil (CO) dan ester yang membuat film plastik dapat terdegradasi.



**Gambar 4.** Spektrum FTIR Bioplastik Pati Bonggol Jagung dengan Penambahan Antioksidan Alami

Hasil spektrum pada Gambar 4. menunjukkan bahwa bioplastik berbahan dasar pati bonggol jagung dengan penambahan ekstrak jahe, jeruk nipis, dan cengkeh menghasilkan spektrum dengan panjang gelombang yang mirip dengan bahan baku penyusunnya. Interpretasi spektra FTIR bioplastik yang dihasilkan menunjukkan bahwa tidak ada perubahan gugus fungsi yang baru. Perubahan bilangan gelombang dan intensitas pita serapan menandakan bahwa interaksi polimer pati dengan antioksidan merupakan interaksi fisik.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dapat disimpulkan bahwa bioplastik dengan penambahan ekstrak jahe 15% menghasilkan bioplastik yang memenuhi standar ASTM yaitu nilai daya serap air 26,02%, biodegradabilitas 96,31% dan kuat tarik 11,96 Mpa. Kemampuan minyak atsiri sebagai antioksidan pada bioplastik, dapat diurutkan dari bioplastik yang memiliki aktivitas antioksidan sedang, kuat dan sangat kuat yaitu bioplastik dengan penambahan ekstrak jahe dengan nilai IC50 125,08 ppm, penambahan ekstrak jeruk nipis dengan nilai IC50 57,17 ppm dan penambahan ekstrak cengkeh dengan nilai IC50 31,21 ppm. Penambahan ekstrak jahe, jeruk nipis, dan cengkeh dapat berpengaruh terhadap daya simpan dari buah apel potong yang dapat bertahan dari hari ke 0 sampai dengan hari ke 2 sedangkan pada cabai dapat bertahan hingga hari ke 5.

#### Ucapan Terima kasih

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Malang atas sarana yang diberikan untuk penelitian.

#### Daftar Pustaka

- Borges, J. A., Romani, V. P., Cortez-Vega, W. R. and Martins, V. G. (2015). Influence of different starch sources and plasticizers on properties of biodegradable films. *International Food Research Journal* 22(6): 2346-2351
- Chandarana, J., & Chandra, P. L. V. N. S. (2021). Production of bioplastics from banana peels. *International Journal of Scientific Research & Engineering Trends*. 7, 131 - 133
- Dwiyanti, R., & Salbiah, D. (2022). Penggunaan Filtrat Rimpang Jahe Merah (*Zingiber Officinale* Var. *Rubrum*) Terhadap Hama Ulat Bawang Merah (*Spodoptera Exigua* H.). *Dinamika Pertanian*, 38(3), 293-298.
- Fayemiwo, K. A., Adeleke, M. A., Okoro, O. P., Awojide, S. H., & Awoniyi, I. O. (2014). Larvicidal efficacies and chemical composition of essential oils of *Pinus sylvestris* and *Syzygium aromaticum* against mosquitoes. *Asian Pacific journal of tropical biomedicine*, 4(1), 30-34.
- Folino, A., Pangallo, D., & Calabrò, P. S. (2023). Assessing bioplastics biodegradability by standard and research methods: Current trends and open issues. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 11(2), 109424.
- Hamzah, F. H., Sitompul, F. F., Ayu, D. F., & Pramana, A. (2021). Effect of the Glycerol Addition on the Physical Characteristics of Biodegradable Plastic Made from Oil Palm Empty Fruit Bunch. *Industria: Jurnal Teknologi dan Manajemen Agroindustri*, 10(3), 239-248.
- Harimbi, S. & Satria, Y. (2020). Optimalisasi pemanfaatan nasi aking menjadi plastik biodegradable untuk mengembangkan budaya eco green pada masyarakat di Kelurahan Mojolangu Kota Malang. *Jurnal Teknologi Dan Manajemen Industri*, 6(2), 18-23.
- Haryani, K., Al Anshar, M. S., & Hermansyah, V. (2022). Penambahan Pektin dan Gliserol terhadap Karakteristik Edible Film dari Pati Singkong. *Prosiding Semnastek*.
- Herawati, I. E., & Saptarini, N. M. (2020). Studi fitokimia pada jahe merah (*Zingiber officinale* Roscoe var. *Sunti* Val). *Majalah Farmasetika*, 4, 22-27.
- Istiani, A., Wardani, N. A., Kafiya, M., Hanifah, N. A., & Nukhia, Z. (2024). Karakterisasi edible film dari pektin kulit durian, pati singkong, dan gliserol. *Eksergi*, 21(1), 17-23.
- Jafari, R., Zandi, M. & Ganjloo, A. (2023). Characterization of Alginate-Gelatin Edible Film Containing Anise (*Pimpinella anisum* L.) Essential Oil. *J Polym Environ* 31, 1568–1583

- Kumar, K., Ramakanth, D., Akhila, K., & Gaikwad, K. K. (2021). Edible films and coatings for food packaging applications: a review. *Environmental Chemistry Letters* 20, 875-900.
- Kusumaningtyas, R. D., Putri, R.D.A., Badriah, N., & Faizah, F. E. N. (2018). Preparation and Characterization of Edible Film from Sorghum Starch with Glycerol and Sorbitol as Plasticizers. *Journal of Engineering Science and Technology Special Issue on ICETVESS 2017*, 47 – 55
- Nair, S. S., Trafiałek, J., Kolanowski, W. (2023). Edible Packaging: A Technological Update for the Sustainable Future of the Food Industry. *Appl. Sci.* 13, 8234.
- Nisar, T., Wang, Z. C., Yang, X., Tian, Y., Igbal, M., & Guo, Y. (2018). Characterization of citrus pectin films integrated with clove bud essential oil: Physical, thermal, barrier, antioxidant and antibacterial properties. *International Journal of Biological Macromolecules* 106, 670 – 680.
- Manuhara, G. J., & Kawiji, K. (2009). Aplikasi Edible Film Maizena dengan Penambahan Ekstrak Jahe Sebagai Antioksidan Alami pada Coating Sosis Sapi. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 2(2), 50-58.
- Marichelvam, M.K., Jawaid, M., & Asim, M. (2019). Corn and Rice Starch-Based Bio-Plastics as Alternative Packaging Materials. *Fibers*, 7(4), 32.
- Nanda, S., Patra, B.R., Patel, R., Bakos, J., & Dalai, A.K. (2022). Innovations in applications and prospects of bioplastics and biopolymers: a review. *Environmental Chemistry Letters* 20, 379-395.
- Nguyen, T. K., That, N. T. T., Nguyen, N. T., & Nguyen, H. T. (2022). Development of Starch-Based Bioplastic from Jackfruit Seed. *Advances in Polymer Technology*, 2022(1), 1-9.
- Rachmawati, Andira. (2011). “Pemanfaatan Kulit Pisang Raja (*Musa sapientum*) dalam Pembuatan Plastik Biodegradable dengan Plasticizer Gliserin dari Minyak Jelantah”. *Integrated Lab Journal*. Institut Teknologi Bandung. Bandung
- Santoso, U. (2021). *Antioksidan pangan*. UGM PRESS.
- Susanti, A., Kusuma, H. S., Zafira, D. K., Ilmi, A. B., Agustina, I. E., Baqih, L., & Prayoga, A. (2021). Fabrication and Characterization of Biodegradable Plastic Based on Mixture of Starch and Cellulose from Corn Waste. *Eksergi*, 18(2), 49-55.
- Sulaiman, I., Rasdiansyah, R., & Sihaloho, N. J. (2023). Pemanfaatan Minyak Cengkeh pada Edible Film Talas sebagai Antimikroba. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 33(1), 50-57.
- Sulistyaningrum, A. & Darudriyo. (2018). Penurunan Kualitas Cabai Rawit Selama Penyimpanan dalam Suhu Ruang. *Jurnal agronida*, 4(2), 64-71.
- Tan, L. F., Elaine, E., Pui, L. P., Nyam, K. L., & Yusof, Y. A. (2021). Development of Chitosan Edible Film Incorporated with *Chrysanthemum Morifolium* Essential Oil. *Acta Sci. Pol. Technol. Aliment.* 20(1), 55–66
- Wiratara, P. R. (2020). Edible Coating Pati Jagung dengan Penambahan Ekstrak Jeruk Nipis untuk Anti Pendoklatan pada Buah Potong Apel Malang Cherry. In *Prosiding SNP2M (Seminar Nasional Penelitian dan Pengabdian Masyarakat) UNIM 2*, 78-83.