

**KARAKTERISTIK EDIBLE FILM DARI KULIT KOPI ROBUSTA (*Coffea canephora*)
DAN UMBI PORANG (*Amorphophallus muelleri* Blume)**

**[CHARACTERISTICS OF EDIBLE FILM FROM ROBUSTA COFFEE'S SILVER SKIN
(*Coffea canephora*) AND PORANG TUBER (*Amorphophallus muelleri* Blume)]**

Yuniwaty Halim^{1*} dan Livia Katherina¹

¹Jurusan Teknologi Pangan, Universitas Pelita Harapan
Jl. M.H. Thamrin Boulevard, Tangerang 15811, Banten

*Korespondensi penulis : yuniwaty.halim@uph.edu

ABSTRACT

Coffee silver skin contains pectin, while porang tuber contains glucomannan which can be utilized in edible film making. The aim of this research was to determine the concentration of glycerol as a plasticizer and pectin:glucomannan ratio to obtain edible film with the best characteristics. Edible film was made by combining 4 level of glycerol concentration (0%, 1%, 2%, 3%), and 3 level of pectin:glucomannan ratio (1:1, 3:4, 4:3). The best formulation from this research was edible film made from pectin: glucomannan with ratio of 3:4 and 1% glycerol concentration. Selected edible film formulation has thickness of 0.11 ± 0.1 mm, tensile strength of 2.05 ± 0.04 MPa, elongation of $40.13 \pm 0.39\%$ and water vapor transmission rate of 3.50 ± 0.02 g mm/m²h.

Keywords : *Amorphophallus muelleri, Coffea canephora, edible film, porang, robusta coffee silver skin*

ABSTRAK

Kulit kopi mengandung pektin, sedangkan umbi orang mengandung glukomanan, sehingga keduanya dapat dimanfaatkan untuk pembuatan *edible film*. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan konsentrasi gliserol sebagai *plasticizer* dan ratio pektin: glukomanan terbaik untuk memperoleh *edible film* dengan karakteristik terbaik. *Edible film* dibuat dengan mengkombinasikan 4 level konsentrasi gliserol (0%, 1%, 2%, 3%) dan 3 level rasio pektin: glukomanan (1:1, 3:4, 4:3). Formulasi terbaik dari penelitian ini adalah *edible film* yang dibuat dari rasio pektin: glukomanan sebesar 3:4 dan konsentrasi gliserol sebesar 1%. *Edible film* terpilih ini memiliki ketebalan sebesar $0,11 \pm 0,1$ mm, kuat tarik sebesar $2,05 \pm 0,04$ MPa, elongasi sebesar $40,13 \pm 0,39\%$, dan laju transmisi uap air sebesar $3,50 \pm 0,02$ g mm/ m².jam.

Kata kunci: *Amorphophallus muelleri, Coffea canephora, porang, edible film, kulit kopi robusta*

PENDAHULUAN

Kulit kopi merupakan produk samping dari hasil pengolahan buah kopi yang belum dimanfaatkan secara optimal (Juwita *et al.*, 2017). Menurut Furusawa, *et*

al. (2011), kulit kopi bagian *silver skin* mengandung pektin sebanyak 29,5%. Salah satu pemanfaatan pektin dari kulit kopi ini adalah dengan menjadikannya sebagai bahan dasar pembuatan *edible film*. *Edible film*

merupakan salah satu jenis kemasan pangan yang berbentuk lapisan tipis yang aman untuk dikonsumsi (Sudaryati *et al.*, 2010). *Edible film* juga dapat memperpanjang umur simpan produk pangan karena sifat mekanisnya dan kemampuannya sebagai *barrier* (Kayserilioglu *et al.*, 2003).

Edible film berbahan dasar pektin memiliki sifat rapuh dan keras sehingga perlu dikombinasikan dengan bahan lain seperti glukomanan dan *plasticizer* untuk memperbaiki kelemahan tersebut (Syarifuddin dan Yunianta, 2015). Glukomanan dapat diekstrak dari umbi porang (*Amorphophallus muelleri* Blume). Glukomanan adalah suatu bahan pengemulsi pada industri makanan karena dapat membentuk gel dengan viskositas yang cukup tinggi di dalam cairan. Karakteristik ini menyebabkan glukomanan dapat dijadikan bahan pembuatan *edible film* (Siswanti *et al.*, 2013). Berdasarkan penelitian Siswanti, *et al.* (2013), *edible film* berbahan dasar glukomanan umbi porang dan pati maizena memiliki nilai ketebalan, kekuatan tarik, elongasi yang lebih tinggi, dan laju transmisi uap air yang lebih rendah.

Gliserol merupakan salah satu *plasticizer* yang dapat ditambahkan dalam pembuatan *edible film*. Menurut Handoko (2015), *edible film* yang ditambahkan

gliserol memiliki sifat kelarutan yang tinggi dan sifat mekanis (kuat tarik dan elongasi) yang baik.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan konsentrasi gliserol sebagai *plasticizer* dan ratio pektin: glukomanan terbaik untuk memperoleh *edible film* dengan karakteristik terbaik.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kulit kopi robusta bagian *silver skin* (*Coffea canephora*) dari Sumedang, Jawa Barat, umbi porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) usia 2 tahun yang diperoleh dari Madiun, Jawa Timur. Bahan dan larutan kimia yang digunakan untuk analisis terdiri dari , gliserol, akuades, etanol 96%, amonium oksalat monohidrat, CaCl₂, etanol 40%, etanol 60%, etanol 80%, H₂SO₄ 98%, H₂O₂ 30%, NaOH 35%, asam borat 4%, HCl 0,2 N, indikator fenol merah, NaOH 0,1 N, HCl 0,25 N, NaCl, asam oksalat 0,1 N, heksana, HCl 2%, fenilhidrazine-HCl, natrium asetat, HCl 6 M, metil merah, CaCl₂ 5%, NH₄OH, H₂SO₄ 20%, KMnO₄ 0,05 M.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah, oven (Memmert UNB 500), ayakan 60 mesh, ayakan 35 mesh,

ayakan 80 mesh, neraca analitik (Ohaus Adventurer), pompa vakum (Buchner), heater (Cimerec), pH meter (Metrohm), kertas saring (Whatman No.1), tanur (8000 Thermolyne), Kjeldahl *digestion block*, alat distilasi (Buchi), *automatic titrator* (Schott), *material testing machine* (Lyod LR 50K), dan alat-alat gelas.

Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental, yang terdiri dari tahap pendahuluan dan penelitian utama. Tahap pendahuluan bertujuan untuk mengekstraksi dan mengkarakterisasi pektin dari kulit kopi robusta, serta memurnikan dan mengkarakterisasi glukomanan dari tepung umbi porang. Penelitian utama bertujuan untuk menentukan konsentrasi gliserol serta rasio pektin dan glukomanan terbaik dalam pembentukan *edible film*.

Ekstraksi dan Karakterisasi Pektin Kulit Kopi Robusta

Ekstraksi pektin dari kulit kopi robusta dilakukan berdasarkan metode Sulaiman *et al.* (2015), Erika (2013), Ramli dan Asmawati (2011) dengan modifikasi. Kulit kopi bagian *silver skin* kering disortasi, diperkecil ukurannya dengan *blender* dan diayak hingga ukuran 35 mesh. Kulit kopi diekstraksi dengan larutan amonium oksalat 2,5% (rasio kulit kopi:

amonium oksalat = 1:10), pada suhu 90°C, pH 3,6 selama 90 menit. Larutan asam oksalat 10% digunakan untuk menurunkan pH hingga mencapai pH 3,6.

Bubur kulit kopi disaring dengan menggunakan kain saring dan diperas. Filtrat diendapkan dengan menambahkan etanol 96% (filtrat: etanol = 1:2) dan didiamkan selama 18 jam. Endapan disaring menggunakan kain saring dan dicuci sebanyak 4 kali dengan etanol 96% (masing-masing 100 ml). Pektin kulit kopi basah dikeringkan dalam oven bersuhu 40°C selama 6 jam. Pektin kering dihaluskan dengan *blender* dan diayak hingga 80 mesh. Analisis yang dilakukan terhadap pektin yang diperoleh adalah analisis rendemen, kadar air, kadar abu (AOAC, 2005), berat ekuivalen, kandungan metoksil, kandungan galakturonat, dan derajat esterifikasi (Akili *et al.*, 2012).

Persiapan, Pemurnian, dan Karakterisasi Tepung Glukomanan

Persiapan tepung glukomanan dilakukan berdasarkan Dwiyanti *et al.* (2015), dan Mawarni dan Widjanarko (2015) dengan modifikasi. Umbi porang dicuci, dikupas, dan diiris hingga ketebalan 4-5 mm. Irisan umbi porang dikeringkan di bawah sinar matahari selama 24 jam,

dikecilkan ukurannya dengan *blender*, dan diayak hingga 60 mesh.

Tepung umbi porang kasar ditimbang sebanyak 150 gram dan ditambahkan etanol 40% sebanyak 1500 ml, kemudian diaduk dengan menggunakan *magnetic stirrer* selama 4 jam 30 menit. Tepung hasil pencucian disaring dengan kain saring kemudian ditambahkan etanol 60% sebanyak 1500 ml dan diaduk menggunakan *magnetic stirrer* selama 4 jam 30 menit. Tepung hasil pencucian disaring dengan kain saring, ditambahkan etanol 80% sebanyak 1500 ml diaduk menggunakan *magnetic stirrer* dalam gelas piala selama 4 jam 30 menit. Tepung hasil pencucian disaring dengan kain saring dan dikeringkan dalam oven bersuhu 40°C selama 12 jam. Tepung hasil pencucian dihaluskan dengan *blender* dan diayak hingga 80 mesh. Analisis yang dilakukan terhadap tepung glukomanan yang diperoleh adalah analisis rendemen, analisis proksimat (AOAC, 2005), kadar glukomanan (Wigoeno, *et al.*, 2013), dan kadar kalsium oksalat (Mawarni dan Widjanarko, 2015).

Pembuatan *Edible Film*

Pembuatan *edible film* dilakukan berdasarkan Syarifudin dan Yuniarta (2015) dan Susilowati *et al.* (2017) dengan modifikasi. Formulasi *edible film* yang

dibuat dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Formulasi *edible film*

Bahan	Jumlah
Pektin kulit kopi : tepung glukomanan (%) (rasio = 1:1, 3:4, dan 4:3)	1,75
CaCl ₂ (dari % berat pektin)	6,5
Gliserol (% v/v)	0, 1, 2, 3
Akuades (ml)	100

Total pektin kulit kopi dan tepung glukomanan yang digunakan adalah 1,75 gram dalam 100 ml akuades. Pektin kulit kopi dan tepung glukomanan (rasio 1:1, 3:4, dan 4:3) masing-masing dilarutkan pada wadah yang terpisah. Pektin kulit kopi dilarutkan dengan 50 ml akuades, dipanaskan hingga 70°C, ditambahkan 6,5% CaCl₂ dari berat pektin, dan diaduk. Tepung glukomanan dilarutkan dengan 50 ml akuades, diaduk hingga homogen dan dimasukkan ke larutan pektin kulit kopi.

Larutan kemudian ditambahkan gliserol (0%, 1%, 2%, 3% v/v) dan diaduk. Larutan dipanaskan sambil diaduk dengan menggunakan *magnetic stirrer* pada suhu 70°C selama 5 menit dan 85°C selama 10 menit. Larutan kemudian didinginkan hingga suhu 50°C, dituangkan ke *film applicator*, dikeringkan di oven pada suhu

50°C selama 18 jam. *Edible film* yang dihasilkan dianalisis ketebalan, kuat tarik, elongasi (Zhong dan Xia, 2008), dan laju transmisi uap air (Hu *et al.*, 2001).

Berat Ekuivalen Pektin (Akili *et al.*, 2012)

Perhitungan berat ekuivalen pada pektin bertujuan untuk melihat ukuran gugus asam galakturonat. Pektin sebanyak 0,5 g ditambahkan 5 ml etanol dan dilarutkan dalam 100 ml akuades yang telah ditambahkan 1 g NaCl. Larutan kemudian ditambahkan indikator fenol merah dan dititrasi dengan menggunakan 0,1 N NaOH sampai titik akhir titrasi, yaitu terjadi perubahan warna menjadi merah kekuningan (pH 7,5) yang bertahan selama 30 detik. Berat ekuivalen pektin dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Berat ekuivalen} = \frac{\text{berat sampel (mg)}}{\text{Vol NaOH (ml)} \times \text{N NaOH}} \times 100\%$$

Kadar Metoksil (Akili *et al.*, 2012)

Larutan netral dari penentuan berat ekuivalen ditambahkan dengan 25 ml NaOH 0,25 N, diaduk, dan dibiarkan selama 30 menit pada suhu ruang dalam keadaan tertutup. Larutan kemudian ditambahkan 25 ml HCl 0,25 N dan dititrasi menggunakan 0,1 N NaOH hingga mencapai titik akhir titrasi (warna merah kekuningan). Kadar metoksil pektin dihitung dengan rumus:

$$\text{Kadar metoksil (\%)} = \frac{\text{Vol NaOH (ml)} \times 31 \times \text{N NaOH} \times 100\%}{\text{berat sampel (mg)}}$$

*Nilai 31 merupakan berat molekul metoksil yang berupa CH₃O.

Kadar Galakturonat (Akili *et al.*, 2012)

Kandungan galakturonat dihitung dari miliekivalen (mEq) NaOH yang diperoleh dari penentuan berat ekuivalen dan kadar metoksil. Kadar galakturonat dihitung dengan rumus:

$$\text{Kadar galakturonat (\%)} = \frac{\text{mEq (berat ekuivalen + kadar metoksil)} \times 176 \times 100\%}{\text{berat sampel (mg)}}$$

*Nilai 176 merupakan berat molekul galakturonat.

Derajat Esterifikasi (Akili *et al.*, 2012)

Derajat esterifikasi didapatkan dari kadar metoksil dan kadar galakturonat. Derajat esterifikasi dihitung dengan rumus:

$$\text{Derajat esterifikasi} = \frac{\text{kadar metoksil} \times 176}{\text{kadar galakturonat} \times 31} \times 100\%$$

Kadar Glukomanan (Wigoeno *et al.*, 2013)

Analisis kadar glukomanan dilakukan dengan metode refluks. Tepung glukomanan sebanyak 1 gram ditambahkan 50 ml larutan HCl 2% dan dipanaskan menggunakan refluks kondensor selama 3 jam. Larutan kemudian disaring menggunakan kertas Whatman No. 1. Filtrat yang didapatkan dinetralkan dengan larutan NaOH dan dihilangkan warnanya dengan menggunakan arang aktif. Filtrat kemudian

dievaporasi hingga menghasilkan 10 ml filtrat pekat. Filtrat pekat ditambahkan 0,571 g phenylhydrazine-HCl dan 0,928 g natrium asetat yang telah dilarutkan dalam 5 ml air. Larutan hasil pencampuran disimpan pada suhu 5°C selama 18 jam sehingga terbentuk kristal manosa phenylhydrazine. Kristal manosa phenylhydrazine difiltrasi dengan menggunakan kertas Whatman No. 1 dan ditimbang. Kadar glukomanan dihitung dengan rumus:

$$\text{Kadar glukomanan (\%)} = \frac{\left(\frac{2}{3} \times a\right)}{(b-c)} \times 100\%$$

Keterangan:

- 2/3 : faktor konversi manosa phenylhydrazine ke manosa total
a : berat kristal manosa phenylhydrazine
b : berat tepung porang kasar
c : berat air dalam tepung porang kasar

Kadar Kalsium Oksalat (Mawarni dan Widjanarko, 2015)

Analisis kadar kalsium oksalat dilakukan dengan metode volumetrik. Sampel sebanyak 2 gram dimasukkan ke dalam gelas piala dan ditambahkan 190 ml akuades serta 10 ml HCl 6 M. Larutan dipanaskan selama 1 jam pada suhu 100°C kemudian didinginkan. Larutan yang telah dingin diencerkan dengan akuades hingga volumenya mencapai 250 ml dan difiltrasi dengan menggunakan kertas saring. Filtrat yang didapatkan dibagi 2, masing-masing 125 ml, dan ditambahkan 4 tetes indikator metil merah. Filtrat kemudian ditambahkan

ammonium hidroksida (NH₄OH) hingga warnanya berubah dari pink menjadi kuning.

Filtrat yang telah berubah warna dipanaskan kembali hingga suhunya mencapai 90°C. Filtrat ditambahkan 10 ml CaCl₂ 5% sambil diaduk dengan *magnetic stirrer* selama 3 menit. Filtrat kemudian didiamkan pada suhu 5°C selama 18 jam. Filtrat dipisahkan dari endapannya dengan menggunakan *centrifuge* pada kecepatan 5000 rpm selama 30 menit. Endapan kemudian dilarutkan dengan 10 ml H₂SO₄ 20% hingga diperoleh 10 ml filtrat. Kedua bagian filtrat (masing-masing 10 ml) dicampurkan dan ditambahkan 280 ml akuades hingga volumenya mencapai 300 ml. Filtrat diambil sebanyak 125 ml dan dipanaskan hingga hampir mendidih. Filtrat kemudian dititrasi dengan KMnO₄ 0,05 M yang telah distandarisasi hingga terbentuk warna pink yang tidak hilang selama 30 detik. Kadar kalsium oksalat dihitung dengan rumus:

$$\text{Kadar oksalat (mg/100g)} = \frac{T \times V_{me} \times D_f}{ME \times M_f} \times 10^5$$

Keterangan:

- T = volume KMnO₄ yang digunakan untuk titrasi (ml)
V_{me} = volume massa ekuivalen (1 cm³ KMnO₄ 0,05 M setara dengan 0,00225 g asam oksalat anhidrat)
D_f = faktor pengenceran (2,40 diperoleh dari volume filtrat 300 ml dibagi dengan volume filtrat yang digunakan 125 ml)
ME = molar ekuivalen KMnO₄ (0,05)
M_f = massa sampel (g)

Ketebalan, Kuat Tarik, dan Elongasi (Zhong dan Xia, 2008)

Ketebalan diukur dengan menggunakan jangka sorong digital, sedangkan kuat tarik dan elongasi *edible film* diukur dengan menggunakan alat *material testing machine* “Lyod” LR 50K. *Film* yang akan diuji memiliki ukuran sebesar 100 x 20 mm. *Film* ditempatkan pada bagian tengah alat penjepit dan ditarik dengan kecepatan 1 mm/detik untuk mengukur nilai kuat tarik dan elongasinya. Data yang didapatkan akan ditampilkan di layar komputer.

Laju Transmisi Uap Air (Hu *et al.*, 2001)

Laju transmisi uap air diukur dengan menggunakan metode basah. Akuades diletakkan di dalam gelas piala dan *edible film* yang akan diukur digunakan untuk menutup bagian atas gelas piala. *Edible film* ditempelkan dengan menggunakan *parafilm*. Gelas piala kemudian diletakkan di dalam desikator yang berisi *silica gel*. Penurunan berat akibat transmisi uap air yang diserap oleh *silica gel* diukur setiap jam selama 8 jam untuk menentukan laju transmisi uap air. Laju transmisi uap air dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Laju transmisi uap air} = \frac{G \times X}{A \times t}$$

Keterangan:

G : perubahan berat (gram)

A : luas area permeabilitas (m²)

t : waktu (jam)

X : ketebalan *film* (mm)

Analisis Data

Data hasil penelitian yang diperoleh dianalisis secara statistik menggunakan metode *Univariate* melalui *software* SPSS versi 22.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Pektin Kulit Kopi Robusta

Tabel 2. Karakteristik pektin kulit kopi robusta

Parameter	Pektin hasil ekstraksi	Pektin metoksil rendah komersial
Rendemen (%)	21,87 ± 0,52	-
Kadar air (%)	11,49 ± 0,34	Maks. 12
Kadar abu (%)	5,02 ± 0,01	Maks. 10
Berat ekuivalen (mg)	1192,65 ± 4,54	600-800
Kadar metoksil (%)	2,54 ± 0,08	2,5 – 7,12
Kadar galakturonat (%)	29,17 ± 0,48	Min. 65
Derajat esterifikasi (%)	49,38 ± 0,80	Maks. 50

Sumber: IPPA (2001)

Tabel 2 menunjukkan karakteristik pektin kulit kopi robusta hasil ekstraksi. Rendemen pektin hasil ekstraksi adalah 21,87±0,52%, lebih rendah dibandingkan

hasil yang didapatkan pada penelitian Furusawa *et al.* (2011), yaitu 29,5%. Kadar air pektin diuji untuk mengetahui ketahanannya selama penyimpanan (Pardede *et al.*, 2013) dan kadar abu diuji untuk mengetahui kemurnian pektin yang dihasilkan (Budiyanto dan Yulianingsih, 2008). Kadar air dan kadar abu pektin hasil ekstraksi pada penelitian ini sudah sesuai dengan standar pektin komersial.

Berat ekuivalen pektin hasil ekstraksi adalah $1192,65 \pm 4,54$ mg, lebih tinggi dibandingkan standar pektin komersial. Berat ekuivalen yang lebih tinggi dari 800 mg menunjukkan bahwa pektin hasil ekstraksi memiliki gugus metil ester yang banyak. Menurut Sharma *et al.* (2006), keberadaan gugus metil mencegah pembentukan agregasi antara gugus karboksil dan ion Ca^{2+} . Dengan kata lain, semakin tingginya kadar gugus teresterifikasi (metil ester) akan menurunkan kekuatan gel yang terbentuk. Berat ekuivalen pektin yang tinggi pada penelitian ini dapat disebabkan oleh pH ekstraksi kulit kopi yang terlalu tinggi (pH 3,6) sehingga de-esterifikasi pektin menjadi asam pektat kurang maksimal dan meningkatkan berat ekuivalen pektin. Ekstraksi pektin dari buah-buahan dan sayur-sayuran biasanya dilakukan pada pH 1,5 - 3,0 (Altaf *et al.*, 2015).

Kadar metoksil pektin dianalisis karena kadar metoksil akan mempengaruhi struktur dan tekstur dari gel pektin (Goycoolea dan Adriana, 2003). Kadar metoksil pektin hasil ekstraksi adalah $2,54 \pm 0,08\%$ sehingga pektin termasuk dalam pektin metoksil rendah. Kadar galakturonat pektin hasil ekstraksi adalah $29,17 \pm 0,48\%$, lebih rendah dibandingkan standar pektin komersial (65%). Kadar galakturonat yang semakin rendah menunjukkan tingkat kemurnian pektin yang rendah sehingga membentuk struktur dan tekstur gel pektin yang lemah (Akili *et al.*, 2012).

Derajat esterifikasi pektin hasil ekstraksi adalah $49,38 \pm 0,80\%$ sehingga pektin termasuk dalam pektin metoksil rendah (derajat esterifikasi $< 50\%$). Pektin metoksil rendah akan membentuk gel jika terdapat kation polivalen seperti kalsium (Assifaoui *et al.*, 2015).

Karakteristik Glukomanan Umbi Porang

Tabel 3 menunjukkan karakteristik tepung glukomanan hasil pemurnian dari umbi porang. Tepung glukomanan hasil pemurnian memiliki rendemen $62,70 \pm 0,63\%$, lebih tinggi dari rendemen glukomanan yang dihasilkan pada penelitian Siswanti *et al.* (2013), yaitu sebesar 9,88%.

Tabel 3. Karakteristik tepung glukomanan umbi porang

Parameter	Jumlah
Rendemen (%)	62,70 ± 0,63
Kadar air (%)	10,53 ± 0,03
Kadar abu (%)	0,38 ± 0,02
Kadar protein (%)	2,75 ± 0,03
Kadar lemak (%)	0,84 ± 0,02
Kadar karbohidrat (%)	85,52 ± 0,03
Kadar glukomanan (%)	58,19 ± 0,33
Kadar kalsium oksalat (%)	1,24 ± 0,01

Kadar air dan kadar lemak tepung glukomanan hasil pemurnian sudah sesuai dengan penelitian sebelumnya oleh Mawarni dan Widjanarko (2015), yaitu masing-masing sebesar 10,02% dan 0,88%. Akan tetapi, pada penelitian oleh Mawarni dan Widjanarko (2015), kadar abu dari tepung glukomanan yang dihasilkan adalah sebesar 0,18%, kadar protein sebesar 0,61%, dan kadar kalsium oksalat sebesar 0,89%.

Kadar glukomanan dari tepung glukomanan hasil pemurnian lebih rendah dari kadar glukomanan pada penelitian Mawarni dan Widjanarko (2015) yaitu sebesar 78,23%. Kadar glukomanan yang lebih rendah dikarenakan umur umbi porang yang digunakan pada penelitian ini adalah 2 tahun, sementara umur umbi yang digunakan pada penelitian Mawarni dan Widjanarko (2015) adalah 3 tahun. Menurut

Sumarwoto (2004), umbi porang yang semakin tua akan memiliki kandungan glukomanan yang semakin tinggi.

Pengukuran kadar kalsium oksalat dilakukan agar tepung glukomanan dapat dikonsumsi secara aman. Batas aman konsumsi kalsium oksalat untuk orang dewasa adalah 0,60 –1,25 gram kalsium oksalat per hari (Mawarni dan Widjanarko, 2015). Kadar kalsium oksalat tepung glukomanan pada penelitian ini setara dengan 1,24 gram kalsium oksalat/100 gram yang berarti kadar kalsium oksalat tepung glukomanan aman untuk dikonsumsi.

Karakteristik *Edible Film* dari Pektin Kulit Kopi Robusta dan Glukomanan Umbi Porang

Ketebalan

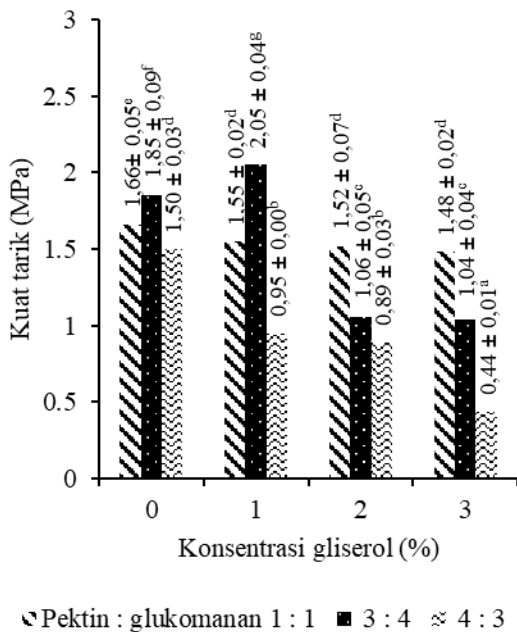
Hasil analisis statistik *Univariate* menunjukkan bahwa rasio pektin: glukomanan, konsentrasi gliserol, dan interaksi rasio pektin:glukomanan dan konsentrasi gliserol tidak memiliki pengaruh yang signifikan ($p>0,05$) terhadap ketebalan dari *edible film* pektin kulit kopi dan glukomanan umbi porang. Rata-rata ketebalan *edible film* yang dihasilkan adalah $0,11\pm 0,01$ mm.

Kuat Tarik

Kuat tarik menentukan tingkat ketahanan *edible film* terhadap kerusakan

akibat peregangannya dan tegangannya (Warkoyo *et al.*, 2014). Hasil analisis statistik *Univariate* menunjukkan bahwa rasio pektin:glukomanan, konsentrasi gliserol, dan interaksi antara rasio pektin:glukomanan dan konsentrasi gliserol memiliki pengaruh yang signifikan ($p < 0,05$) terhadap nilai kuat tarik *edible film*.

Kuat tarik dari *edible film* pektin dan glukomanan dapat dilihat pada Gambar 1.



Keterangan: Notasi huruf yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan signifikan ($p < 0,05$)

Gambar 1. Pengaruh rasio pektin:glukomanan dan konsentrasi gliserol terhadap nilai kuat tarik *edible film*

Nilai kuat tarik *edible film* tertinggi adalah $2,05 \pm 0,04$ MPa dihasilkan dari

kombinasi rasio pektin:glukomanan sebesar 3:4 dan konsentrasi gliserol 1%.

Nilai kuat tarik *edible film* menurun seiring meningkatnya konsentrasi gliserol dikarenakan gliserol dapat mengurangi ikatan hidrogen internal pada ikatan intermolekular pada *edible film* (Akili *et al.*, 2012). Sebaliknya, peningkatan konsentrasi glukomanan meningkatkan kuat tarik *edible film* karena glukomanan akan membentuk ikatan intermolekular yang banyak dalam matriks *edible film* (Siswanti *et al.*, 2013).

Peningkatan konsentrasi pektin cenderung menurunkan nilai kuat tarik dari *edible film* dikarenakan pektin hasil ekstraksi kulit kopi memiliki kandungan galakturonat yang rendah. Kandungan galakturonat yang rendah menyebabkan pembentukan struktur dan tekstur gel yang dihasilkan kurang baik (Erika, 2013).

Kenaikan nilai kuat tarik pada *edible film* pektin:glukomanan dengan rasio 3:4 dan konsentrasi gliserol 1% disebabkan adanya sifat *anti-plasticizer* yang dihasilkan dari interaksi antara polisakarida dan gliserol. Sifat *anti plasticizer* disebabkan adanya kompetisi dari peningkatan kekuatan ikatan hidrogen antara gliserol dan polisakarida sehingga matriks *film* yang dihasilkan lebih padat dan menyisakan ruang yang lebih

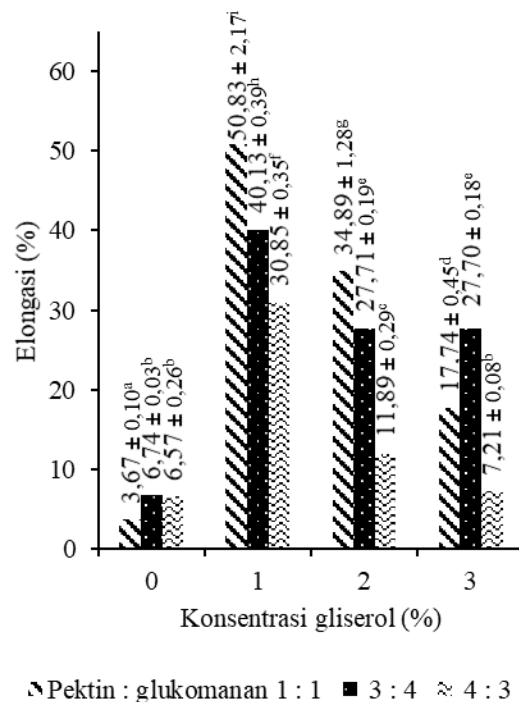
sedikit untuk air di dalam *film* (Liang dan Ludescher, 2015).

Elongasi

Elongasi adalah kemampuan *edible film* untuk meregang sehingga dapat membentuk *edible film* yang tidak rapuh, tidak kaku, dan mudah diaplikasikan pada bahan pangan (Warkoyo *et al*, 2014). Hasil analisis statistik *Univariate* menunjukkan bahwa rasio pektin: glukomanan, konsentrasi gliserol, dan interaksi antara rasio pektin: glukomanan dan konsentrasi gliserol memiliki pengaruh yang signifikan ($p < 0,05$) terhadap nilai elongasi *edible film*. Elongasi dari *edible film* pektin dan glukomanan dapat dilihat pada Gambar 2.

Nilai elongasi *edible film* tertinggi adalah $50,83 \pm 2,17\%$ yang dihasilkan dari kombinasi rasio pektin: glukomanan 1:1 dan konsentrasi gliserol 1% yang berbeda signifikan dengan formulasi lain. Menurut Coniwanti *et al.* (2014), *edible film* yang baik memiliki nilai elongasi antara 10-50%. Nilai elongasi yang diperoleh pada penelitian ini juga lebih baik dibandingkan dengan elongasi pada *edible film* yang dibuat dengan tepung maizena dan glukomanan, yaitu berkisar antara 15,56% - 30,56% (Siswanti *et al.*, 2013).

Nilai elongasi dari *edible film* dengan rasio pektin: glukomanan 1:1, 3:4, 4:3 mengalami peningkatan dari penambahan gliserol 0% hingga 1% dan kemudian menurun hingga konsentrasi 3%. Hasil ini juga bertentangan dengan penelitian oleh Sitompul dan Zubaidah (2017) yang menyatakan bahwa peningkatan konsentrasi gliserol akan menaikkan persen elongasi *edible film* yang dihasilkan.



Keterangan: Notasi huruf yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan signifikan ($p < 0,05$)

Gambar 2. Pengaruh rasio pektin: glukomanan dan konsentrasi gliserol terhadap nilai elongasi *edible film*

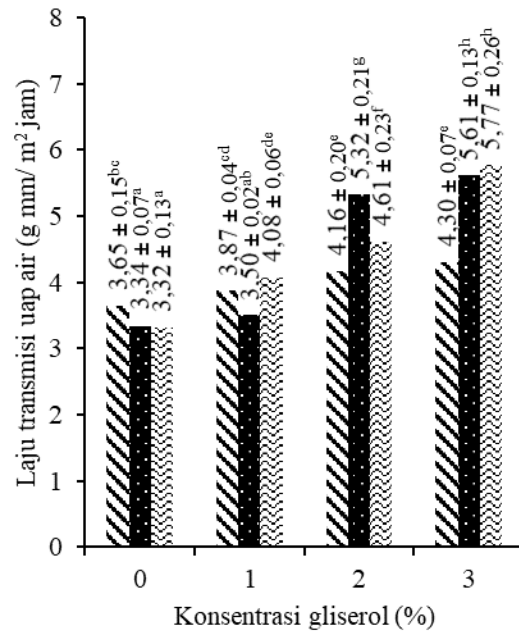
Hal ini disebabkan penambahan *plasticizer* secara umum akan menurunkan gaya antar molekul, sehingga tingkat mobilitas antar rantai molekul meningkat. Oleh karena itu, peningkatan konsentrasi gliserol pada pembuatan *edible film* akan menurunkan ikatan kohesi antar polimer yang mengakibatkan *edible film* yang terbentuk akan lebih elastis.

Penurunan nilai elongasi *edible film* pada penambahan konsentrasi gliserol 2% dan 3% mungkin disebabkan titik jenuh yang telah terlampaui. Akibatnya adalah jarak ikatan antar molekul menurun dan terjadi pemisahan fase antara polisakarida dan gliserol (Selpiana *et al.*, 2016; Sman 2018).

Laju Transmisi Uap Air

Edible film yang baik harus memiliki laju transmisi uap air yang rendah sehingga difusi uap air yang melewati *edible film* dapat lebih terhambat (Warkoyo *et al.*, 2014). Hasil analisis statistik *Univariate* menunjukkan bahwa rasio pektin :glukomanan, konsentrasi gliserol, dan interaksi antara rasio pektin:glukomanan dan konsentrasi gliserol memiliki pengaruh yang signifikan ($p < 0,05$) terhadap nilai laju transmisi uap air *edible film*. Laju transmisi

uap air *edible film* pektin dan glukomanan dapat dilihat pada Gambar 3.



▨ Pektin : glukomanan 1 : 1 ■ 3 : 4 ∞ 4 : 3

Keterangan: Notasi huruf yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan signifikan ($p < 0,05$)

Gambar 3. Pengaruh rasio pektin: glukomanan dan konsentrasi gliserol terhadap laju transmisi uap air *edible film*

Nilai laju transmisi uap air *edible film* terendah adalah $3,32 \pm 0,13$ g mm/m² jam dihasilkan dari formulasi dengan rasio pektin: glukomanan 4:3 dan konsentrasi gliserol 0% namun tidak berbeda signifikan dengan *edible film* yang dihasilkan dari kombinasi rasio pektin glukomanan 3:4 dan konsentrasi gliserol 0% serta kombinasi rasio pektin glukomanan 3:4 dan konsentrasi gliserol 1%.

Menurut Liang dan Ludescher (2015), interaksi antara polisakarida dan gliserol mempengaruhi tingkat kekuatan ikatan hidrogen antar molekul dalam *edible film*., yang kemudian menentukan kerapatan dari *edible film* dan kemampuannya dalam menghambat laju difusi uap air.

Berdasarkan hasil penelitian, nilai laju transmisi uap air dari *edible film* pektin dan glukomanan meningkat seiring meningkatnya konsentrasi gliserol. Peningkatan laju transmisi uap air karena gliserol adalah *plasticizer* yang bersifat hidrofilik yang dapat menurunkan sifat hidrofobik *edible film* dan meningkatkan sifat higroskopisnya (Akili *et al.*, 2012).

Laju transmisi uap air ini juga dipengaruhi oleh keberadaan pektin dan glukomanan pada *edible film*. Menurut Pradana *et al.* (2017), pektin dan glukomanan sebagai bahan pembuatan *edible film* dapat menurunkan laju transmisi uap air dari *edible film* karena semakin banyaknya matriks yang terbentuk dalam *edible film*. Matriks yang semakin banyak ini akan membuat jaringan *edible film* yang semakin kompak dan kokoh, sehingga meningkatnya kekuatan *edible film* untuk menahan uap air (Siswanti *et al.*, 2013).

Berdasarkan analisis yang dilakukan pada *edible film* yang dihasilkan, maka

formulasi *edible film* terbaik dalam penelitian ini adalah *edible film* dengan rasio pektin dan glukomanan 3:4 dengan penambahan gliserol 1%. Hal ini dikarenakan *edible film* dengan formulasi ini memiliki nilai kuat tarik tertinggi, nilai elongasi tertinggi, dan laju transmisi uap air yang terendah.

KESIMPULAN

Formulasi *edible film* terbaik yang diperoleh pada penelitian ini adalah *edible film* dengan penambahan gliserol 1% dan rasio pektin: glukomanan 3:4. Formulasi ini menghasilkan *edible film* dengan ketebalan $0,11 \pm 0,1$ mm, nilai kuat tarik sebesar $2,05 \pm 0,04$ MPa, nilai elongasi sebesar $40,13 \pm 0,39\%$, dan laju transmisi uap air sebesar $3,50 \pm 0,02$ g mm/ m² jam.

DAFTAR PUSTAKA

- Akili, M. S., Ahmad, U., dan Suyatma, N. E. 2012. Karakteristik *edible film* dari pektin hasil ekstraksi kulit pisang. Jurnal Keteknik Pertanian 26 (1): 39-46.
- Altaf, U., Immanuel, G., dan Iftikhar, F. 2015. Extraction and characterization of pectin derived from papaya (*Carica papaya* Linn.) peel. International Journal of Science, Engineering, and Technology 3(4): 970-974.
- Assifaoui, A., Lerbret, A., H. T. Uyen, Neiers, F., Chambin, O., Loupiac, C., dan Cousin, F. 2015. Structural

- behavior differences in low methoxyl pectin solutions in the presence of divalent cations (Ca^{2+} and Zn^{2+}): a process driven by the binding mechanism of the cation with the galacturonate unit. *Soft Matter* 11 (3): 551-560.
- Association of Official Analytical Chemist (AOAC). 2005. *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. Arlington: AOAC Inc.
- Budiyanto, A. dan Yulianingsih. 2008. Pengaruh suhu dan waktu ekstraksi terhadap karakter pektin dari ampas jeruk siam (*Citrus nobilis* L.). *Jurnal Pascapanen* 5 (2): 37-44.
- Chambi, H. N. M., dan Grosso, C. R. F. 2011. Mechanical and water vapor permeability properties of biodegradable films based on methylcellulose, glucomannan, pectin and gelatin. *Cienc. Tecnol. Aliment.* 31 (3): 1-11.
- Coniwanti, P., Pertiwi, D., dan Pratiwi, D. M. 2014. Pengaruh peningkatan konsentrasi gliserol dan VCO (*Virgin Coconut Oil*) terhadap karakteristik *edible film* dari tepung aren. *Jurnal Teknik Kimia* 20 (2): 17-24.
- Dwiyanti, E. R., Widjanarko, S. B., dan Purwatiningrum, I. 2015. Pengaruh penambahan gel porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) pada pembuatan kerupuk puli. *Jurnal Pangan dan Agroindustri* 3 (4): 1521-1530.
- Erika, C. 2013. Ekstraksi pektin dari kulit kakao (*Theobroma cacao* L.) menggunakan ammonium oksalat. *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia* 5 (2): 1-6.
- Furusawa, M., Narita, Y., Iwai, K., Fukunaga, T., dan Nakagiri, O. 2011. Inhibitory effect of hot water extract of coffee "silverskin" on hyaluronidase. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry* 75: 1205-1207.
- Goycooela, F. M. dan Cardenas, A. 2003. Pectin from *Opuntia spp.* : a short review. *Journal of the Professional Association for Cactus Development* 5: 17-29.
- Handoko, M.A. 2015. Pengaruh gliserol sebagai plasticizer terhadap karakteristik *edible film* berbasis karagenan dari alga merah (*Eucheuma cottonii*). *Teknologi Pangan, Semarang, Indonesia* : Universitas Katolik Soegijapranata, STP, Skripsi.
- Hu, Y., Topolkaraev, V., Hiltner, A, dan Baer, E. 2001. Measurement of water vapor transmission rate in highly permeable films. *Journal of Applied Polymer Science* 81 (7): 1624-1633.
- International Pectin Producers Association (IPPA). 2001. Type of Pectin. Downloaded from http://www.ippa.info/types_of_pectn.htm. on 18/7/2018.
- Juwita, A. I., Mustafa, A., dan Tamrin, R. 2017. Studi pemanfaatan kulit kopi arabika (*Coffea arabica* L.) sebagai mikroorganisme lokal (MOL). *AGROINTEK* 11 (1): 1-8.
- Kayserilioglu, B.S., Bakir, U., Yilmaz, L., dan Akkasu, N.I. 2003. Drying temperature and relative humidity effects on wheat gluten film properties. *J. Agric. Food Chem.* 51: 964-968.
- Liang, J. dan Ludescher, R. 2015. Effects of glycerol on the molecular mobility

- and hydrogen bond network in starch matrix. *Carbohydrate Polymers* 115: 401-407.
- Mawarni, R. T. dan Widjanarko, S. B. 2015. Penggilingan metode *ball mill* dengan pemurnian kimia terhadap penurunan oksalat tepung porang. *Jurnal Pangan dan Agroindustri* 3 (2): 571-581.
- Pardede, A., Devi, R., dan Agus, M. H. P. 2013. Ekstraksi dan karakterisasi pektin dari kulit kemiri (*Alleurites mollucana* Willd). *Media Sains* 5 (1): 66-71.
- Pradana, G. W., Jacob, A. M., dan Suwandi, R. 2017. Karakteristik tepung pati dan pektin buah pedada serta aplikasinya sebagai bahan baku pembuatan *edible film*. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia* 20 (3): 609-619.
- Ramli, N. dan Asmawati. 2011. Effect of ammonium oxalate and acetic acid at several extraction time and pH on some physicochemical properties of pectin from cocoa husks (*Theobroma cacao*). *African Journal of Food Science* 5 (15): 790-798.
- Selpiana, Patricia, dan Anggraeni, C. P. 2016. Pengaruh penambahan kitosan dan gliserol pada pembuatan bioplastik dari ampas tebu dan ampas tahu. *Jurnal Teknik Kimia* 22(1): 57-64.
- Sharma, B. R., Naresh, L., Dhuldhoya, N. C., Merchant, S. U., dan Merchant, U. C. 2006. An overview of pectins. *Times Food Processing Journal* 23(2): 44-51.
- Siswanti, Anandito, R. B. K., dan Manuhara, G. J. 2013. Karakterisasi *edible film* komposit dari glukomanan umbi iles iles (*Amorphophallus muelleri* Blume) dan maizena. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian* 6 (2): 111-118.
- Sitompul, A.J.W.S. dan Zubaidah, E. 2017. Pengaruh jenis dan konsentrasi plasticizer terhadap sifat fisik *edible film* kolong kaling (*Arenga pinnata*). *Jurnal Pangan dan Agroindustri* 5(1):13-25.
- Sman, R. G. M. 2018. Phase separation, antiplasticization, and moisture sorption in ternary systems containing polysaccharides and polyols. *Food Hydrocolloids* 87: 360-370.
- Sudaryati, H. P., Mulyani, T., dan Hansyah, E. R. 2010. Sifat fisik dan mekanis *edible film* dari tepung porang (*Amorphophallus oncophyllus*) dan karboksimetilselulosa. *Jurnal Teknologi Pertanian* 11 (3): 196 - 201.
- Sulaiman, I., Muzaifa, M., Patria, A., Basyamfar, R. A., dan Munandar, J. 2015. Ekstraksi pektin dari limbah padat (pulp) kopi arabika (*Coffea arabica*) melalui optimasi suhu ekstraksi. *Prosiding Seminar Nasional Hasil Riset dan Standardisasi Industri V*, p. 279-284. Banda Aceh, Indonesia: Balai Riset dan Standarisasi Industri Banda Aceh.
- Sumarwoto. 2004. Pengaruh pemberian kapur dan ukuran bulbil terhadap pertumbuhan iles iles (*Amorphophallus muelleri* Blume) pada tanah ber-Al tinggi. *J Ilmu Pertanian* 11 (2): 45-53.
- Susilowati, P. E., Fitri, A., dan Natsir, M. 2017. Penggunaan pektin kulit buah kakao sebagai edible coating pada kualitas buah tomat dan masa

- simpan. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan* 6 (2): 1-4.
- Syariffudin, A. dan Yuniarta. 2015. Karakterisasi *edible film* dari pektin albedo jeruk bali dan pati garut. *Jurnal Pangan dan Agroindustri* 3 (4): 1538-1547.
- Warkoyo, Rahardjo, B., Marseno, D. W., dan Karyadi, J. N. W. 2014. Sifat fisik, mekanik, dan *barrier edible film* berbasis pati umbi kimpul (*Xanthosoma sagittifolium*) yang diinkorporasi dengan kalium sorbat. *Agritech* 34 (1): 72-81.
- Wigoeno, Y. A., Azrianingsih, R., dan Roosdiana, A. 2013. Analisis kadar glukomanan pada umbi porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) menggunakan refraksi kondensor. *Jurnal Biotropika* 1 (5): 231-235.
- Zhong, Q. P. dan Xia, W. S. 2008. Physiochemical properties of edible and preservative films from chitosan/cassava starch/ gelatin blend plasticized with glycerol. *Food Technol. Biotechnol.* 46 (3): 262-269.