

Aktivitas Inhibisi α -Glukosidase Minuman Fungsional Jahe (*Zingiber officinale* Rosc.) Dengan Ekstrak Kulit Melinjo Kuning (*Gnetum gnemon* L.). [Activity of α -Glucosidase Inhibition on Functional Drink of Ginger (*Zingiber officinale* Rosc.) by Adding Yellow Melinjo Peel Extract (*Gnetum gnemon* L.)]

Kualitas Es Krim Dengan Penambahan Tepung Biji Salak Pondoh (*Salacca edulis* Reinw.) Sebagai Stabilizer. [Quality of Ice Cream With The Addition of Salak Pondoh (*Salacca edulis* Reinw.) Seed Flour as Stabilizer]

Aplikasi Tepung Tapioka dan Gapek Termodifikasi Fisik Dalam Pembuatan Mi Lethek. [Application of Physical Modified Cassava and Tapioca Flour in Lethek Noodle Making]

Substitusi Tepung Singkong Terhadap Tepung Terigu dan Penambahan Protein dalam Pembuatan Mi Kering. [Substitution of Cassava Flour to Wheat Flour and The Addition of Protein in Making Dry Noodle].

Produksi N-Asetil-Glukosamin dari Kulit Udang Menggunakan Kitinase Ekstraseluler dari *Providencia stuartii*. [Production of N-Acetylglucosamine from Shrimp Shells Using Extracellular Chitinase from *Providencia stuartii*]

Pemanfaatan Kacang Merah (*Phaseolus vulgaris* L.) dan Jamur Tiram (*Pleurotus ostreatus*) Dalam Pembuatan Dendeng Analog. [Utilization of Red Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and Oyster Mushroom in The Making of Analog Jerky]

Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Biji dan Kulit Buah Melinjo (*Gnetum gnemon* L.). [Antioxidant Activity of Melinjo Seeds and Skin Extracts (*Gnetum gnemon* L.)]

Diterbitkan Oleh Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Pelita Harapan

DAFTAR ISI

1. Aktivitas Inhibisi α -Glukosidase Minuman Fungsional Jahe (*Zingiber officinale* Rosc.) Dengan Ekstrak Kulit Melinjo Kuning (*Gnetum gnemon* L.) [*Activity of α -Glucosidase Inhibition on Functional Drink of Ginger (*Zingiber officinale* Rosc.) by Adding Yellow Melinjo Peel Extract (*Gnetum gnemon* L.)*]. Oleh : Aileen Neysha, Tagor Marsillam Siregar 1-18
2. Kualitas Es Krim Dengan Penambahan Tepung Biji Salak Pondoh (*Salacca edulis* Reinw.) Sebagai Stabilizer [*Quality of Ice Cream With The Addition of Salak Pondoh (*Salacca edulis* Reinw.) Seed Flour as Stabilizer*]. Oleh : Yovita Meliantha Yuwono, Franciscus Sinung Pranata, Yuliana Reni Swasti) 19-32
3. Aplikasi Tepung Tapioka dan Gaplek Termodifikasi Fisik Dalam Pembuatan Mi *Lethek* [*Application of Physical Modified Cassava and Tapioca Flour in Lethek Noodle Making*]. Oleh : Nuri Arum Anugrahati, Elsie Carista 33-45
4. Substitusi Tepung Singkong Terhadap Tepung Terigu dan Penambahan Protein dalam Pembuatan Mi Kering [*Substitution of Cassava Flour to Wheat Flour and The Addition of Protein in Making Dry Noodle*]. Oleh : Hardoko, Priscilla Fransisca, Titri Mastuti Siratantri. 46-62
5. Produksi N-Asetil-Glukosamin dari Kulit Udang Menggunakan Kitinase Ekstraseluler dari *Providencia stuartii*. [*Producion of N-Acethylglucosamine from Shrimp Shells Using Extracelluler Chitinnase from Providencia stuartii*]. Oleh : Yuniwaty Halim, Cynthia, Hardoko, Ratna Handayani 63-73
6. Pemanfaatan Kacang Merah (*Phaseolus vulgaris* L.) dan Jamur Tiram (*Pleurotus ostreanus*) Dalam Pembuatan Dendeng Analog. [*Utilization of Red Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and Oyster Mushroom in The Making of Analog Jerky*]. Oleh : Eveline, Jhansen Zhendy . . .74-91
7. Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Biji dan Kulit Buah Melinjo (*Gnetum gnemon* L.) [*Antioxidant Activity of Melinjo Seeds and Skin Extracts (*Gnetum gnemon* L.)*]. Oleh : Dela Rosa, Michelle A. Yuswandi, Tagor Marsillam Siregar, Marcelia Sugata, Ernestine Arianditha. 92-98

Editorial Team

Pimpinan Redaksi [*Editor in Chief*]

1. Mr. Hardoko , Dr.

Dewan Redaksi [*Editorial Board*]

1. Mr. Manlian Ronald A Simanjuntak, Prof. Dr.
2. Mrs. Nuri Arum Anugrahati, Dr.
3. Mr. Kie Van Ivanky Saputra, Dr
4. Mr. Henri Putra Uranus, Dr
5. Mr. Bambang Budi Sasmito, Dr.
6. Mr. Bambang Kiranadi, Dr.

Administrasi dan Keuangan [*Administration and Finance*]

1. Mrs. Sabrina K Whardhani

AKTIVITAS INHIBISI α -GLUKOSIDASE MINUMAN FUNGSIONAL JAHE (*Zingiber officinale* Rosc.) DENGAN EKSTRAK KULIT MELINJO KUNING (*Gnetum gnemon* L.)

[ACTIVITY OF α -GLUCOSIDASE INHIBITION ON FUNCTIONAL DRINK OF GINGER (*Zingiber officinale* Rosc.) BY ADDING YELLOW MELINJO PEEL EXTRACT (*Gnetum gnemon* L.)]

Aileen Neysha dan Tagor Marsillam Siregar*

Laboratorium Kimia, Program Studi Teknologi Pangan, Universitas Pelita Harapan
Jl. M.H. Thamrin Boulevard Raya 1100, Lippo Karawaci, Tangerang, Banten 15811

*Korespondensi penulis : tagor.siregar@uph.edu

ABSTRACT

*Yellow melinjo (*Gnetum gnemon* Linn.) peel extract contains active components such as resveratrol, tannin, steroid, flavonoid, and saponin. Ginger (*Zingiber officinale* Rosc.) also contains active components such as gingerol, paradol, and shogaol. These components in ginger and yellow melinjo peels are reported to have the activity to inhibit α -glucosidase. This research aim was to utilize yellow melinjo peel extract and ginger steep as functional drink that might have the activity to inhibit α -glucosidase. This research was divided into two stages. The preliminary stage was done to characterize yellow melinjo peel extract and ginger steep through activity inhibition of α -glucosidase, total phenolic, total flavonoid, and antioxidant activity. Main research was done to apply yellow melinjo peel extract and ginger steep into functional drink that use different concentration of yellow melinjo peel extract (0.12%, 0.16%, and 0.20%) and also using different concentration of stevia sweetener (0.3%; 0.4%; and 0.5%). All functional drinks' formula was analyzed in organoleptic (scoring and hedonic), color, pH, and total soluble solids tests. The selected functional drink was analyzed for its activity of α -glucosidase inhibition, total phenolic, total flavonoid, and antioxidant activity. Yellow melinjo peel extract has activity inhibition of α -glucosidase (IC_{50})99.87 ppm, total phenolic 21.36 mg GAE/g, total flavonoid 11.97 mg QE/g, and antioxidant activity (IC_{50})1386.80 ppm. The ginger steep has activity inhibition of α -glucosidase (IC_{50})247811.5 ppm, total phenolic 0.29 mg GAE/g, total flavonoid 0.08 mg QE/g, and antioxidant activity IC_{50} 60227.61 ppm. The selected functional drink from the hedonic test is the one with 0.20% extract and 0.5% stevia sweetener. The selected functional drink has inhibition of α -glucosidase IC_{50} 194125 ppm, antioxidant activity (IC_{50})55497.12 ppm, total phenolic 0.64 mg GAE/mL, and total flavonoid 0.21 mg QE/mL.*

Keywords: *α -glucosidase inhibition, antioxidant activity, functional drink, ginger, melinjo peel extract*

ABSTRAK

Ekstrak kulit melinjo (*Gnetum gnemon* Linn.) mengandung komponen-komponen aktif seperti resveratrol, tanin, steroid, flavonoid, dan saponin. Jahe (*Zingiber officinale* Rosc.) juga mengandung komponen-komponen aktif seperti gingerol, paradol, dan shogaol. Komponen-komponen aktif yang terdapat dalam jahe dan kulit melinjo dilaporkan memiliki aktivitas inhibisi α -glukosidase. Tujuan khusus dari penelitian ini adalah untuk menentukan aktivitas inhibisi α -glukosidase dan aktivitas antioksidan minuman fungsional jahe dengan penambahan ekstrak kulit

melinjo kuning. Penelitian ini dibagi menjadi 2 tahap. Penelitian pendahuluan dilakukan untuk karakterisasi air seduhan jahe dan ekstrak kulit melinjo kuning melalui uji inhibisi α -glukosidase, total fenolik, total flavonoid, dan aktivitas antioksidan. Penelitian utama dilakukan untuk pembuatan minuman fungsional dengan menggunakan konsentrasi ekstrak kulit melinjo kuning (0,12%, 0,16%, dan 0,20%) dan konsentrasi pemanis stevia yang berbeda (0,3%; 0,4%; dan 0,5%). Semua formulasi minuman fungsional dilakukan uji organoleptik (skoring dan hedonik), uji warna, uji pH, dan uji total padatan terlarut. Aktivitas α -glukosidase, total fenolik, total flavonoid, dan aktivitas antioksidan dari minuman fungsional terpilih dianalisis. Ekstrak kulit melinjo kuning memiliki aktivitas inhibisi α -glukosidase (IC_{50}) sebesar 99,87 ppm, total fenolik 21,36 mg GAE/g, total flavonoid 11,97 mg QE/g, dan aktivitas antioksidan (IC_{50}) sebesar 1386,80 ppm. Air seduhan jahe memiliki inhibisi α -glukosidase (IC_{50}) sebesar 247811,5 ppm, total fenolik 0,29 mg GAE/g, total flavonoid 0,08 mg QE/g, dan aktivitas antioksidan (IC_{50}) sebesar 60227,61 ppm. Minuman fungsional yang terpilih berdasarkan uji hedonik adalah dengan konsentrasi ekstrak kulit melinjo kuning 0,20% dan konsentrasi pemanis stevia 0,5%. Minuman fungsional terpilih memiliki aktivitas inhibisi α -glukosidase (IC_{50}) sebesar 194125 ppm, aktivitas antioksidan (IC_{50}) sebesar 55497,12 ppm, total fenolik sebesar 0,64 mg GAE/mL, dan total flavonoid sebesar 0,21 mg QE/mL.

Kata kunci: aktivitas antioksidan, ekstrak kulit melinjo, inhibisi α -glukosidase, jahe, minuman fungsional

PENDAHULUAN

Diabetes melitus merupakan penyakit yang ditandai dengan meningkatnya kadar glukosa dalam darah (Wisudanti, 2016). Menurut Kemenkes RI (2013), jumlah penderita diabetes melitus di Indonesia pada usia 15 tahun ke atas adalah sekitar 12 juta penderita. Bila aktivitas α -glukosidase dapat dihambat, maka absorpsi glukosa akan berkurang (Feng *et al.*, 2011). Aktivitas α -glukosidase dapat dihambat dengan senyawa seperti alkaloid, flavonoid, fenolik, dan triterpenoid (Patel dan Mishra, 2012; Lai *et al.*, 2012; Wang *et al.*, 2010; Lee *et al.*, 2008).

Melinjo merupakan tanaman yang banyak dibudidayakan di Indonesia, namun pemanfaatannya masih terbatas sebagai

sayuran dan bahan dasar emping (Ardiyansyah dan Apriliyanti, 2016). Melinjo mengandung polifenol seperti *stilbenoid*, resveratrol, *gnetin C*, *gnetin L*, *gnemooside A*, *gnemonoside C*, dan *gnemonoside D* (Kato *et al.*, 2009; Ikuta *et al.*, 2015). Menurut Sylvia (2013) dan Cornelia *et al.* (2009), kulit melinjo mengandung resveratrol, fenolik dan flavonoid yang dilaporkan memiliki aktivitas inhibisi α -glukosidase (Zhang *et al.*, 2017; Telagari dan Hullatti, 2015).

Jahe mengandung komponen fitokimia seperti alkaloid, tanin, glikosida, saponin, polifenol (flavonoid), dan terpenoid. Komponen-komponen tersebut memiliki manfaat kesehatan seperti anti-inflamasi, antioksidan, *hepatoprotective*, dan antidiabetes

(Daily *et al.*, 2015; Riaz *et al.*, 2015). Menurut Yanto (2016), air seduhan jahe dapat menurunkan kadar glukosa darah pada penderita diabetes melitus tipe II. Komponen bioaktif seperti *shogaol* dan *gingerol* yang terdapat dalam jahe dilaporkan dapat menurunkan kadar glukosa darah, dan memiliki aktivitas inhibisi α -glukosidase (Rani *et al.*, 2011).

Pangan fungsional adalah pangan yang mempunyai efek kesehatan sebagai tambahan terhadap kandungan nutrisi yang ada (Ghosh *et al.*, 2015). Pada penelitian ini, kulit melinjo kuning diekstrak dengan etanol 96% dan rimpang jahe diseduh dengan air. Pembuatan minuman fungsional menggunakan stevia sebagai pemanis. Stevia digunakan karena memiliki intensitas rasa manis tinggi, namun tidak mempengaruhi kadar glukosa dalam darah, sehingga aman terhadap penderita diabetes (Tandel, 2011). Penambahan ekstrak kulit melinjo kuning ke dalam air seduhan jahe diharapkan akan meningkatkan aktivitas inhibisi α -glukosidase dan aktivitas antioksidan minuman fungsional yang dihasilkan.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kulit melinjo kuning (*Gnetum gnemon* L.) yang didapatkan dari

Pasar Induk Tangerang, rimpang jahe emprit (*Zingiber officinale* Roscoe) yang didapatkan dari Serpong, stevia “Tropicana Slim”, air demineralisasi “Amidis”, enzim α -glukosidase “Megazyme”, substrat para-nitrofenil α -D-glukopiranosida (PNPG) (Megazyme), dan akarbosa “Glucobay” (50 mg). Bahan kimia yang digunakan adalah *buffer* fosfat (pH 6,8), *bovine serum albumin*, Na_2CO_3 , *quercetin*, *2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl* (DPPH), etanol *food grade*, etanol PA, reagen Folin-Ciocalteu, asam galat, dan AlCl_3 .

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *cabinet dryer*, ayakan 35 mesh, *rotary evaporator* “Buchi R-210/R-215”, *waterbath* “Memmert”, blender kering “Panasonic MX-GX1462”, kertas saring Whatman No. 1, vorteks, *centrifuge*, spektrofotometer UV-Vis “Thermo Scientific Genesys 10S”, refraktometer “Atago”, pH meter “Metrohm 913”, kromameter “Konica Minolta”, kuvet *quartz*, mikropipet, *heater*, termometer, dan timbangan analitik.

Metode Penelitian

Penelitian pendahuluan dilakukan untuk ekstraksi kulit melinjo kuning dan penyeduhan jahe, lalu, dilakukan karakterisasi kedua bahan tersebut. Analisis yang dilakukan adalah aktivitas inhibisi α -glukosidase, aktivitas antioksidan, rendemen ekstrak (Sani *et al.*, 2014), total flavonoid, dan total fenolik.

Penelitian utama dilakukan pembuatan minuman fungsional dari ekstrak kulit melinjo kuning dengan air seduhan jahe. Analisis yang dilakukan pada penelitian utama adalah uji total padatan terlarut (AOAC, 2005), warna (Kaemba *et al.*, 2017; Granato dan Masson, 2010), pH (AOAC, 2005), ujihedonik, dan skoring (Setyaningsih *et al.*, 2010; Meilgaard *et al.*, 2007). Minuman fungsional terpilih dianalisis uji aktivitas inhibisi α -glukosidase (Elya *et al.*, 2015 dengan modifikasi), total fenolik (Jayaprakasha dan Patil, 2007 dengan modifikasi), total flavonoid (Chang *et al.*, 2002), dan aktivitas antioksidan (Gangwar *et al.*, 2014 dengan modifikasi).

Penelitian dilakukan di laboratorium kimia, laboratorium teknologi pengolahan pangan, laboratorium mikrobiologi dan laboratorium *food research*, Universitas Pelita Harapan, Tangerang.

Ekstraksi Kulit Melinjo Kuning (Parhusip dan Sitanggang, 2011 dengan modifikasi)

Kulit melinjo kuning dikeringkan dengan *cabinet dryer* pada suhu 50°C selama 24 jam. Lalu, kulit melinjo dihancurkan dengan blender kering dan diayak dengan ayakan 35 mesh. Bubuk melinjo dimaserasi 1 x 24 jam dalam etanol 96% (1:10) dengan *shaker* pada suhu 26°C. Larutan disaring dengan pompa vakum dan kertas saring Whatman No. 1. Filtrat dipekatkan dengan *rotary evaporator*

pada suhu 55°C dan diperoleh ekstrak kulit melinjo kuning.

Pembuatan Air Seduhan Jahe (Mayani *et al.*, 2014 dengan modifikasi)

Rimpang jahe disortasi dan dikupas. Selanjutnya, jahe dibersihkan dengan air mengalir dan ditimbang dan dicampur dengan air (1:15). Jahe dipanaskan pada suhu 80°C selama 10 menit. Jahe dipisahkan dari air seduhan dan diperoleh air seduhan jahe.

Pembuatan Minuman Fungsional (Palupi dan Widyaningsih, 2015 dengan modifikasi)

Air seduhan jahe ditambah dengan ekstrak kulit melinjo kuning dan stevia sesuai formulasi yang dapat dilihat pada Tabel 1. Larutan kemudian dihomogenisasi dan diperoleh minuman fungsional.

Tabel 1. Formulasi minuman fungsional jahe dan ekstrak kulit melinjo kuning

Konsentrasi pemanis stevia (%)	Konsentrasi kulit melinjo kuning (%)
0,3	0,12
0,4	0,12
0,5	0,12
0,3	0,16
0,4	0,16
0,5	0,16
0,3	0,20
0,4	0,20
0,5	0,20

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakterisasi Ekstrak Kulit Melinjo Kuning

Ekstrak kulit melinjo kuning diperoleh dengan metode maserasi menggunakan pelarut etanol 96%. Menurut Tiwari *et al.* (2011),

pelarut etanol sangat baik untuk mengekstrak senyawa bioaktif seperti tanin, polifenol, flavonoid, steroid, terpenoid, dan alkaloid. Hasil analisis karakteristik ekstrak kulit melinjo kuning tertera pada Tabel 2.

Tabel 2. Karakteristik ekstrak kulit melinjo kuning

Parameter	Ekstrak kulit melinjo kuning	Akarbosa (kontrol positif)
Rendemen ekstrak (%)	8,78±0,14	-
Total fenolik (mg GAE/g)	21,36±0,67	-
Total flavonoid (mg QE/g)	11,97±0,26	-
Aktivitas antioksidan/IC ₅₀ (ppm)	1386,80±29	-
Aktivitas inhibisi α-glukosidase/IC ₅₀ (ppm)	99,87±4,65	247,70

Rendemen Ekstrak

Pengeringan kulit melinjo kuning pada suhu 50°C selama 24 jam dilakukan untuk mengurangi kadar air bahan serta mendapatkan rendemen ekstrak yang maksimal. Rendemen ekstrak yang didapatkan sebesar 8,78%.

Total Fenolik

Berdasarkan Tabel 2, total fenolik ekstrak kulit melinjo kuning yang diperoleh sebesar 21,36 mg GAE/g. Menurut Sylvia (2013), ekstrak kulit melinjo kuning memiliki komponen fenolik tertinggi dibandingkan melinjo merah dan hijau. Kulit

melinjo mengandung senyawa polifenol yang berupa resveratrol (Sylvia, 2013).

Total Flavonoid

Berdasarkan Tabel 2, total flavonoid ekstrak kulit melinjo yang diperoleh sebesar 11,97 mg QE/g. Hasil yang didapatkan lebih tinggi dibandingkan penelitian *Cornelia et al.* (2009), yaitu 0,52 mg QE/g. Semakin lama waktu maserasi, semakin banyak flavonoid terekstrak (Yulianingtyas dan Kusmartono, 2016).

Aktivitas Antioksidan

Berdasarkan Tabel 2, ekstrak kulit melinjo kuning memiliki aktivitas antioksidan (IC₅₀) sebesar 1386,80 ppm. Menurut Jun *et al.* (2006), aktivitas antioksidan (IC₅₀) ekstrak kulit melinjo kuning tergolong tidak aktif karena memiliki nilai diatas 500 µg/mL. Hal ini disebabkan karena kandungan komponen aktif seperti fenolik dan flavonoid dari ekstrak kulit melinjo dipengaruhi oleh cahaya, keadaan tanah, dan kelembaban lingkungan (Karimi *et al.*, 2013).

Kulit melinjo kuning memiliki aktivitas antioksidan karena bagian kulit melinjo mengandung asam askorbat, tokoferol dan polifenol yang berperan sebagai antioksidan (Santoso *et al.*, 2010). Selain itu, ekstrak kulit melinjo kuning memiliki kandungan flavonoid, fenolik, dan β-karoten yang mampu menangkal

radikal bebas, sehingga dapat berperan sebagai antioksidan (Cornelia *et al.*, 2009).

Aktivitas Inhibisi α -Glukosidase

Berdasarkan Tabel 2, aktivitas inhibisi α -glukosidase (IC_{50}) ekstrak kulit melinjo kuning adalah 99,87 ppm. Aktivitas inhibisi α -glukosidase (IC_{50}) ekstrak kulit melinjo kuning termasuk dalam kategori kuat karena memiliki nilai diantara 50-100 ppm (Jun *et al.*, 2006)

Akarbosa merupakan salah satu obat komersial untuk mengobati penderita diabetes mellitus tipe II (Rosak dan Mertes, 2012). Akarbosa (Glucobay, 50 mg) digunakan sebagai pembanding aktivitas inhibisi α -glukosidase dari ekstrak kulit melinjo kuning. Hasil aktivitas inhibisi α -glukosidase (IC_{50}) dari akarbose sebesar 247,70 ppm. Hasil aktivitas inhibisi α -glukosidase ekstrak kulit melinjo kuning lebih tinggi dibandingkan akarbose. Menurut Nisa (2017), ekstrak etanol kulit melinjo mengandung komponen aktif seperti flavonoid, terpenoid, dan saponin. Komponen-komponen tersebut memiliki aktivitas inhibisi α -glukosidase. Selain itu, ekstrak kulit melinjo juga mengandung resveratrol (Sylvia, 2013). Menurut Zhang *et al.* (2017), resveratrol mempunyai aktivitas inhibisi α -glukosidase.

Karakterisasi Air Seduhan Jahe

Air seduhan jahe diperoleh dengan memanaskan jahe emprit dalam air (1:15) pada suhu 80°C selama 10 menit. Hasil analisis karakteristik air seduhan jahe dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Karakteristik air seduhan jahe

Parameter	Air seduhan jahe	Akarbosa (kontrol positif)
Total fenolik (mg GAE/mL)	0,29±0,01	-
Total flavonoid (mg QE/mL)	0,08±0,003	-
Aktivitas antioksidan/ IC_{50} (ppm)	60227,61±547,86	-
Aktivitas inhibisi α -glukosidase/ IC_{50} (ppm)	247811,5±38,49	247,70

Total Fenolik

Berdasarkan Tabel 3, total fenolik air seduhan jahe yang diperoleh adalah 0,29 mg GAE/mL. Menurut Rahmani *et al.* (2014), komponen fenolik utama yang terkandung pada jahe adalah *gingerol* dan *shogaol*. Menurut Mayani *et al.* (2014), semakin kecil rasio air dengan jahe maka total fenolik akan meningkat.

Total Flavonoid

Berdasarkan Tabel 3, total flavonoid air seduhan jahe sebesar 0,08 mg QE/mL. Menurut Ghasemzadeh *et al.* (2010),

kandungan flavonoid pada jahe dipengaruhi oleh varietas jahe dan bagian tanaman jahe. Kandungan flavonoid jahe didominasi oleh *quercetin* dan dilaporkan memiliki aktivitas antioksidan (Ghasemzadeh *et al.*, 2010).

Aktivitas Antioksidan

Berdasarkan Tabel 3, didapatkan nilai IC_{50} sebesar 60227,61 ppm. Aktivitas antioksidan (IC_{50}) air seduhan jahe tergolong tidak aktif karena memiliki nilai diatas 500 $\mu\text{g/mL}$ (Jun *et al.*, 2006). Pemanasan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi aktivitas antioksidan. Komponen fenolik pada jahe akan berkurang bila ada pemanasan pada suhu di atas 75°C sehingga aktivitas antioksidan menurun (Ho dan Su, 2016).

Aktivitas Inhibisi α -Glukosidase

Berdasarkan hasil analisis pada Tabel 3, air seduhan jahe memiliki aktivitas inhibisi α -glukosidase (IC_{50}) sebesar 247811,5 ppm. Rimpang jahe memiliki aktivitas inhibisi α -glukosidase karena memiliki komponen aktif utama seperti *gingerol* dan *shogaol*. Dilaporkan dalam penelitian Rani *et al.* (2011) bahwa kedua komponen tersebut memiliki aktivitas inhibisi α -glukosidase dan α -amilase. Hasil yang didapatkan rendah karena jahe diseduh sehingga komponen aktif yang terekstrak sedikit. Menurut Hu *et al.* (2011),

komponen aktif jahe terekstrak secara efisien dengan pelarut etanol.

Pengaruh Konsentrasi Ekstrak Kulit Melinjo Kuning dan Konsentrasi Pemanis Stevia terhadap Karakteristik Minuman Fungsional

Penelitian utama bertujuan untuk menganalisis karakteristik minuman fungsional jahe dan ekstrak kulit melinjo kuning serta menentukan minuman terpilih. Minuman fungsional yang terpilih berdasarkan uji hedonik akan dianalisis aktivitas inhibisi α -glukosidase, total flavonoid, total fenolik, aktivitas antioksidan.

Warna

Analisis warna minuman fungsional dilakukan untuk melihat pengaruh konsentrasi pemanis stevia serta konsentrasi ekstrak kulit melinjo terhadap *lightness* dan $^{\circ}\text{Hue}$.

Berdasarkan hasil analisis yang didapatkan, $^{\circ}\text{Hue}$ berada di kisaran $81-101^{\circ}$. Menurut sistem Hunter L, a, b, $^{\circ}\text{Hue}$ yang berada pada kisaran $54-90^{\circ}$ menandakan bahwa sampel berwarna kuning kemerahan. $^{\circ}\text{Hue}$ yang berada pada kisaran $90-126^{\circ}$ menandakan bahwa sampel berwarna kuning (Yenrina *et al.*, 2016).

Pada parameter *lightness*, hasil analisis statistik *univariate* ANOVA, menunjukkan bahwa konsentrasi ekstrak kulit melinjo kuning berpengaruh signifikan ($p < 0.05$) terhadap

parameter *lightness* minuman fungsional. Semakin tinggi konsentrasi ekstrak kulit melinjo kuning, maka *lightness* akan menurun. Menurut Siregar dan Utami (2014), ekstrak kulit melinjo mempunyai kandungan tanin. Tanin memberikan warna kuning-kecoklatan, sehingga nilai *lightness* akan turun seiring dengan meningkatnya konsentrasi ekstrak yang terkandung dalam minuman (Ashok dan Upadhyaya, 2012).

pH

Berdasarkan hasil analisis statistik *univariate* ANOVA, konsentrasi ekstrak, konsentrasi pemanis stevia, dan interaksi konsentrasi ekstrak dengan pemanis stevia tidak berpengaruh signifikan ($p > 0.05$) terhadap nilai pH minuman fungsional. Berdasarkan hasil analisis, kisaran pH minuman fungsional jahe dan ekstrak kulit melinjo kuning berada di sekitar 5,5. Menurut Rusviani (2007), kisaran pH untuk minuman fungsional berbasis jahe berada di kisaran 5-7.

Total Padatan Terlarut

Berdasarkan hasil analisis statistik *univariate* ANOVA menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh yang signifikan ($p > 0.05$) dari konsentrasi ekstrak, konsentrasi pemanis stevia dan interaksi konsentrasi ekstrak dengan pemanis stevia terhadap total padatan terlarut minuman fungsional. Total padatan terlarut

dari minuman fungsional jahe dan ekstrak kulit melinjo kuning berkisar dari 0,5 – 0,7°Brix.

Uji Skoring

Skoring Warna

Berdasarkan hasil analisis statistik *univariate* ANOVA skoring warna minuman fungsional, konsentrasi ekstrak yang berbeda berpengaruh signifikan ($p < 0.05$) terhadap skoring warna minuman fungsional. Semakin tinggi konsentrasi ekstrak maka warna minuman fungsional akan semakin kuning-kecoklatan. Hal ini disebabkan karena ekstrak kulit melinjo kuning mengandung tanin, sehingga warna minuman fungsional berubah menjadi kuning-kecoklatan (Siregar dan Utami, 2014; Ashok dan Upadhyaya, 2012).

Skoring Aroma

Hasil analisis statistik *univariate* ANOVA skoring aroma minuman fungsional menunjukkan bahwa konsentrasi ekstrak, konsentrasi pemanis stevia dan interaksi konsentrasi ekstrak dengan pemanis stevia yang berbeda tidak berpengaruh signifikan ($p > 0.05$) terhadap skoring aroma. Berdasarkan hasil uji Duncan, skoring aroma asing memiliki rata-rata skor 2 yang mengindikasikan minuman fungsional tidak beraroma asing.

Skoring Rasa Asing

Hasil analisis *univariate* ANOVA menunjukkan bahwa konsentrasi ekstrak yang

berbeda berpengaruh signifikan ($p < 0.05$) terhadap rasa asing.

Rasa asing tertinggi didapatkan dengan konsentrasi ekstrak 0,20%. Nilai skoring dari konsentrasi ekstrak terbesar adalah 3, sehingga mengindikasikan bahwa minuman fungsional agak tidak terasa asing. Hal ini disebabkan karena di dalam minuman fungsional ditambahkan dengan pemanis stevia. Menurut Krautwurst (2016), rasa manis dapat menutupi rasa yang tidak enak pada makanan.

Skoring Rasa Manis

Berdasarkan hasil analisis statistik *univariate* ANOVA, konsentrasi pemanis stevia berpengaruh signifikan ($p < 0.05$) terhadap rasa manis minuman fungsional. Perlakuan konsentrasi ekstrak dan interaksi konsentrasi ekstrak dengan pemanis stevia tidak berpengaruh signifikan ($p > 0.05$) terhadap rasa manis minuman fungsional. Semakin tinggi konsentrasi pemanis stevia yang digunakan, maka skoring rasa manis akan meningkat. Stevia merupakan pemanis untuk pengganti sukrosa dan memiliki intensitas rasa manis 250-300 kali sukrosa (Sheet *et al.*, 2014).

Skoring Rasa Sepat

Hasil analisis statistik *univariate* ANOVA skoring rasa sepat menunjukkan bahwa konsentrasi ekstrak yang berbeda

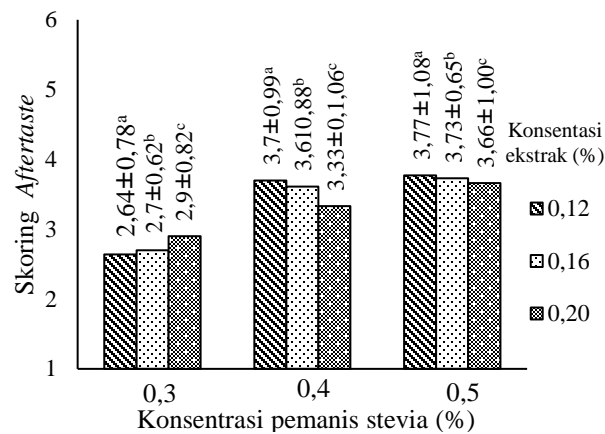
berpengaruh ($p < 0.05$) signifikan terhadap rasa sepat minuman fungsional. Semakin tinggi konsentrasi ekstrak, maka akan menyebabkan skoring rasa sepat meningkat. Menurut Wahyuni *et al.* (2017), kulit melinjo mengandung tanin, sehingga dapat memberikan rasa sepat.

Skoring Rasa Pedas

Berdasarkan hasil analisis statistik *univariate* ANOVA skoring rasa pedas, konsentrasi ekstrak, konsentrasi pemanis stevia dan interaksi konsentrasi pemanis stevia dengan konsentrasi ekstrak yang berbeda tidak berpengaruh signifikan ($p > 0.05$) terhadap skoring rasa pedas minuman fungsional. Hasil uji Duncan skoring rasa pedas menunjukkan rata-rata skor disekitar 3, yang berarti minuman fungsional memiliki rasa yang agak tidak pedas. Rasa pedas berasal dari seduhan jahe. Jahe mengandung komponen *gingerol* dan *shogaol* yang dapat memberi rasa pedas (Semwal *et al.*, 2015).

Skoring Aftertaste

Berdasarkan hasil analisis statistik *univariate* ANOVA menunjukkan bahwa konsentrasi pemanis stevia dan interaksi konsentrasi ekstrak dengan konsentrasi pemanis stevia yang berbeda berpengaruh signifikan ($p < 0.05$) terhadap *aftertaste* minuman fungsional.



Keterangan: Notasi huruf berbeda menunjukkan adanya perbedaan signifikan ($p < 0.05$)
Skor 1 = sangat tidak kuat- skor 6 = sangat kuat

Gambar 1. Pengaruh Konsentrasi Ekstrak dan Konsentrasi Pemanis Stevia terhadap Skoring *Aftertaste* Minuman Fungsional

Berdasarkan Gambar 1, dapat dilihat bahwa semakin tinggi konsentrasi pemanis stevia dan konsentrasi ekstrak yang digunakan, maka *aftertaste* akan semakin kuat. Menurut Rocha dan Bolini (2015), pemanis stevia sendiri mempunyai *aftertaste* yang pahit. Selain itu, ekstrak kulit melinjo juga mengandung triterpenoid, sehingga dapat memberikan rasa pahit juga pada *aftertaste* minuman fungsional (Dewi, 2018).

Uji Hedonik

Hedonik Warna

Berdasarkan analisis statistik *univariate* ANOVA menunjukkan bahwa konsentrasi ekstrak yang berbeda berpengaruh signifikan ($p < 0.05$) terhadap nilai hedonik warna. Penurunan nilai hedonik warna terjadi

pada konsentrasi ekstrak 0,20% dan 0,12%. Minuman fungsional yang paling disukai warnanya adalah dengan konsentrasi ekstrak 0,16%.

Hedonik Aroma

Hasil analisis statistik *univariate* ANOVA nilai hedonik aroma menunjukkan bahwa konsentrasi ekstrak, konsentrasi pemanis stevia serta interaksi konsentrasi ekstrak dan pemanis stevia tidak berpengaruh signifikan ($p > 0.05$) terhadap nilai hedonik aroma. Rata-rata nilai hedonik aroma dari 70 panelis adalah sekitar 5. Hal ini menggambarkan bahwa kesukaan panelis terhadap aroma minuman fungsional jahe dan ekstrak kulit melinjo kuning adalah agak suka.

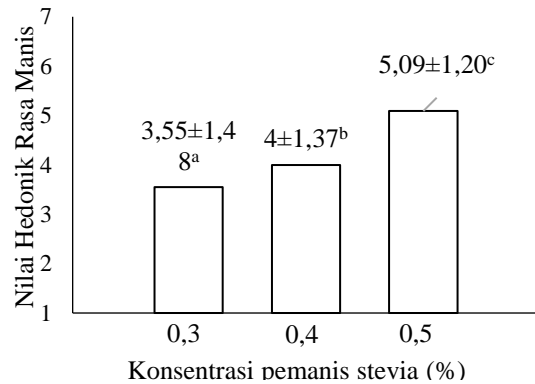
Hedonik Rasa Asing

Hasil analisis statistik *univariate* ANOVA nilai hedonik rasa asing menunjukkan bahwa konsentrasi ekstrak, konsentrasi pemanis stevia dan interaksi konsentrasi ekstrak dengan konsentrasi pemanis stevia tidak berpengaruh signifikan ($p > 0.05$) terhadap nilai hedonik rasa asing minuman fungsional. Hasil rata-rata dari nilai hedonik rasa asing adalah sekitar 4, hal ini berarti bahwa kesukaan panelis terhadap rasa asing minuman fungsional bersifat netral.

Hedonik Rasa Manis

Berdasarkan hasil analisis statistik *univariate* ANOVA menunjukkan bahwa

konsentrasi pemanis stevia yang berbeda yang berbeda berpengaruh signifikan ($p < 0.05$) terhadap nilai hedonik rasa manis. Pengaruh konsentrasi pemanis stevia yang berbeda terhadap hedonik rasa manis dapat dilihat pada Gambar 2.



Keterangan: Notasi huruf berbeda menunjukkan adanya perbedaan signifikan ($p < 0.05$)
Skor 1 = sangat tidak suka- skor 7 = sangat suka

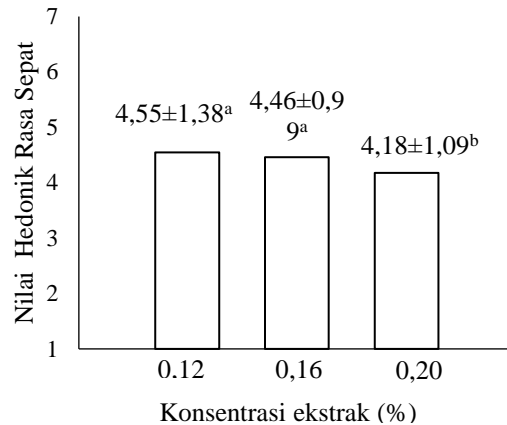
Gambar 2. Pengaruh Konsentrasi Pemanis Stevia terhadap Hedonik Rasa Manis Minuman Fungsional

Berdasarkan Gambar 2, semakin tinggi konsentrasi pemanis stevia yang digunakan, maka akan semakin tinggi kesukaan panelis terhadap rasa manis. Angka hedonik tertinggi terletak pada minuman yang mengandung stevia 0,5% dengan nilai hedonik 5 yang berarti agak suka.

Rasa Sepat

Hasil uji *univariate* ANOVA nilai hedonik rasa sepat menunjukkan bahwa konsentrasi ekstrak yang berbeda berpengaruh signifikan ($p < 0.05$) terhadap nilai hedonik rasa

sepat minuman fungsional. Pengaruh konsentrasi ekstrak yang berbeda terhadap nilai hedonik minuman fungsional dapat dilihat pada Gambar 3.



Keterangan: Notasi huruf berbeda menunjukkan adanya perbedaan signifikan ($p < 0.05$)
Skor 1 = sangat tidak suka- skor 7 = sangat suka

Gambar 3. Pengaruh Konsentrasi Ekstrak terhadap Hedonik Rasa Sepat Minuman Fungsional

Berdasarkan Gambar 3, nilai hedonik paling tinggi didapatkan pada minuman fungsional dengan konsentrasi ekstrak 0,12%. Semakin tinggi konsentrasi ekstrak, maka nilai hedonik rasa sepat akan semakin turun.

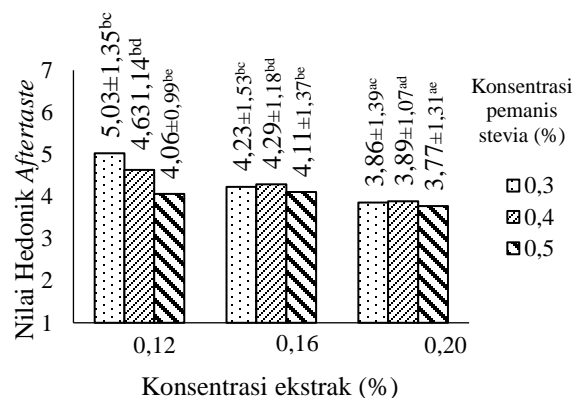
Rasa Pedas

Berdasarkan hasil analisis statistik *univariate* ANOVA menunjukkan bahwa konsentrasi ekstrak, konsentrasi pemanis stevia dan interaksi konsentrasi pemanis stevia dengan konsentrasi ekstrak yang berbeda tidak berpengaruh signifikan ($p > 0.05$) terhadap nilai hedonik rasa pedas. Namun, nilai hedonik rasa pedas pada minuman fungsional jahe dan

ekstrak kulit melinjo kuning memiliki rata-rata nilai hedonik sebesar 5. Hal ini menggambarkan bahwa panelis agak suka terhadap rasa pedas dari minuman fungsional jahe dan ekstrak kulit melinjo kuning.

Hedonik *Aftertaste*

Hasil analisis statistik *univariate* ANOVA menunjukkan bahwa konsentrasi ekstrak, konsentrasi pemanis stevia dan interaksi konsentrasi ekstrak dengan konsentrasi pemanis stevia yang berbeda berpengaruh signifikan ($p < 0.05$) terhadap nilai hedonik *aftertaste*. Pengaruh interaksi konsentrasi ekstrak dan konsentrasi pemanis stevia yang berbeda dapat dilihat pada Gambar 4.



Keterangan: Notasi huruf berbeda menunjukkan adanya perbedaan signifikan ($p < 0.05$)
Skor 1 = sangat tidak suka- skor 7 = sangat suka

Gambar 4. Pengaruh Konsentrasi Ekstrak dan Konsentrasi Pemanis Stevia terhadap Hedonik *Aftertaste* Minuman Fungsional

Berdasarkan Gambar 4, dapat dilihat bahwa semakin banyak konsentrasi ekstrak dan

konsentrasi pemanis stevia yang digunakan, maka hedonik *aftertaste* akan semakin berkurang. Hal ini disebabkan karena stevia mempunyai *aftertaste* yang pahit dan kulit melinjo juga mempunyai rasa pahit sehingga mempengaruhi *aftertaste* (Rocha dan Bolini, 2015; Dewi, 2018).

Hedonik Penerimaan Keseluruhan

Berdasarkan hasil uji *univariate* ANOVA nilai hedonik keseluruhan menunjukkan bahwa konsentrasi ekstrak, konsentrasi pemanis stevia dan interaksi antara konsentrasi ekstrak dengan konsentrasi pemanis stevia yang berbeda berpengaruh signifikan ($p < 0.05$) terhadap nilai hedonik keseluruhan minuman fungsional. Konsentrasi ekstrak yang semakin besar maka meningkatkan hedonik panelis dan konsentrasi ekstrak 0,20% paling disukai oleh panelis. Semakin tinggi konsentrasi pemanis stevia juga maka akan meningkatkan nilai hedonik dari panelis, dan konsentrasi pemanis stevia yang paling disukai panelis adalah 0,5%.

Minuman Fungsional Jahe dan Ekstrak Kulit Melinjo Kuning Terpilih

Minuman fungsional jahe dan ekstrak kulit melinjo kuning yang dipilih berdasarkan uji hedonik. Formulasi minuman fungsional jahe dan ekstrak kulit melinjo kuning yang terpilih adalah dengan konsentrasi ekstrak 0,20% dan konsentrasi pemanis stevia 0,5%.

Tabel 4. Karakteristik minuman fungsional terpilih

Parameter	Kandungan
Total fenolik (mg GAE/mL)	0,64±0,01
Total flavonoid (mg QE/mL)	0,21±0,004
Aktivitas antioksidan/ IC ₅₀ (ppm)	55497,12±896,31
Aktivitas inhibisi α -glukosidase/ IC ₅₀ (ppm)	194125±13,87

Total Fenolik

Berdasarkan Tabel 4, total fenolik dari minuman fungsional jahe dan ekstrak kulit melinjo kuning terpilih adalah 0,64 mg GAE/mL. Hasil total fenolik dari minuman fungsional terpilih lebih tinggi dibanding air seduhan jahe (0,29 mg GAE/mL). Ekstrak kulit melinjo memiliki kandungan fenolik dan polifenol berupa flavonoid, sehingga dapat meningkatkan total fenolik minuman fungsional (Santoso *et al.*, 2010).

Menurut Wijaya (2018), minuman fungsional ekstrak kulit melinjo memiliki total fenolik sebesar 4,24 mg GAE/mL. Hasil yang didapatkan lebih rendah didapatkan karena total fenolik dipengaruhi oleh suhu pemanasan. Menurut Vega-Galvez *et al.* (2009), total fenolik berkurang seiring dengan peningkatan suhu.

Total Flavonoid

Berdasarkan Tabel 4, total flavonoid minuman fungsional terpilih adalah sebesar 0,21 mg QE/mL. Hasil total flavonoid minuman fungsional terpilih lebih tinggi

dibandingkan dengan air seduhan jahe yaitu 0,08 mg QE/mL. Total flavonoid minuman fungsional yang diperoleh lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian Wijaya (2018). Menurut Wijaya (2018), total flavonoid minuman fungsional ekstrak kulit melinjo kuning sebesar 0,18 mg QE/mL. Menurut Dewi (2018), kandungan flavonoid ekstrak kulit melinjo kuning lebih tinggi dibandingkan kandungan saponin, triterpenoid dan alkaloid.

Aktivitas Antioksidan

Berdasarkan Tabel 4, aktivitas antioksidan (IC₅₀) minuman fungsional terpilih adalah sebesar 55497,12 ppm. Nilai IC₅₀ dari minuman fungsional terpilih menurun dibandingkan dengan air seduhan jahe yaitu 60227,61 ppm. Penurunan nilai IC₅₀ dapat disebabkan oleh peningkatan total flavonoid dan total fenolik yang dilaporkan mempunyai aktivitas antioksidan (Olugbami *et al.*, 2014).

Menurut Wijaya (2018), aktivitas antioksidan (IC₅₀) dari minuman ekstrak kulit melinjo adalah sebesar 3028,88 ppm. Hasil aktivitas antioksidan yang didapatkan lebih rendah karena aktivitas antioksidan dipengaruhi oleh suhu. Semakin tinggi suhu, maka aktivitas antioksidannya akan semakin rendah (Vega-Galvez *et al.*, 2009). Faktor-faktor yang mempengaruhi aktivitas antioksidan adalah oleh total fenolik,

flavonoid, dan suhu (Vega-Galvez *et al.*, 2009; Farasat *et al.*, 2014).

Aktivitas Inhibisi α -Glukosidase

Berdasarkan Tabel 4, aktivitas inhibisi α -glukosidase (IC_{50}) sebesar 194125 ppm. Terjadi penurunan nilai IC_{50} bila dibandingkan dengan air seduhan jahe (247811,5 ppm). Penurunan nilai IC_{50} menggambarkan bahwa aktivitas inhibisi α -glukosidase akan semakin tinggi.

Nilai IC_{50} inhibisi minuman fungsional jahe dan ekstrak kulit melinjo kuning lebih rendah dibandingkan penelitian Wijaya (2018). Menurut penelitian Wijaya (2018), minuman fungsional ekstrak kulit melinjo kuning memiliki aktivitas inhibisi α -glukosidase (IC_{50}) sebesar 3027,8857 ppm. Hal ini disebabkan karena perbedaan total fenolik minuman fungsional. Kandungan fenolik yang tinggi dapat meningkatkan aktivitas inhibisi α -glukosidase (Prihantini *et al.*, 2014).

KESIMPULAN

Minuman fungsional terpilih adalah dengan konsentrasi ekstrak 0,20% dan konsentrasi pemanis stevia 0,5%. Minuman fungsional terpilih memiliki aktivitas inhibisi α -glukosidase (IC_{50}) sebesar 194125 ppm, total fenolik sebesar 0,64 mg GAE/mL, total flavonoid sebesar 0,21 mg QE/mL, dan

aktivitas antioksidan (IC_{50}) sebesar 55497,12 ppm.

DAFTAR PUSTAKA

- AOAC. 2005. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists 18th ed. Gaithersburg: AOAC International.
- Ardiyansyah dan Apriliyanti, M. 2016. Karakteristik kimia teh kulit melinjo. Jurnal Ilmiah Inovasi 1 (2): 89-92.
- Ashok, P.K., and Upadhyaya, K. 2012. Tannins are astringent. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry 1(3): 45-50.
- Chia-Chii, C., Ming-Hua, Y., Hwei-Mei, W. and Jiing-Chuan, C. 2002. Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. Journal of Food and Drug Analysis 10(3): 178-182.
- Cornelia, M., Siregar, T.M., Ermiziar, T., and Raskita, S. 2009. The study of antioxidant activity, carotenoid and vitamin C content of melinjo peels (*Gnetum gnemon* L.). Perhimpunan Ahli Teknologi Pangan Indonesia (PATPI). ISBN 978-979-99570-5-4.
- Daily, J.W., Yang, M., Kim, D.S., and Park, S. 2015. Efficacy of ginger for treating type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials. Journal of Ethnic Foods 2(1): 36-43.
- Dewi, A.N. 2018. Toksisitas akut ekstrak etanol kulit buah melinjo (*Gnetum gnemon* L.) pada mencit jantan galur DDY. Bogor : Insititut Pertanian Bogor. Skripsi.

- Elya, B., Handayani, R., Sauriasari, R., Azizahwati, Hasyiyati, U.S., Permana, I.T., and Permatasari, Y.I. 2015. Screening of α -Glucosidase inhibitory activity from some plants of Apocynaceae, Clusiaceae, Euphorbiaceae, and Rubiaceae. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 18 (6): 279-284.
- Farasat, M., Khavari-Njead, R.A., Nabavi, S.M.B., and Namjooyan, F. 2014. Antioxidant activity, total phenolics and flavonoid contents of some edible green seaweeds from northern coasts of the Persian gulf. *Iran J. Pharm. Res.* 13 (1): 163-170.
- Feng, J., Yang, Xiu-Wei, and Wang, Ru-Feng. 2011. Bio-assay guided isolation and identification of α -glucosidase inhibitors from the leaves of *Aqualiariasinensis*. *Phytochemistry* 72(2-3): 242-247.
- Gangwar, M., Gautam, M.K., Sharma, A.K., Tripathi, Y.B., Goel, R.K., and Nath, G. 2014. Antioxidant capacity and radical scavenging effect of polyphenol rich *Mallotus philippenensis* fruit extract on human erythrocytes: an *in vitro* study. *The Scientific World Journal* 2014: 1-12.
- Ghasemzadeh, A., Jaafar, H.Z.E., and Rahmat, A. 2010. Identification and concentration of some flavonoid components in Malaysian Young Ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) varieties by a high performance liquid chromatography method. *Molecules* 15(9): 6231-6243.
- Ghosh, D., Bagchi, D., and Konishi, T. 2015. *Clinical Aspects of Functional Foods and Nutraceuticals*. Boca Raton: CRC Press.
- Granato, D., and Masson, M.L. 2010. Instrumental color and sensory acceptance of soy-based emulsions: a response surface approach. *Ciec. Tecnol. Aliment., Campinas* 30 (4): 1090-1096.
- Ho, S-C, and Su, M-S. 2016. Optimized heat treatment enhances the anti-inflammatory capacity of ginger. *International Journal of Food Properties* 19: 1884-1898.
- Hu, J., Guo, Z., Glasius, M., Kristensen, K., Xiao, L., and Xu., X. 2011. Pressurized liquid extraction of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) with bioethanol: an efficient and sustainable approach. *J. Chromatogr. A.* 1218 (34): 5765-5773.
- Ikuta, T., Saito, S., Tani, H., Tatefuji, T., and Hashimoto, K. 2015. Resveratrol derivative-rich melinjo (*Gnetum gnemon* L.) seed extract improves obesity and survival of C57BL/6 mice fed a high-fat diet. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 79(12): 2044-2049.
- Jayaprakasha, G and Patil, B.S. 2007. In vitro evaluation of the antioxidant activities in fruit extracts from citron and blood orange. *Food Chem* 101(1): 410-418.
- Jun, M., Fu, H.Y., Hong, J., Wan, X., Yang, C.S., and Ho, C.T. 2006. Comparison of antioxidant activities of isoflavones from kudzu root (*Pueraria lobata* Ohwi). *Journal of Food Science* 68 (6): 2117-2122.
- Kaemba, A., Suryanto, E., dan Mamujaja, C.F. 2017. Karakteristik fisiko-kimia dan aktivitas antioksidan beras analog dari

- sagu baruk (*Arenga microcarpha*) dan ubi jalar ungu (*Ipomea batatas* L. *Poir.*). Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan 5 (1): 1-8.
- Karimi, E., Jaafar, H.Z.E., Ghasemzadeh, A., and Ibrahim, M.H. 2013. Light intensity effects on production and antioxidant activity of flavonoids and phenolic compounds in leaves, stems and roots of three varieties of *Labisia pumila* Benth. AJCS 7 (7): 1016-1023.
- Kato, E., Tokunaya, Y., and Sakan, F. 2009. Stilbenoids isolated from the seeds of melinjo (*Gnetum gnemon* L.) and their biological activity. J. Agric. Food Chem. 57(6): 2544-2549.
- Kementerian Kesehatan RI. 2013. Profil Kesehatan Indonesia 2010. Downloaded from <https://www.kemkes.go.id/resources/download/pusdatin/profil-kesehatan-indonesia/profil-kesehatan-indonesia-2010.pdf> on 26 Oktober 2019.
- Krautwurst, D. 2016. Taste and Smell. Cham: Springer.
- Lai, Y.C., Chen, C.K., Tsai, S.F., and Lee, S.S. 2012. Triterpenes as α -glucosidase inhibitors from *Fagus hayatae*. Phytochemistry 74 (1): 2016-211.
- Lee, S.S., Lin, H.C. and Chen, C.K. 2008. Acylated flavonol monorhamnosides, α -glucosidase inhibitors, from *Machilus philippinensis*. Phytochemistry 69 (12): 2347-2353.
- MacLaren, D., and Morton, J. 2012. Biochemistry for Sport and Exercise Metabolism. West Sussex: John Wiley and Sons, Ltd.
- Mayani, L., Yuwono, S.S., and Ningtyas, D.W. 2014. Pengaruh pengecilan ukuran jahe dan rasio air terhadap sifat fisik kimia dan organoleptik pada pembuatan sari jahe (*Zingiber officinale*). Jurnal Pangan dan Agroindustri 2 (4): 148-158.
- Meilgaard, M.C., Civille, G.V., and Carr, B.T. 2007. Sensory Evaluation Techniques 4th ed. Boca Raton: CRC Press.
- Murray, R.K., Daryl, K.G., dan Victor, W.R. 2009. Biokimia Harper 27th ed. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Nisa, R.I. 2017. Struktur anatomis dan profil fitokimia kulit luar biji melinjo (*Gnetum gnemon* L.) pada empat tingkat kemasakan biji. Skripsi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Olugbami, J.O., Gbadegesin, M.A., and Odunola, O.A. 2014. *In vitro* evaluation of the antioxidant potential, phenolic and flavonoid contents of the stem bark ethanol extract of *Anogeissus leiocarpus*. Afr. J. Med. Med. Sci. 43 (1): 101-109.
- Palupi, M.R dan Widyaningsih, T.D. 2015. Pembuatan minuman fungsional liang teh daun salam (*Eugenia polyantha*) dengan penambahan filtrat jahe dan filtrat kayu secang. Jurnal Pangan dan Agroindustri 3 (4): 1458-1464.
- Parhusip, A.J.N and Sitanggang, A.B. 2011. Antimicrobial activity of melinjo seed and peel extract (*Gnetum gnemon*) against selected pathogenic bacteria. Microbiology Indonesia 5 (3): 103-112.
- Patel, M.B and Mishra, S.M. 2012. Magnoflorine from *Tinospora cordifolia* stem inhibits α -glucosidase

- and is antiglycemic in rats. *J. Funct. Foods* 4(1): 79-86.
- Prihantini, A.I., Tachibana, S., and Itoh, K. 2014. Evaluation of antioxidant and α -glucosidase inhibitory activities of some subtropical plants. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 17 (10): 1106-1114.
- Rahmani, A.H., Al shabrmi, F.M., and Aly, S.M. 2014. Active Ingredients of ginger as potential candidates in the prevention and treatment of diseases via modulation of biological activities. *J. Physiol Pathophysiol Pharmacol* 6(2): 125-136.
- Rani, M.P., Padmakumari, P.K., Sankarikutti, B., Cherian, O.L., Nisha, V.M., and Raghu, K.G. 2011. Inhibitory potential of ginger extracts against enzymes linked to type 2 diabetes, inflammation and induced oxidative stress. *Int. J. Food. Sci. Nutr* 62 (2): 106-110.
- Riaz, H., Begum, A., Raza, S.A., Khan, Z. MUD., Yousaf, H., and Tariq, A. 2015. Antimicrobial property and phytochemical study of ginger found in local area of Punjab, Pakistan. *International Current Pharmaceutical Journal* 4 (7): 405-409.
- Rocha, I.F.O., and Bolini, H.M.A. 2015. Passion fruit juice with different sweeteners: sensory profile by descriptive analysis and acceptance. *Food Sci. Nutr.* 3 (2): 129-139.
- Rosak, C., and Mertes, G. 2012. Critical evaluation of the role of acarbose in the treatment of diabetes: patient considerations. *Diabetes Metab Syndr Obes* 2012(5): 357- 367.
- Rusviani, V. 2007. Reformulasi produk minuman tradisional berbasis jahe (*Zingiber officinale* Rosc) berdasarkan kajian penerimaan dan preferensi konsumen di kota Bogor terhadap citarasa. Bogor : Institut Pertanian Bogor. Skripsi.
- Sani, R.N., Nisa, F.C., Andriani, R.D., dan Maligan, J.M. 2014. Analisis rendemen dan skrining fitokimia ekstrak etanol mikroalga laut *Tetraselmis chuii*. *Jurnal Pangan dan Agroindustri* 2(2): 121-126.
- Santoso, M., Naka, Y., Angkawidjaja, C., Yamaguchi, T., Matoba, T., and Takamura, H. 2010. Antioxidant and damage prevention activities of edible parts of *Gnetum gnemon* and their change upon heat treatment. *JFST* 16(6): 549-556.
- Semwal, R.B., Semwal, D.K., Combrinck, S., and Vilijoen, A.M. 2015. Gingerols and shogaols: important nutraceutical principles from ginger. *Phytochemistry* 117: 554-568.
- Setyaningsih, D., Apriyantono, A., and Sari, M.P. 2010. Analisis Sensori untuk Industri Pangan dan Agro. Bogor: IPB Press.
- Sheet, B.S., Artik, N., Ayed, M.A., and Abdulaziz, O.F. 2014. Some alternative sweeteners (xylitol, sorbitol, sucralose and stevia): a review. *Karalmas Science and Engineering Journal* 4 (1): 63-70.
- Siregar, Y.D.I., dan Utami, P. 2014. Pemanfaatan ekstrak kulit melinjo merah (*Gnetum gnemon*) sebagai pewarna alami pada pembuatan lipstik. *Jurnal Kimia Valensi* 4 (2): 98-108.

- Sylvia. 2013. Study of antioxidant activity of melinjo seed skin (*Gnetum gnemon* L.) and analysis of resveratrol compound. Tangerang : Universitas Pelita Harapan. Skripsi.
- Tandel, K.R. 2011. Sugar substitutes: Health controversy over perceived benefits. *J. Pharmacol. Pharmacother.* 2 (4): 236-243.
- Telagari, M., and Hullatti, K. 2015. In-vitro α -amylase and α -glucosidase inhibitory activity of *Adiantum caudatum* Linn. and *Celosia argentea* Linn. extracts and fractions. *Indian J. Pharmacol.* 47(4): 425-429.
- Tiwari, P., Kumar, B., Kaur, M., Kaur, G., and Kaur, H. 2011. Phytochemical screening and extraction: a review. *Int. Pharm. Sci.* 1 (1): 99-106.
- Vega-Galvez, A., Scala, K.D., Rodriguez, K., Lemus-Mondaca, R., Miranda, M., Lopez, J., and Peres-Won, M. 2009. Effect of air-drying temperature on physicochemical properties, antioxidant capacity, colour and total phenolic content of red pepper (*Capsicum annuum*, L. var. Hungarian). *Food Chemistry* 117 (4): 647-653.
- Wahyuni, S., Rais, M., dan Fadilah, R. 2017. Fortifikasi tepung kulit melinjo sebagai pewarna alami pada pembuatan kerupuk singkong. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian* 3 (2017): 212-222.
- Wang, H., Cui, Y., and Zhao, C. 2010. Flavonoids of the genus *Iris* (*Iridaceae*). *Mini-Rev Med Chem* 10 (7): 643-661.
- Wijaya, K.P. 2018. Aktivitas inhibisi α -glukosidase pada minuman fungsional ekstrak melinjo (*Gnetum gnemon* L.). Skripsi, Universitas Pelita Harapan, Tangerang.
- Wisudanti, D.D. 2016. Kajian pustaka: aplikasi terapeutik *Geraniin* dari ekstrak kulit rambutan (*Nephelium lappaceum*) sebagai antihiperglikemik melalui aktivitasnya sebagai antioksidan pada diabetes melitus tipe 2. *NurseLine Journal* 1(1): 120-138.
- Yanto, A.R., Mahmudati, N., dan Susetyorini, R.E. 2016. Seduhan jahe (*Zingiber officinale* Roscoe.) dalam menurunkan kadar glukosa darah tikus model diabetes tipe-2 (NIDDM) sebagai sumber belajar biologi. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia* 2 (3): 258-264.
- Yenrina, R., Sayuti, K., and Aggraini, T. 2016. Effect of natural colorants on color and antioxidant activity of “Kolang Kaling” (Sugar Palm Fruit) Jam. *Pakistan Journal of Nutrition* 15 (12): 1061-1066.
- Yulianingtyas, A., dan Kusmartono, B. 2016. Optimasi volume pelarut dan waktu maserasi pengambilan flavonoid daun belimbing uwuh (*Averrhoa bilimbi* L.). *Jurnal Teknik Kimia* 10 (2): 58-64.
- Zhang, A.J., Rimando, A.M., Mizuno, C.S., and Mathews, S.T. 2017. α -Glucosidase inhibitory effect of resveratrol and piceatannol. *J. Nutr. Biochem.* 47(1): 86-93.

**KUALITAS ES KRIM DENGAN PENAMBAHAN TEPUNG BIJI SALAK PONDOKH
(*Salacca edulis* Reinw.) SEBAGAI STABILIZER**

**[QUALITY OF ICE CREAM WITH THE ADDITION OF SALAK PONDOKH (*Salacca edulis*
Reinw.) SEED FLOUR ASSTABILIZER]**

Yovita Meliantha Yuwono^{1*}, Franciscus Sinung Pranata², Yuliana Reni Swasti³
Fakultas Teknobiologi, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Jln. Babarsari No. 44, Daerah
Istimewa Yogyakarta 55281

*Korespondensi penulis: yovitameliantha@gmail.com

ABSTRACT

*Ice cream is a frozen food that in its making process requires a stabilizer to get a soft texture and can sustain at room temperature. Salak pondokh seed flour has glucomannan content which can be used as a stabilizer. This study was conducted to determine the quality of ice cream using variations in salak pondokh seed flour's concentration from chemical, physical and microbiological quality and to determine optimum concentration of salak pondokh seed flour as stabilizer to replace CMC. Completely Randomized Design (CRD) with 4 variation concentrations of salak pondokh seed flour, i.e 0 % (CMC as control); 0.15 %; 0.30 % and 0.45 %. The results shows that salak pondokh (*Salacca edulis* Reinw.) seed flour did not contribute to protein content and total solids, overrun and colors, total plate count and *Salmonella* of- ice cream, but contributed to the fat content and melting quality of ice cream therefore the best quality in the terms of chemical, physical dan microbiological quality is ice cream with the addition of salak pondokh seed flour of 0.45 % and can be concluded that salak pondokh seed flour can be used as CMC.*

Keywords : CMC, ice cream, glucomannan, stabilizer, salak pondokh seed flour

ABSTRAK

Es krim merupakan makanan beku yang dalam proses pembuatannya membutuhkan *stabilizer* sehingga didapatkan tekstur yang lembut serta dapat bertahan pada suhu ruang. Biji salak pondokh memiliki kandungan glukomanan yang bisa digunakan sebagai *stabilizer*. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kualitas es krim yang dibuat dengan variasi penambahan konsentrasi dari tepung biji salak pondokh baik dari segi kimia, fisik dan mikrobiologis serta untuk mengetahui konsentrasi optimum penggunaan tepung biji salak pondokh sebagai *stabilizer* yang dapat mensubstitusi CMC. Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan konsentrasi penambahan tepung biji salak pondokh, yaitu konsentrasi 0 % (kontrol CMC); 0,15 %; 0,30 % dan 0,45 %. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan tepung biji salak pondokh (*Salacca edulis* Reinw.) tidak memberikan pengaruh terhadap kadar protein dan total padatan, nilai *overrun* dan warna serta angka lempeng total dan *Salmonella* dari es krim yang dihasilkan, namun memberikan pengaruh terhadap kadar lemak dan *melting quality* dari es krim yang dihasilkan sehingga kualitas terbaik dari segi kimia, fisik dan mikrobiologi adalah es krim dengan penambahan tepung biji salak konsentrasi 0,45 % dan dapat disimpulkan bahwa tepung biji salak pondokh dapat digunakan sebagai pengganti CMC.

Kata Kunci : CMC, es krim, glukomanan, *stabilizer*, tepung biji salak pondokh

PENDAHULUAN

Es krim merupakan makanan berbentuk koloid yang kompleks, mengandung globula-globula lemak, gelembung udara dan kristal es yang terdispersi dalam larutan protein, garam, polisakarida dan gula dalam keadaan beku-terkonsentrasi (Goff *et al.*, 1999). Proses pembuatan es krim memerlukan penambahan *stabilizer* sebagai pengemulsi yang menyebabkan terjadinya pengikatan globula dari molekul lemak, air dan udara sehingga pembentukan kristal es yang lebih besar dapat dicegah, memperlembut tekstur es krim, mempertahankan pelelehan es krim saat dihidangkan serta memiliki pengaruh pada *overrun*. *Stabilizer* akan meningkatkan viskositas adonan es krim sehingga menghasilkan es krim dengan tekstur lembut akibat kristal-kristal es yang kecil terbentuk serta memperlambat pelelehan es krim saat dihidangkan (Violisa *et al.*, 2012). Salah satu *stabilizer* yang berasal dari tanaman dan termasuk mudah didapatkan serta mengandung serat larut air yang bermanfaat bagi tubuh adalah glukomanan.

Glukomanan merupakan polisakarida hidrokoloid yang tersusun dari monomer D-mannosa dan D-glukosa dengan ikatan β -1,4 (Alonso-Sande *et al.*, 2009) yang memiliki sifat kekentalan dan kekenyalan yang sangat

tinggi sehingga dapat dimanfaatkan sebagai pengental atau untuk memperbaiki tekstur pada makanan (Utami *et al.*, 2017). Glukomanan pada biji salak memiliki peluang sebagai substitusi *stabilizer* dalam pembuatan es krim. Salak pondoh (*Salacca edulis* Reinw.) merupakan salah satu buah lokal yang mudah ditemui di daerah Indonesia dengan limbah yang dihasilkan sekitar 35 % - 44 %, salah satunya adalah biji salak yang memiliki 24,38 % mannan (dari 36,28 % karbohidrat biji segar) berupa glukomanan (Nugroho, 2014). Panen salak pondoh di Kabupaten Sleman pada tahun 2016 mencapai 730.053 kuintal (Badan Pusat Statistik Kabupaten Sleman, 2017), sehingga berpotensi menjadi salah satu penghasil glukomanan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas es krim yang dibuat dengan variasi penambahan konsentrasi dari tepung biji salak pondoh baik dari segi kimia, fisik dan mikrobiologis serta untuk mengetahui konsentrasi optimum penggunaan tepung biji salak pondoh sebagai *stabilizer* yang dapat mensubstitusi CMC.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Penelitian dilakukan pada bulan Oktober 2018 – Agustus 2019 di Laboratorium Teknobiologi Pangan dan Laboratorium Produksi, Fakultas

Teknobiologi Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Alat-alat yang digunakan adalah oven merk MMM Ecocell dan Cosmos, *grinder* merk Maksindo, ayakan ukuran 60 mesh, tanur merk One Tech, cawan timbang, *mixer* merk Miyako, lemari asam merk Biobase Fume Hood Series, cawan porselen, corong pemisah, sentrifus merk Harmonic Series, *waterbath* merk Mammart, *Color Reader* merk Konica Minolta, kertas saring whatman ukuran 41, *hotplate* merk Ikamac RH, autoklaf merk Hirayama Hiclave HVE-50, inkubator merk Memmert, *microwave* merk Electrolux, ose, *Lamina Air Flow* merk Omega SV 1200 SG, vortex Phoenix RS-VA 10 serta cawan petri merk Charuzu.

Bahan-bahan yang digunakan biji salak pondoh yang diambil dari Turi, Sleman, susu sapi cair *full cream*, susu bubuk skim, gula pasir, CMC, pengemulsi SP, akuades, garam aluminium kalium aluminium sulfat, larutan etanol 78% dan 96%, katalis N, larutan H₂SO₄ pekat, larutan NaOH-tio, larutan asam borat-MR-BCG, larutan HCl 0,02 N, larutan amonia pekat, larutan eter, larutan n-heksan, larutan aseton, medium *Plate Count Agar* (PCA), medium *Lactose Broth* (LB), medium *Selenite Cystine Broth* (SCB), medium *Salmonella Shigella Agar* (SSA), serta alkohol 70%.

Metode Penelitian

Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan pada penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 3 kali pengulangan pada empat jenis variasi konsentrasi tepung biji salak (0,0%, 0,15%, 0,3% dan 0,45%).

Pembuatan Tepung Biji Salak

Biji salak pondoh dicuci sampai bersih kemudian dikeringkan. Biji direndam dengan air dengan perbandingan 1:2 (b/v) selama 8 jam kemudian dikeringkan dengan oven (suhu 65 °C selama 48 jam). Biji diparut, biji bagian dalam dihaluskan dengan *grinder* kemudian disaring dengan ayakan 60 mesh.

Analisis Bahan Awal

Pengujian bahan awal yang dilakukan adalah kadar air (AOAC, 2005), abu (AOAC, 1995 dengan modifikasi), protein mikro kjeldahl (Badan Standarisasi Nasional, 1992 dengan modifikasi), lemak metode *Soxhlet* (AOAC, 1990 dengan modifikasi), serat larut (Badan Standarisasi Nasional, 1992 dengan modifikasi), karbohidrat *by difference* (Iskandar, 2015) serta glukomanan (Widjanarko dan Megawati, 2015 dengan modifikasi).

Pembuatan Es Krim

Susu sapi *plain full cream UHT* sebanyak 400 mL dan bubuk CMC sebanyak

1,5 gram dimasukkan ke dalam gelas beker dan diaduk hingga tercampur rata. Susu skim bubuk sebanyak 45 gram dan gula pasir sebanyak 55 gram ditambahkan perlahan-lahan kemudian diaduk kembali. Campuran adonan dipanaskan dengan kompor sampai semua bahan tercampur kemudian campuran adonan dipasteurisasi selama 30 menit (suhu 70°C) sambil diaduk perlahan-lahan kemudian didiamkan sampai dingin.

Campuran adonan disimpan pada suhu 4°C selama 4 jam dan ditambahkan pengemulsi SP sebanyak 0,5% dari volume akhir campuran adonan kemudian dicampur menggunakan *mixer* selama 10 menit. Campuran adonan yang sudah mengembang disimpan di dalam *freezer* (proses *hardening*) pada suhu -30°C selama 24 jam.

Pembuatan es krim diulang dengan perlakuan tepung biji salak sebagai *stabilizer*. Tepung biji salak digunakan untuk mengganti CMC (kontrol). Tepung biji salak dengan konsentrasi 0,15%; 0,30% dan 0,45% dari total formulasi (500mL) masing-masing ditambahkan masing-masing ke dalam adonan es krim berbeda sebagai variasi *stabilizer*.

Analisis Kadar Protein

Sebanyak 0,2 gram tepung biji salak ditambah katalis N dan H₂SO₄ kemudian didestruksi dengan cara dididihkan sampai jernih kemudian didinginkan. Dinding labu

Kjeldahl dicuci menggunakan akuades sebanyak 10 mL, kemudian ditambahkan 20 mL NaOH-tio dan dilakukan destilasi. Destilat ditampung di dalam erlenmeyer yang berisi larutan asam borat yang sudah ditambahkan indikator *Methyl Red-Bromocresol Green* (MR-BCG) sampai volume destilat mencapai 60 mL. Larutan destilat dititrasi menggunakan larutan HCl 0,02 N sampai terjadi perubahan warna. Nilai N total dihitung dengan rumus:

$$\text{Jumlah N total (\%)} = \frac{(\text{Volume HCl} \times \text{N HCl})}{\text{volume sampel}} \times 14,008 \times fp \times 100 \%$$

$$\text{Protein (\%)} = \% \text{ Jumlah N total} \times \text{faktor konversi protein}$$

Keterangan:

$$\begin{aligned} fp &= 1 \\ \text{faktor konversi protein (es krim)} &= 6,38 \end{aligned}$$

Analisis Kadar Lemak

Es krim dimasukkan ke dalam corong pemisah, ditambahkan amonia (NH₃) pekat kemudian dilakukan ekstraksi dengan cara dikocok selama 1 menit. Etanol 95% dan dietil eter ditambahkan ke dalam corong pemisah kemudian dikocok kembali kurang lebih selama 1 menit. Larutan heksan ditambahkan kemudian dikocok kembali selama kurang lebih 1 menit.

Larutan dipindahkan ke dalam tabung sentrifugasi kemudian dipisahkan menggunakan sentrifugasi dengan kecepatan 4000 *rpm* selama 30 menit. Supernatan dituang ke dalam cawan porselen yang sudah diketahui berat konstannya, kemudian diuapkan menggunakan *waterbath* sampai

pelarut menguap. Cawan porselen dipanaskan menggunakan *oven* dengan suhu 100°C selama 30 menit kemudian disimpan di dalam eksikator selama 10 menit. Berat akhir cawan ditimbang kemudian kadar lemak dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Kadar lemak (\%)} = \frac{(W_2 - W_1)}{W_0} \times 100\%$$

Keterangan:

W_0 = berat sampel (gram)

W_1 = berat cawan kosong (gram)

W_2 = berat cawan dan lemak hasil ekstraksi (gram)

Analisis Kadar Total Padatan

Sampel ditambah akuades kemudian dimasukkan ke dalam cawan konstan dan dipanaskan selama 30 menit. Cawan dipanaskan dengan oven pada suhu 105°C selama 3 jam kemudian dimasukkan ke dalam eksikator dan didiamkan selama 30 menit. Cawan ditimbang kembali dan perlakuan diulang hingga mendapat berat konstan. Total padatan dihitung masing-masing menggunakan rumus:

$$\text{Total Padatan (\%)} = \frac{A}{B} \times 100\%$$

Keterangan:

A = berat cawan dengan sampel setelah dioven (gram)

B = berat sampel (gram)

Analisis Melting Quality

Sampel es krim dikeluarkan dari *freezer* (suhu -30 °C) kemudian ditimbang sebanyak 30 gram diletakkan di atas *wire mesh* pada tempat terbuka (suhu ruang 25 °C). *Stopwatch* dinyalakan kemudian es krim dibiarkan sampai meleleh sempurna.

Stopwatch dimatikan ketika es krim sudah meleleh sempurna, kemudian waktu dicatat sebagai waktu *melting quality* (menit/30 gram).

Analisis Overrun

Uji *overrun* produksi es krim dilakukan berdasarkan perubahan volume selama proses pembuatan es krim. Volume awal *Ice Cream Mix* atau ICM (sebelum dilakukan *aging*) dicatat sebagai volume ICM. Volume akhir ICM (yang sudah disimpan selama 24 jam atau setelah proses *hardening*) dicatat sebagai volume es krim. Nilai *overrun* dihitung menggunakan rumus:

$$\% \text{ overrun} = \left(\frac{\text{Volume es krim} - \text{Volume ICM}}{\text{Volume ICM}} \right) \times 100\%$$

Analisis Warna

Sampel dimasukkan ke dalam plastik bening. Alat *Color Reader* (sistem Hunter) dinyalakan, ujung reseptor di tempelkan pada sampel kemudian tombol *detect* ditekan. Hasil L, a dan b pada layar *display* dicatat. Nilai X dan Y dihitung menggunakan rumus:

$$x = \frac{\bar{a} + 1,75 \bar{L}}{5,645 \bar{L} + \bar{a} - 3,012 \bar{b}} \quad \text{dan} \quad y = \frac{1,786 \bar{L}}{5,645 \bar{L} + \bar{a} - 3,012 \bar{b}}$$

Keterangan:

L = tingkat kecerahan (0 – 100)

a = campuran merah-hijau (+a : 0 – 100 dan -a : 0 – (-80))

b = campuran biru-kuning (+b : 0 – 70 dan -a : 0 – (-70))

Angka Lempeng Total

Es krim sebanyak 1 gram dilarutkan ke dalam 9 mL akuades dan dihomogenkan

sehingga didapatkan pengenceran 10^{-1} . Sebanyak 1 mL larutan pengenceran 10^{-1} diambil kemudian dilarutkan ke dalam 9 mL akuades dan dihomogenkan menggunakan *vortex* sehingga didapatkan pengenceran 10^{-2} . Langkah pengenceran diulang untuk pembuatan larutan pengenceran 10^{-3} , 10^{-4} dan 10^{-5} .

Masing-masing dari kelima variasi konsentrasi tersebut diambil sebanyak 1 mL dan dituangkan ke dalam cawan petri steril. Medium *Plate Count Agar* (PCA) cair dimasukkan ke dalam cawan petri tersebut sampai $\frac{3}{4}$ tinggi cawan petri (15-20 mL) dengan catatan medium PCA harus sudah dingin atau tidak panas lagi setelah dikeluarkan dari *microwave* ketika akan dituangkan. Cawan petri yang sudah berisi sampel dan medium PCA ditutup dan digoyang-goyangkan membentuk angka 8, kemudian cawan petri dibungkus dengan plastik *wrap* dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 48 jam. Koloni yang terlihat tumbuh dihitung, kemudian ALT dihitung sesuai dengan rumus Angka Lempeng Total (ALT) sebagai berikut:

$$ALT = \frac{\Sigma C}{[(1xn_1) + (0,1xn_2) + (0,01xn_3)]x d}$$

Keterangan:

ΣC : jumlah koloni yang memenuhi syarat 25-250 per cawan petri

n_1 : jumlah petri konsentrasi 10^{-1} yang koloninya memenuhi syarat

n_2 : jumlah petri konsentrasi 10^{-2} yang koloninya memenuhi syarat

n_3 : jumlah petri konsentrasi 10^{-3} yang koloninya memenuhi syarat

d : konsentrasi sampel yang pertama kali memenuhi syarat

Analisa *Salmonella*

Es krim sebanyak 25 gram dilarutkan ke dalam 225 mL medium *Lactose Broth* (LB) dan dihomogenkan kemudian diinkubasi selama 24 jam dengan suhu 37°C . Hasil inkubasi diambil sebanyak 1 mL kemudian dimasukkan ke dalam 9 mL medium *Selenite Cystine Broth* (SCB) dan dihomogenkan menggunakan *vortex*. Kultur bakteri diinkubasi dengan suhu 37°C selama 24 jam. Hasil inkubasi sebanyak 1 ose diinokulasikan ke medium *Salmonella Shigella Agar* (SSA) secara *streak plate* kemudian diinkubasi dengan suhu 37°C selama 48 jam. Hasil positif ditandai dengan adanya koloni transparan dengan warna cokelat pada bagian tengah.

Analisis Data

Analisis data hasil penelitian menggunakan uji ANAVA untuk mengetahui ada tidaknya beda nyata dan uji DMRT untuk mengetahui letak beda nyata dan diproses menggunakan program SPSS versi 22.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Bahan Awal

Tepung biji salak pondoh memiliki kadar air sebesar $10,96 \pm 0,42\%$, kadar abu

sebesar $3,57 \pm 0,12$ %, kadar protein sebesar $4,30 \pm 0,00$ %, kadar lemak $3,07 \pm 0,40$ %, kadar karbohidrat sebesar $78,11 \pm 0,89$ %, kadar glukomanan sebesar $6,17 \pm 0,25$ % serta kadar serat larut sebesar $36,43 \pm 3,18$ %.

Kadar Protein Es Krim

Analisis kadar protein dilakukan untuk mengetahui kadar protein dari total kandungan nitrogen (total N) pada makanan (Patel *et al.*, 2006). Protein memiliki kemampuan untuk menghasilkan emulsi stabil pada proses pembuatan es krim (McSweeney dan O'Mahony, 2016). Hasil analisis kadar protein es krim dengan penambahan tepung biji salak pondoh (*Salacca edulis* Reinw.) seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil analisis kadar protein es krim dengan penambahan tepung biji salak pondoh (*Salacca edulis* Reinw.)

Konsentrasi Tepung Biji Salak Pondoh (%)	Kadar Protein (%)
0	$4,19 \pm 0,51^a$
0,15	$4,70 \pm 0,42^a$
0,30	$4,89 \pm 0,93^a$
0,45	$4,40 \pm 0,46^a$

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom tabel yang sama menunjukkan tidak adanya beda nyata pada uji DMRT dengan tingkat kepercayaan 95 %.

Penambahan tepung biji salak pondoh berbagai konsentrasi tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap kadar protein es krim (Tabel 1). CMC sebagai kontrol tidak memiliki kandungan protein (Alakali *et al.*, 2008). Kadar protein semua perlakuan sesuai dengan standar SNI No 01-

3713-1995 menurut Badan Standarisasi Nasional (1995), yaitu minimal 2,7 %.

Kadar Lemak Es Krim

Analisis kadar lemak dilakukan untuk menentukan jumlah kandungan lemak dalam komposisi suatu produk (Multon, 1997). Lemak meningkatkan rasa dan memberikan tekstur yang baik pada es krim (Goff dan Hartel, 2013). Hasil analisis kadar lemak es krim dengan penambahan tepung biji salak pondoh (*Salacca edulis* Reinw.) seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil analisis kadar lemak es krim dengan penambahan tepung biji salak pondoh (*Salacca edulis* Reinw.)

Konsentrasi Tepung Biji Salak Pondoh (%)	Kadar Lemak (%)
0	$13,06 \pm 0,28^a$
0,15	$29,85 \pm 2,25^c$
0,30	$25,76 \pm 1,56^b$
0,45	$27,68 \pm 1,65^{bc}$

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom tabel yang sama menunjukkan tidak adanya beda nyata pada uji DMRT dengan tingkat kepercayaan 95 %.

Penambahan tepung biji salak pondoh berbagai konsentrasi memberikan pengaruh yang berbeda nyata, yaitu semakin tinggi konsentrasi tepung biji salak yang digunakan, kadar lemak cenderung menurun (Tabel 2). Hasil penelitian yang dilakukan oleh Djajati *et al.* (2017), kadar lemak es krim dengan penambahan tepung glukomanan dari umbi porang konsentrasi 0,1; 0,3 dan 0,5 % berturut-turut adalah $9,128 \pm 0,012$; $9,146 \pm 0,014$ dan $9,210 \pm 0,075$ %. Tepung porang

yang digunakan memiliki kadar glukomanan sebesar 62,18 % serta kadar lemak sebesar 1,54 %. Penambahan tepung porang tidak memberikan pengaruh terhadap kadar lemak es krim yang dihasilkan.

Kadar Total Padatan

Total padatan adalah residu kering bahan atau komponen makanan setelah analisis kadar air (Nielsen, 2015). Komponen pada total padatan akan menggantikan air sehingga akan meningkatkan nilai gizi dan viskositas serta memperbaiki tekstur dari es krim (Arbuckle, 1986). Hasil analisis total padatan es krim dengan penambahan tepung biji salak pondoh (*Salacca edulis* Reinw.) seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil analisis total padatan es krim dengan penambahan tepung biji salak pondoh (*Salacca edulis* Reinw.)

Konsentrasi Tepung Biji Salak Pondoh (%)	Total Padatan (%)
0	26,10 ± 10,85 ^a
0,15	34,71 ± 0,19 ^a
0,30	34,51 ± 0,10 ^a
0,45	35,21 ± 2,11 ^a

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom tabel yang sama menunjukkan tidak adanya beda nyata pada uji DMRT dengan tingkat kepercayaan 95 %.

Penambahan tepung biji salak pondoh berbagai konsentrasi tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata, namun ada kecenderungan total padatan meningkat seiring penambahan konsentrasi tepung biji salak pondoh (Tabel 3). Total padatan es krim dengan berbagai perlakuan konsentrasi tepung

biji salak sesuai dengan standar SNI No 01-3713-1995 menurut Badan Standarisasi Nasional (1995), yaitu minimal 3,4 %. Kecenderungan peningkatan total padatan dipengaruhi oleh penambahan konsentrasi tepung biji salak yang digunakan, karena glukomanan mampu mengikat air dalam jumlah besar sehingga semakin tinggi konsentrasinya, maka kadar air semakin menurun dan total padatan semakin meningkat. Hal tersebut terjadi karena glukomanan sebagai *stabilizer* mengandung gugus hidroksil yang dapat membentuk ikatan hidrogen dengan molekul air dan menyebabkan viskositas meningkat (Clarke, 2004) sehingga penggunaannya akan mengurangi kadar air dan meningkatkan total padatan. Total padatan lebih dari 42 % akan menyebabkan tesktur es krim terlalu lembek (*soggy*) dan terlalu berat (kental) (Arbuckle,1986).

Melting Quality Es Krim

Kecepatan meleleh adalah waktu yang dibutuhkan es krim untuk meleleh sempurna pada suhu ruang setelah pembekuan. Analisis dilakukan sebagai sarana penelitian dan pengembangan serta kontrol kualitas es krim (Clarke, 2004). Hasil analisis *melting quality* es krim dengan penambahan tepung biji salak pondoh (*Salacca edulis* Reinw.) seperti pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil analisis *melting quality* es krim dengan penambahan tepung biji salak pondoh (*Salacca edulis* Reinw.)

Konsentrasi Tepung Biji Salak Pondoh (%)	<i>Melting Quality</i> (detik / 30 gram)
0	1156,67 ± 128,05 ^a
0,15	1191,33 ± 109,33 ^{ab}
0,30	1388,50 ± 137,92 ^b
0,45	1641,33 ± 78,50 ^c

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom tabel yang sama menunjukkan tidak adanya beda nyata pada uji DMRT dengan tingkat kepercayaan 95 %.

Penambahan tepung biji salak pondoh berbagai konsentrasi memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap kualitas meleleh es krim, yaitu waktu meleleh es krim meningkat seiring dengan penambahan konsentrasi tepung biji salak pondoh (Tabel 4). *Stabilizer* mengandung gugus hidroksil yang dapat membentuk ikatan hidrogen dengan molekul air dan menyebabkan viskositas meningkat, sehingga pembentukan kristal es yang lebih besar dapat dicegah (Clarke, 2004) serta menyebabkan waktu pelelehan es krim di suhu ruang meningkat. Peningkatan total padatan mampu menghambat pelelehan es krim pada suhu ruang, sesuai dengan hasil penelitian Siswati *et al.* (2019), bahwa semakin tinggi konsentrasi tepung umbi gembili sebagai penstabil, maka mobilitas air terhambat dan pengikatan air bebas meningkat (total padatan meningkat) akibat kemampuannya sebagai hidrokoloid, sehingga es krim sukar meleleh.

Penambahan tepung biji salak pondoh konsentrasi 0,45 % memiliki kualitas terbaik karena dengan waktu meleleh yang dihasilkan akan memiliki hasil nilai *overrun* es krim (Tabel 5) yang paling mendekati standar yang ditetapkan NIIR *Board of Consultants and Engineers* (2017), yaitu 100-120 %.

Overrun Es Krim

Overrun adalah nilai yang menunjukkan peningkatan volume dari *ice cream mix* karena adanya udara di dalam es krim. *Overrun* berperan meningkatkan tekstur makanan beku dengan membuatnya menjadi lebih lembut dan *creamy* karena gelembung udara yang terbentuk berukuran kecil sehingga mencegah tekstur es krim menjadi keras (Brown, 2015). Hasil analisis *overrun* es krim dengan penambahan tepung biji salak pondoh seperti pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil analisis *oerrun* es krim dengan penambahan tepung biji salak pondoh

Konsentrasi Tepung Biji Salak Pondoh (%)	<i>Overrun</i> (%)
0	136,67 ± 12,58 ^a
0,15	133,33 ± 12,73 ^a
0,30	132,39 ± 8,82 ^a
0,45	125,44 ± 0,76 ^a

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom tabel yang sama menunjukkan tidak adanya beda nyata pada uji DMRT dengan tingkat kepercayaan 95 %.

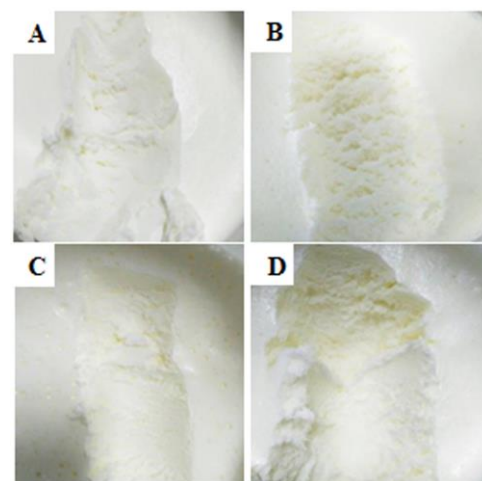
Penambahan tepung biji salak pondoh berbagai konsentrasi tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap nilai *overrun* es krim (Tabel 5). Adonan es krim

yang meningkat viskositasnya menyebabkan total padatan meningkat serta kadar air bebas berkurang, sehingga membuat gelembung udara sulit menembus permukaan adonan dan menyebabkan adonan es krim tidak mengembang. Hal tersebut didukung dengan pernyataan El-Bakry *et al.*, (2018), bahwa viskositas yang tinggi akan menghambat pembentukan kristal es dan menstabilkan gelembung udara karena pergerakan air bebas terbatas sehingga nilai *overrun* menurun. Keempat perlakuan variasi konsentrasi penambahan tepung biji salak melebihi batas nilai *overrun* sesuai dengan standar yang ditetapkan NIIR Board of Consultants and Engineers (2017), bahwa es krim dengan kualitas standar memiliki *overrun* 100-120 %, namun masih dapat dikatakan sesuai dengan pernyataan Gisslen (2009), bahwa es krim dapat memiliki nilai *overrun* dari 60 % sampai 140 %. Penambahan tepung biji salak pondoh konsentrasi 0,45 % memiliki kualitas terbaik karena memiliki nilai *overrun* mendekati standar yang ditetapkan oleh NIIR Board of Consultants and Engineers (2017).

Analisis Warna

Warna berperan penting pada makanan, baik yang diproses maupun tidak dan bisa menjadi indikasi perubahan kimia pada makanan (deMan, 2013). Penambahan tepung biji salak pondoh berbagai konsentrasi tidak

menunjukkan perbedaan kenampakan warna dari es krim yang dihasilkan, yaitu berwarna putih (Gambar 1). Hal tersebut disebabkan oleh tepung biji salak pondoh yang digunakan berwarna putih sehingga penambahan konsentrasinya tidak akan memengaruhi warna es krim yang dihasilkan. Faktor yang dapat menyebabkan pudarnya warna adalah nilai *overrun*, karena udara yang masuk ke dalam es krim selama proses aerasi mampu menurunkan intensitas warna (Marshall *et al.*, 2003), namun penambahan tepung biji salak pondoh tidak berpengaruh terhadap nilai *overrun* sehingga tidak memberikan pengaruh terhadap warna es krim yang dihasilkan.



Gambar 1. Kenampakan Warna Es Krim (Keterangan: A = 0 %; B = 0,15 %; C = 0,30 % dan D = 0,45 %)

Angka Lempeng Total (ALT) Es Krim

ALT menghitung total populasi mikroorganisme aerob pada produk makanan. Mikroorganisme berasal dari udara, air maupun permukaannya (Marriott, 1997).

Hasil analisis ALT pada es krim dengan penambahan tepung biji salak pondoh (*Salacca edulis* Reinw.) seperti pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil analisis angka lempeng total (ALT) es krim dengan penambahan tepung biji salak pondoh (*Salacca edulis* Reinw.)

Konsentrasi Tepung Biji Salak Pondoh (%)	ALT (log Koloni / gram)
0	2,70 ± 0,27 ^a
0,15	1,23 ± 0,40 ^a
0,30	1,00 ± 0 ^b
0,45	2,15 ± 1,05 ^{ab}

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom tabel yang sama menunjukkan tidak adanya beda nyata pada uji

Penambahan tepung biji salak pondoh berbagai konsentrasi memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap jumlah mikrobia yang tumbuh (Tabel 6). Jumlah mikrobia yang tumbuh melalui analisis ALT pada es krim dengan berbagai perlakuan konsentrasi tepung biji salak sesuai dengan standar SNI No 01-3713-1995 menurut Badan Standarisasi Nasional (1995), yaitu maksimum 5 log Koloni / gram. Glukomanan memiliki kemampuan yang tinggi dalam menyerap air sehingga semakin tinggi konsentrasi penggunaan tepung biji salak, maka kadar glukomanan yang digunakan meningkat sehingga kadar air bebas berkurang dan menyebabkan terjadinya penurunan jumlah mikrobia yang tumbuh karena bakteri kekurangan media untuk hidup. Penambahan tepung biji salak pondoh konsentrasi 0,45 % pada es krim memiliki jumlah mikrobia yang tumbuh lebih tinggi dibandingkan

penambahan dengan konsentrasi 0,15 dan 0,30 % terjadi karena tepung biji salak pondoh dapat mengandung mikroorganisme sehingga dengan adanya penambahan konsentrasi tepung biji salak pondoh dapat meningkatkan jumlah mikrobia dalam es krim.

Analisis *Salmonella*

Salmonella adalah mikrobia Gram negatif yang bersifat fakultatif anaerob dan termasuk mikrobia patogen penyebab penyakit (*salmonellosis*), biasa ditemukan pada produk hewan, seperti telur dan daging serta susu dan produknya (Mares, 2017). Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan didapatkan hasil analisis *Salmonella* pada es krim dengan penambahan tepung biji salak pondoh (*Salacca edulis* Reinw.) adalah negatif (tidak mengandung *Salmonella*). Hasil analisis *Salmonella* es krim dengan berbagai perlakuan konsentrasi tepung biji salak sesuai dengan standar SNI No 01-3713-1995 menurut Badan Standarisasi Nasional (1995), yaitu negatif atau tidak ada koloni yang tumbuh pada 25 gram es krim. Hasil tersebut disebabkan karena adanya tahap pasteurisasi pada suhu 70 °C selama 30 menit sehingga menyebabkan mikrobia *Salmonella* mati (Watson *et al.*, 2017).

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penambahan tepung biji salak pondoh (*Salacca edulis* Reinw.) hanya memberikan pengaruh terhadap kadar lemak dan *melting quality* dari es krim yang dihasilkan. Konsentrasi optimum penambahan tepung biji salak pondoh (*Salacca edulis* Reinw.) adalah konsentrasi 0,45 % sehingga tepung biji salak pondoh (*Salacca edulis* Reinw.) dapat menggantikan CMC sebagai *stabilizer*.

SARAN

Saran yang dapat disampaikan adalah perlu dilakukannya pemurnian glukomanan dari tepung biji salak pondoh sehingga didapatkan glukomanan yang lebih murni dan lebih optimum mensubstitusi CMC, perlu dilakukan optimasi formulasi pembuatan kontrol es krim yang tepat sehingga menghasilkan kualitas fisik es krim (*melting quality* dan *overrun*) yang lebih baik serta perlu dilakukan metode analisa kadar lemak yang lebih teliti, dengan hanya mengambil hasil ekstraksi pada pelarut heksan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alakali, J. S., Okonkwo, T. M. and Iordye, E. M. 2008. Effect of stabilizers on the physico-chemical and sensory attributes of thermized yogurt. *African Journal of Biotechnology* 7 (2) : 158-163.
- Alonso-Sande, M., Teijeiro-Osorio, D., López, R. and Alonso, M. J. 2009. Glucomannan, a promising polysaccharide for biopharmaceutical purposes. *European Journal of Pharmateutics and Biopharmateutics* 72 : 453-462.
- AOAC. 1990. *Official Methods of Analysis*. Virginia : Association of Official Analytical Chemist Inc.
- AOAC. 1995. *Official Methods of Analysis*. Virginia : Association of Official Analytical Chemist Inc.
- AOAC. 2005. *Official Methods of Analysis*. Virginia : Association of Official Analytical Chemist Inc.
- Arbuckle, W. S. 1986. *Ice Cream* fourth edition. New York : Springer Science and Business Media.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Sleman. 2017. Luas panen, produksi dan rata-rata produksi salak pondoh dan salak gading per kecamatan di Kabupaten Sleman 2016. <https://slemankab.bps.go.id/statictable/2017/11/17/339/luas-panen-produksi-dan-rata-rata-produksi-salak-pondoh-dan-salak-gading-per-kecamatan-di-kabupaten-sleman-2016.html> on 28/10/2019
- Badan Standarisasi Nasional. 1992. SNI No 01-2891-1992 tentang Cara Uji Makanan dan Minuman, Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 1995. SNI No 01-3713-1995 tentang Es Krim, Jakarta.
- Bakti, A. T., Surjoseputro, S. dan Setijawati, E. 2017. Pengaruh perbedaan persentase penambahan susu full cream terhadap sifat fisikokimia dan organoleptik es krim beras merah. *Jurnal Teknologi Pangan dan Gizi* 16 (2) : 52-57.

- Clarke, C. 2004. *The Science of Ice Cream*. UK : The Royal Society of Chemistry.
- Djajati, S., Sudaryati dan Palupi, T. 2017. Es krim susu biji kecipir (*Psophocarus tetragonolobus* L.) dengan penambahan tepung glukomanan dan virgin coconut oil. *Reka Pangan* 11 (2) : 23-30.
- El-Bakry, M., Sanchez, A. and Mehta, B. M. 2018. *Microstructure of Dairy Products*. USA : Wiley-Blackwell; John Wiley and Sons, Ltd.
- Gisslen, W. 2009. *Professional Baking*. USA : John Wiley and Sons, Ltd.
- Goff, H. D. and Hartel, R. W. 2013. *Ice Cream*. New York : Springer Science and Business Media.
- Goff, H. D., Verespej, E. and Smith, A. K. 1999. A study of fat and air structures in ice cream. *International Dairy Journal* 9 : 817-829.
- Iskandar, S. 2015. *Ilmu Kimia Teknik*. Yogyakarta : Deepublish Publisher.
- Mares, M. 2017. *Current Topics in Salmonella and Salmonellosis*. Croatia : InTech.
- Marriott, N. G. 1997. *Essentials of Food Sanitation*. USA : Chapman and Hall.
- Marshall, R. T., Goff, H. D. and Hartel, R. W. 2003. *Ice Cream* sixth edition. New York : Kluwer Academic/Plenum Publisher.
- McSweeney, P. H. and O'Mahony, J. A. 2016. *Advance Dairy Chemistry* fourth edition. New York : Springer Science Business Media.
- Multon, J. L. 1997. *Analysis of Food Constituents*. USA : Wiley-VCH, Inc.
- Nielsen, S. S. 2015. *Food Analysis Laboratory Manual* second edition. New York : Springer Science Business Media.
- NIIR Board of Consultants and Engineers. 2017. *The Complete Technology Book on Flavoured Ice Cream*. India : Asia Pacific Business Press, Inc.
- Nugroho, D. A. 2014. Studi potensi biji salak (*Salacca edulis* Reinw.) sebagai sumber alternatif monosakarida dengan cara hidrolisis menggunakan asam sulfat. Yogyakarta : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. Skripsi.
- Patel, M. R., Baer, R. J. and Acharya, M. R. 2006. Increasing the protein content of ice cream. *Jurnal Dairy Science* 89 : 1400-1406.
- Siswati, O. D., Bintoro, V. P. dan Nurwantoro. 2019. Karakteristik es krim ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas* var *Ayamurasaki*) dengan penambahan tepung umbi gembili (*Dioscorea esculenta* L.) sebagai bahan penstabil. *Jurnal Teknologi Pangan* 3(1) : 121-126.
- Utami, D. R., Aprilia, V. dan Nisa, F. Z. 2017. Sifat fisik, kadar serat, dan daya terima naget dengan penggunaan glukomanan dari porang (*Amorphophallus oncophyllus*) untuk substitusi daging ayam. *Jurnal Gizi dan Dietetik Indonesia* 5 (1) : 9-16.
- Violisa, A., Nyoto, A. dan Nurjanah, N. 2012. Penggunaan rumput laut sebagai *stabilizer* es krim susu dari sari kedelai. *Teknologi dan Kejuruan* 35 (1) : 103-114.

Watson, R. R., Collier, R. J. and Preedy, V. R.
2017. *Nutrients in Dairy and Their Implications for Health and Disease*.
United Kingdom : Academic Press;
Elsevier, Inc.

Widjanarko, S. B. dan Megawati, J. Analisis
metode kolorimetri dan gravimetri
pengukuran kadar glukomanan pada
konjak (*Amorphophallus* Konjac).
Jurnal Pangan dan Agroindustri 3 (4) :
1584-1588.

**APLIKASI TEPUNG TAPIOKA DAN GAPLEK TERMODIFIKASI FISIK DALAM
PEMBUATAN MI *LETHEK***
**[APPLICATION OF PHYSICAL MODIFIED CASSAVA AND TAPIOCA FLOUR
IN *LETHEK* NOODLE MAKING]**

Nuri Arum Anugrahati* dan Elsie Carista
Departemen Teknologi Pangan, Universitas Pelita Harapan,
Jl. M.H. Thamrin Boulevard Raya 1100, Lippo Karawaci, Tangerang, Banten 15811
*Korespondensi penulis:nuri.anugrahati@uph.edu

ABSTRACT

Lethek noodles are Yogyakarta's special food made from a mixture of cassava flour and tapioca flour. The application of tapioca flour and cassava chips as a result of the physical modification of the multi-cycle cooling-heating has not been carried out in the making of letheke noodles. The aim of this study was to apply physical modified tapioca and cassava flour and guar gum in the making of letheke noodles and determine their effects on the physical characteristics of letheke noodles. Physical modification of tapioca and cassava flour is done by heating-cooling 2 and 3 cycles. The heating process is carried out using an autoclave at 121°C for 30 minutes, then followed by cooling at 4°C for 24 hours. The study was designed with a Completely Randomized Design with variations in the ratio of tapioca flour and cassava chips modified (25:75, 50:50, and 75:25) and the concentration factor of guar gum (0%; 0.5%; 1%; 1.5 %). The results showed that the amylose content of physically modified cassava flour was higher (72.04%) than physically modified cassava flour (49.15%). The more modification of tapioca flour added, the lower cooking loss and the higher hardness of letheke noodles. The higher concentration of guar gum, the lower cooking loss and hardness of letheke noodles. Therefore, it can be stated that physical modified tapioca and gapplek flour can be applied in the making of letheke noodles and the best letheke noodles was made from the ratio of physical modified tapioca and cassava flour 75:25 and guar gum concentration of 1%.

Keywords : *gapplek, guar gum, letheke noodle, physical modification, tapioca*

ABSTRAK

Mi *letheke* merupakan makanan khas Yogyakarta yang terbuat dari campuran tepung gapplek dan tepung tapioka. Aplikasi tepung tapioka dan gapplek hasil modifikasi fisik pendinginan-pemanasan multisiklus belum pernah dilakukan pada pembuatan mi *letheke*. Tujuan penelitian adalah untuk mengaplikasikan tepung tapioka dan gapplek termodifikasi fisik dan guar gum pada pembuatan mi *letheke* serta menentukan pengaruhnya terhadap karakteristik mi *letheke*. Modifikasi tepung tapioka dan gapplek secara fisik dilakukan dengan pemanasan-pendinginan 2 dan 3 siklus. Proses pemanasan dilakukan menggunakan autoklaf pada suhu 121°C selama 30 menit, kemudian dilanjutkan dengan pendinginan pada suhu 4°C selama 24 jam. Penelitian dirancang dengan Rancangan Acak Lengkap dengan faktor variasi rasio tepung tapioka dan gapplek hasil modifikasi (25:75, 50:50, dan 75:25) dan faktor konsentrasi guar gum (0%; 0,5%; 1%; 1,5%). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar amilosa tepung gapplek termodifikasi fisik (72,04%) lebih tinggi daripada tepung tapioka termodifikasi fisik (49,15%). Semakin banyak penambahan tepung tapioka hasil modifikasi, maka semakin rendah *cooking loss* dan semakin

tinggi *hardness* mi *letheke*. Semakin tinggi konsentrasi guar gum, maka semakin rendah *cooking loss* dan *hardness* mi *letheke*. Oleh karena itu, dapat dinyatakan tepung tapioka dan gapek termodifikasi fisik dapat diaplikasikan dalam pembuatan mi *letheke* dan formula terbaik dihasilkan dari rasio tepung tapioka dan tepung gapek hasil modifikasi fisik 75:25 dan konsentrasi guar gum 1%.

Kata kunci : *gapek, guar gum, mi letheke, tapioka, modifikasi fisik*

PENDAHULUAN

Mi *letheke* merupakan mi kering yang terbuat dari tepung tapioka dan tepung gapek, menyerupai mi bihun, dan memiliki kenampakan kusam (*letheke*). Proses pembuatan mi *letheke* meliputi preparasi bahan baku, pencampuran pertama, pemadatan atau pembentukan adonan, pengukusan adonan, pencampuran kedua, pengepresan, pengukusan mi, penirisan, pengeringan, dan pengemasan (Nugroho *et al.*, 2015). Mi *letheke* dapat digolongkan menjadi mi tapioka sesuai bahan bakunya. Karakteristik mi tapioka pada umumnya berwarna kusam, beraroma khas tapioka, bertekstur sangat lengket, dan mudah hancur, tidak mudah dicerna, dan memiliki *cooking loss* tinggi (Husniati *et al.*, 2015).

Perbaikan karakteristik mi *letheke* dan mi tapioka dapat dilakukan dengan memodifikasi bahan baku utamanya yaitu tepung tapioka dan tepung gapek atau dengan menambahkan hidrokoloid. Aplikasi gluten terenkapsulasi pada pembuatan mi tapioka basah menghasilkan *cooking loss* 6,15-11,1% (Husniati *et al.*, 2015).

Modifikasi tepung tapioka dan tepung gapek pada rasio 50:50 dengan pemanasan menggunakan autoklaf dan pendinginan 1 siklus serta penambahan telur menghasilkan mi *letheke* dengan karakteristik *hardness* 123,85 gram, *adhesiveness* 13,37 g.s, *springiness* 0,98 mm, *cohesiveness* 0,88, serta *cooking loss* 0,3% (Yanetritien, 2018). Penambahan guar gum 1% dapat meningkatkan elongasi, tetapi menurunkan *hardness* dan *cooking loss* mi (Muhandri *et al.*, 2013). Tepung tapioka dan tepung gapek termodifikasi fisik serta guar gum belum pernah diaplikasikan pada pembuatan mi *letheke*. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengaplikasikan tepung tapioka dan gapek termodifikasi fisik dengan autoklaf-pendinginan multisiklus dan guar gum pada pembuatan mi *letheke* serta menentukan pengaruhnya terhadap karakteristik fisik mi *letheke*.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah singkong kuning dari

Pangandaran (Jawa Barat), tepung tapioka “Rose Brand”, air, garam, dan guar gum. Bahan yang digunakan untuk analisis adalah akuades, glukosa standar, reagen Anthrone, NaOH 4 N, HCl 25%, amilosa murni, NaOH 1N, etanol 95%, asam asetat 1 N, larutan iod (0,2 g iod dan 2 g KI dalam 100 ml akuades), enzim α -amilase, buffer fosfat 0,1 M pH 7, HCl 1 N, enzim β -amilase, dan enzim pepsin 1%.

Alat yang digunakan dalam penelitian adalah ayakan 80 *mesh*, timbangan analitik “Ohaus”, autoklaf “Hirayama HVE-50”, *cabinet dryer*, grinder, heater, *pasta maker*, *waterbath* “Memmert”, *centrifuge* “Hettich EBA 20”, pH meter “Ohaus”, spektrofotometer “DLAB SP-V1000”, oven “Memmert”, desikator, *vortex*, *mixer*, *chromameter* “Konica Minolta CR-400”, dan *texture analyzer* “Barnstead”.

Metode Penelitian

Penelitian Tahap 1

Pembuatan tepung galek mengacu pada metode Koswara (2013) dan Udoro *et al.* (2014) dengan modifikasi. Singkong dicuci dan dikupas terlebih dahulu. Kemudian singkong diiris dengan ketebalan 2 mm dan dikeringkan dengan menggunakan *cabinet dryer* pada suhu 50°C selama 24 jam. Selanjutnya dilakukan proses

pengecilan ukuran menggunakan *grinder* dan diayak dengan menggunakan ayakan 80 *mesh*. Tepung yang lolos dari ayakan 80 *mesh* merupakan tepung galek yang digunakan.

Modifikasi tepung tapioka dan galek dilakukan mengacu pada metode Nazhrah *et al.* (2014) dengan modifikasi. Tepung tapioka atau galek disuspensikan dalam air dengan rasio tepung dan air (1:3). Suspensi yang terbentuk kemudian dipanaskan dengan menggunakan autoklaf pada suhu 121°C selama 30 menit. Kemudian suspensi didinginkan pada suhu ruang selama 45 menit yang dilanjutkan dengan pendinginan pada suhu 4°C selama 24 jam. Proses pemanasan-pendinginan diulangi sebanyak 2-3 kali siklus. Selanjutnya suspensi diperkecil ukurannya dan dikeringkan dengan menggunakan *cabinet dryer* pada suhu 50°C selama 24 jam. Kemudian sampel yang telah kering diayak dengan menggunakan ayakan 80 *mesh* sehingga diperoleh tepung tapioka dan tepung galek termodifikasi fisik.

Penelitian Tahap 2

Pembuatan mi *letheek* mengacu pada metode Aluyor dan Okwundu (2015) dan Husniati *et al.*, (2015) dengan modifikasi. Guar gum dilarutkan dalam 20 ml air kemudian dipanaskan. Selanjutnya ditambah

20 g campuran tepung tapioka dan tepung galek sampai terbentuk pasta pati. Sebanyak 80 g sisa campuran tepung tapioka, tepung galek, air 40 ml, garam, dan pasta pati dicampur hingga membentuk adonan yang kalis. Hasil adonan mi dicetak menjadi untaian mi. Kemudian mi dikukus selama 8 menit dan dikeringkan menggunakan *cabinet dryer* pada suhu 50°C selama 18 jam. Formulasi mi *letheck* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Formulasi mi *letheck*

Bahan	Jumlah (%)
Tepung tapioka termodifikasi fisik	75; 50; 25
Tepung galek termodifikasi fisik	25; 50; 75
Guar gum	0; 0,5; 1,0; 1,5
Garam	2
Air	60

Sumber: Aluyor dan Okwundu (2015), Husniati *et al.* (2015) dengan modifikasi

Rancangan Percobaan

Penelitian tahap 2 dirancang dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri atas dua faktor yaitu rasio tepung tapioka termodifikasi dan tepung galek termodifikasi (75:25, 50:50, dan 25:75, serta kontrol yaitu 50:50 tepung tanpa modifikasi) dan konsentrasi guar gum (0,0%; 0,5%; 1,0% dan 1,5%). Data dianalisis dengan *software* IBM SPSS Statistics.

Analisis

Analisis pada penelitian tahap 1 adalah kadar pati (Ezeigbo *et al.*, 2015

dengan modifikasi), kadar amilosa (Andarwulan *et al.*, 2011 dengan modifikasi), kadar pati resisten (AOAC, 2012 dengan modifikasi), pola difraksi (Anugrahati *et al.*, 2017). Analisis pada penelitian tahap 2 adalah *cooking loss* dan daya serap air (Cham dan Suwannaporn, 2010 dengan modifikasi), tekstur (Yuliani *et al.*, 2015 dengan modifikasi), *lightness* (Nielsen, 2010), sensori (Lawless dan Heymann, 2010; Rogers, 2017).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan Pembahasan Tahap 1

Tepung yang digunakan dalam pembuatan mi *letheck* adalah tepung tapioka termodifikasi fisik melalui pemanasan dan pendinginan 2 siklus dan tepung galek hasil pemanasan dan pendinginan 3 siklus. Tepung tapioka termodifikasi fisik memiliki kadar pati yang lebih tinggi daripada tepung galek termodifikasi fisik. Kadar pati tepung tapioka termodifikasi fisik sebesar 73,16%, sedangkan kadar pati tepung galek termodifikasi fisik sebesar 56,70%. Tepung tapioka dibuat dengan mengekstrak pati singkong, sehingga kadar pati dalam tepung tapioka lebih tinggi dibandingkan tepung galek. Kadar amilosa tepung tapioka termodifikasi fisik sebesar 49,15%, sedangkan kadar amilosa tepung galek

termodifikasi fisik sebesar 72,04%. Kadar amilosa yang tinggi pada tepung termodifikasi fisik dapat disebabkan terpotongnya rantai cabang amilopektin menjadi rantai lurus amilosa, sehingga semakin banyak amilosa yang mengalami retrogradasi selama pendinginan (Kusnandar *et al.*, 2015).

Kadar pati resisten tepung tapioka dan galek termodifikasi adalah 3,13 dan 4,24%. Kedua jenis tepung memiliki pola difraksi tipe B. Pola difraksi tipe B memiliki puncak terkuat pada 17° dan puncak kecil pada 15°, 20°, 22°, 24° (Budi *et al.*, 2017).

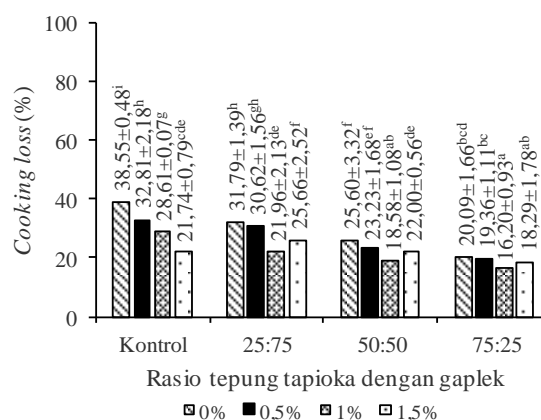
Hasil dan Pembahasan Tahap 2

Cooking Loss Mi Lethak

Cooking loss mi lethak dengan rasio tepung tapioka dan tepung galek modifikasi yang berbeda serta penambahan guar gum dapat dilihat pada Gambar 1. Berdasarkan hasil analisis statistik, terdapat perbedaan signifikan ($p \leq 0,05$) antarperbedaan rasio, konsentrasi guar gum, interaksi antara rasio tepung dan konsentrasi guar gum.

Formulasi rasio tepung 25:75 tanpa guar gum memiliki *cooking loss* ($31,79 \pm 1,39\%$) tidak berbeda nyata dengan mi tanpa tepung modifikasi, guar gum 0,5% ($32,81 \pm 2,18\%$)

dan rasio tepung 25:75, guar gum 0,5% ($30,62 \pm 1,56\%$). Formulasi rasio 75:25 dengan guar gum 1% memiliki *cooking loss* terendah ($16,20 \pm 0,93\%$). *Cooking loss* yang diperoleh dari formulasi rasio 75:25, 1% tidak berbeda nyata dengan rasio 75:25, 1,5% ($18,29 \pm 1,78\%$) dan 50:50, 1% ($18,58 \pm 1,08\%$).



Keterangan: perbedaan notasi huruf menunjukkan perbedaan signifikan ($p \leq 0,05$)

Gambar 1. *Cooking loss* mi lethak dengan variasi rasio tepung tapioka dan tepung galek modifikasi serta konsentrasi guar gum

Cooking loss mi lethak dengan tepung modifikasi lebih rendah dari kontrol. Kadar amilosa yang tinggi akan menurunkan *cooking loss* (Fari *et al.*, 2011). Hal ini juga didukung oleh Rauf dan Muna (2018) yang menyatakan bahwa kadar amilosa tinggi menyebabkan struktur gel semakin kuat, sehingga *cooking loss* menurun.

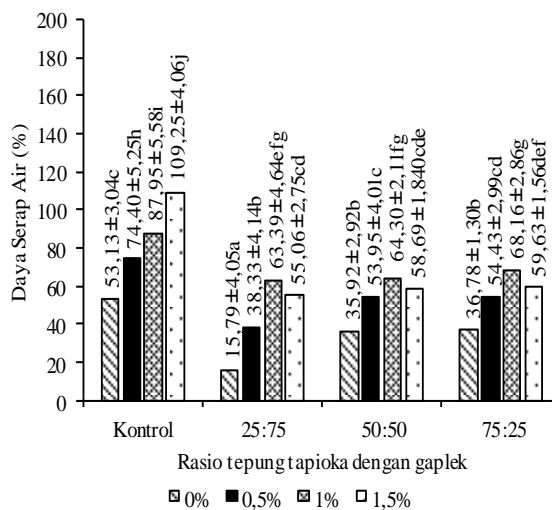
Mi *lethek* dengan rasio 25:75 memiliki *cooking loss* yang lebih tinggi dari rasio lainnya. Hal ini disebabkan fraksi amilosa yang tinggi akan lebih sulit tergelatinisasi karena strukturnya yang kompak (Rahman, 2018). Matriks pati yang telah tergelatinisasi berperan dalam matriks pengikat, sehingga mi lebih kompak (Indrianti *et al.*, 2013). Menurut Sugiyono *et al.* (2011), proses gelatinisasi juga dapat berhubungan dengan waktu pengukusan.

Berdasarkan hasil analisis statistik, tidak terdapat perbedaan signifikan ($p \leq 0,05$) antara penambahan guar gum sebanyak 1% dan 1,5% pada formula mi *lethek* yang dihasilkan. Penurunan *cooking loss* mi *lethek* seiring dengan peningkatan konsentrasi guar gum dipengaruhi oleh pembentukan ikatan antara guar gum dengan amilosa. Pembentukan ikatan antara guar gum dengan amilosa yang kompleks dapat mencegah terjadinya pelepasan amilosa saat pemasakan mi (Ratnawati dan Afifah, 2018).

Daya Serap Air Mi *Lethek*

Daya serap mi *lethek* dengan rasio tepung tapioka dan tepung gaplek modifikasi yang berbeda serta penambahan guar gum dapat dilihat pada Gambar 2. Berdasarkan hasil analisis statistik,

perbedaan formulasi akan memberikan perbedaan signifikan ($p \leq 0,05$) pada daya serap air mi.



Keterangan: perbedaan notasi huruf menunjukkan perbedaan signifikan ($p \leq 0,05$)

Gambar 2. Daya serap air mi *lethek* dengan variasi rasio tepung tapioka dan tepung gaplek modifikasi serta konsentrasi guar gum

Mi *lethek* yang dibuat dari tepung tanpa modifikasi memiliki daya serap yang cenderung lebih tinggi daripada mi yang dibuat dari tepung hasil modifikasi fisik. Menurut Mandei (2016), substitusi tepung hasil modifikasi akan membuat daya serap air mi menurun karena amilosa dapat menghambat pembengkakan pati. Hal ini juga berhubungan dengan pembengkakan pati yang mengindikasikan tingkat gelatinisasi pati (Diniyah *et al.*, 2018).

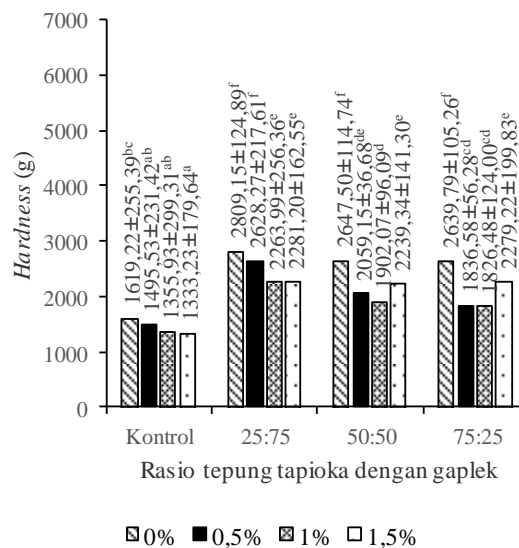
Penurunan daya serap air pada penambahan guar gum 1,5% disebabkan oleh penambahan hidrokoloid yang terlalu banyak, sehingga membutuhkan waktu pemasakan mi lebih lama. Hal ini sesuai dengan Afifah dan Ratnawati (2017) yang menyatakan bahwa penambahan sebesar 2% akan meningkatkan waktu pemasakan. Penambahan guar gum akan meningkatkan daya serap air pada mi karena guar gum memiliki sifat mampu mengikat air (Srikaeo *et al.*, 2018).

Tekstur Mi *Lethek*

Pengujian tekstur mi *letheK* meliputi *hardness*, *adhesiveness*, *springiness*, dan *cohesiveness*. Gambar 3 merupakan hasil uji *hardness* seluruh formulasi mi *letheK*. Berdasarkan hasil analisis statistik, perbedaan formulasi akan memberikan perbedaan signifikan ($p \leq 0,05$) terhadap *hardness*.

Hardness mi dengan tepung modifikasi lebih tinggi dibandingkan *hardness* mi tanpa modifikasi. Nilai *hardness* meningkat seiring dengan penambahan tepung galek modifikasi. Peningkatan *hardness* dipengaruhi oleh kadar amilosa. (Afifah dan Ratnawati, 2017). Penambahan guar gum dalam mi *letheK* menurunkan *hardness* karena air yang terserap lebih besar (Ratnawati dan Afifah,

2018). Guar gum meningkatkan kestabilan matriks bahan pangan sehingga tekstur mi menjadi tidak terlalu kaku (Aminullah *et al.*, 2019).

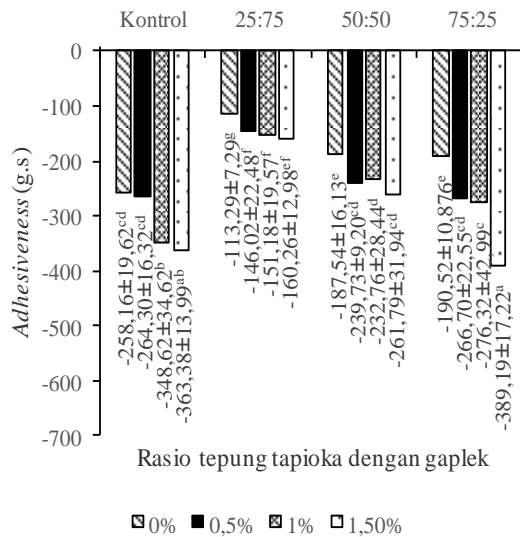


Keterangan: perbedaan notasi huruf menunjukkan perbedaan signifikan ($p \leq 0,05$)

Gambar 3. *Hardness* mi *letheK* dengan variasi rasio tepung tapioka dan tepung galek modifikasi serta konsentrasi guar gum

Gambar 4 merupakan hasil uji *adhesiveness* seluruh formulasi mi *letheK*. Berdasarkan hasil analisis statistik, perbedaan formulasi mi *letheK* akan memberikan perbedaan signifikan ($p \leq 0,05$) pada *adhesiveness*. Nilai *adhesiveness* mi tanpa tepung modifikasi lebih tinggi dibandingkan mi yang dibuat dari tepung modifikasi. Kadar amilosa yang tinggi dapat menurunkan *adhesiveness*. Sebaliknya,

kadar amilosa yang rendah akan membentuk struktur gel yang lemah, sehingga tingkat kelengketan mi bertambah (Afifah dan Ratnawati, 2017).



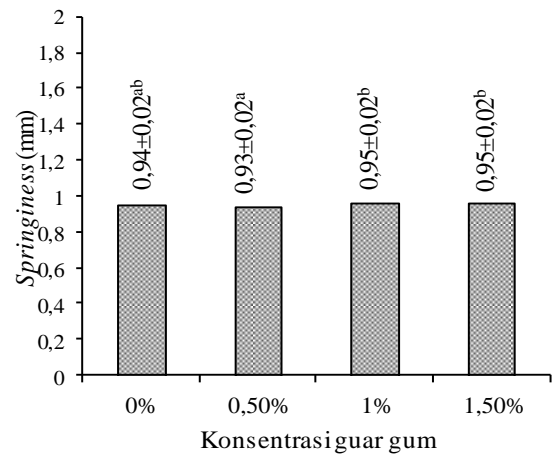
Keterangan: perbedaan notasi huruf menunjukkan perbedaan signifikan ($p \leq 0,05$)

Gambar 4. Adhesiveness mi letheh dengan variasi rasio tepung tapioka dan tepung galek modifikasi serta konsentrasi guar gum

Penambahan guar gum akan meningkatkan adhesiveness dan rehidrasi mi. Hal ini sesuai dengan Kaur *et al.* (2015) dan Chauhan *et al.* (2017), yang menyatakan bahwa guar gum meningkatkan adhesiveness mi. Rehidrasi yang tinggi akan membuat tekstur mi menjadi lebih lengket (Kraithong *et al.*, 2019).

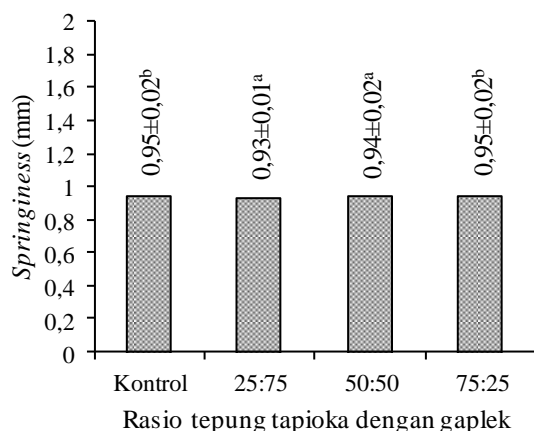
Springiness mi letheh dengan variasi rasio tepung tapioka dan tepung galek modifikasi serta konsentrasi guar gum dapat dilihat pada Gambar 5 dan 6. Berdasarkan hasil analisis statistik, tidak terdapat perbedaan signifikan ($p > 0,05$) dalam interaksi rasio tepung dan konsentrasi guar gum terhadap *springiness*.

Penambahan tepung galek dan tapioka dalam mi letheh akan meningkatkan *springiness*. Menurut Kraithong *et al.* (2019), penambahan hidrokoloid dapat meningkatkan *springiness* karena adanya interaksi rantai polimer memberikan elastisitas dalam mi.



Keterangan: perbedaan notasi huruf menunjukkan perbedaan signifikan ($p \leq 0,05$)

Gambar 5. Springiness mi letheh dengan variasi rasio tepung tapioka dan tepung galek modifikasi

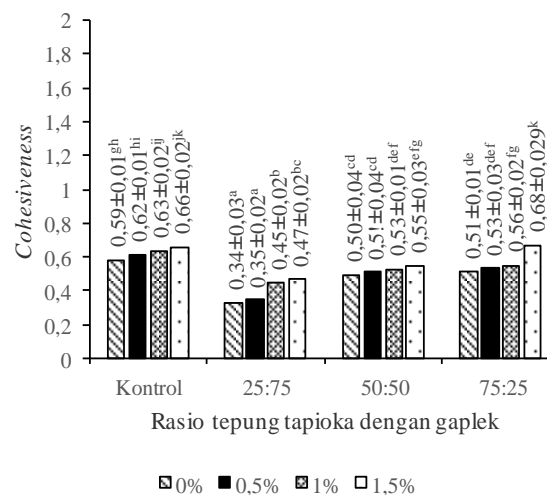


Keterangan: perbedaan notasi huruf menunjukkan perbedaan signifikan ($p \leq 0,05$)

Gambar 6. Springiness mi letheK dengan variasi konsentrasi guar gum

Hasil *cohesiveness* mi letheK pada Gambar 7 menunjukkan adanya perbedaan signifikan ($p \leq 0,05$) pada seluruh formulasi mi letheK. Penambahan guar gum akan meningkatkan *cohesiveness* mi letheK. Interaksi antara rantai polimer dari guar gum melalui ikatan hidrogen akan meningkatkan *cohesiveness* mi (Kraithong *et al.*, 2019).

Pada Gambar 7 juga terlihat *cohesiveness* menurun dengan penambahan tepung gapek termodifikasi fisik. Selain bahan baku, factor lain yang dapat memengaruhi *cohesiveness* mi adalah kandungan gluten dan pati. Struktur yang kokoh pada mi merupakan hasil gelatinisasi pati pada saat proses pemanasan (Shaliha *et al.*, 2017).

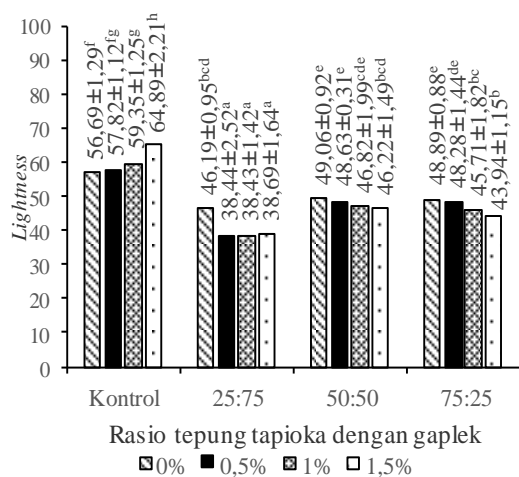


Keterangan: perbedaan notasi huruf menunjukkan perbedaan signifikan ($p \leq 0,05$)

Gambar 7. Cohesiveness mi letheK dengan variasi rasio tepung tapioka dan tepung gapek modifikasi serta konsentrasi guar gum

Lightness Mi letheK

Hasil *lightness* mi letheK pada Gambar 8 menunjukkan adanya perbedaan signifikan ($p \leq 0,05$) pada seluruh formulasi mi letheK. Berdasarkan Gambar 8, *lightness* mi letheK menurun seiring dengan penambahan gapek termodifikasi fisik. Hal ini sesuai dengan Effendi *et al.* (2016) yang menyatakan bahwa *lightness* mi dipengaruhi oleh *lightness* bahan baku tepung. Penurunan *lightness* seiring penambahan guar gum dalam mi letheK sesuai dengan Muhandri *et al.* (2013), yang menyatakan bahwa guar gum dapat menurunkan tingkat kecerahan mi.



Keterangan: perbedaan notasi huruf menunjukkan perbedaan signifikan ($p \leq 0,05$)

Gambar 8. Lightness mi letheh dengan variasi rasio tepung tapioka dan tepung gapek modifikasi serta konsentrasi guar gum

Karakteristik Sensori

Pengujian sensori dilakukan terhadap 3 formulasi mi letheh terbaik berdasarkan cooking loss terendah yaitu 75:25, 1%; 75:25, 1.5% dan 50:50, 1%. Tabel 2 merupakan hasil uji hedonik untuk 3 formulasi mi letheh. Berdasarkan analisis statistik, tidak terdapat perbedaan signifikan ($p > 0,05$) antara warna 3 formulasi mi. Mi letheh yang dibuat dengan rasio 75:25, 1%; 75:25, 1.5%; 50:50, 1% memiliki nilai warna gelap sebesar $6,00 \pm 0,60$; $6,13 \pm 0,65$; $6,00 \pm 0,78$ yang menunjukkan bahwa mi letheh memiliki warna yang lebih gelap dari standar.

Tabel 2. Hasil uji hedonik 3 formulasi mi letheh

Parameter	Formulasi		
	75:25; 1%	75:25; 1,5%	50:50; 1%
Warna	4,98±1,07 ^a	4,73±1,13 ^a	4,63±1,17 ^a
Aroma	4,90±0,98 ^a	4,70±0,99 ^a	4,65±1,12 ^a
Rasa	4,68±1,23 ^a	4,75±1,24 ^a	4,40±1,45 ^a
Kekerasan	4,28±1,15 ^a	4,30±1,22 ^a	4,43±1,30 ^a
Kelengketan	4,65±1,25 ^a	4,75±1,13 ^a	4,73±1,24 ^a
Keseluruhan	4,58±1,20 ^a	4,63±1,15 ^a	4,50±1,24 ^a

Keterangan: Perbedaan notasi huruf menunjukkan perbedaan signifikan ($p \leq 0,05$)

Berdasarkan analisis statistik, tidak terdapat perbedaan signifikan ($p > 0,05$) pada aroma asing dan rasa asing diantara tiga formulasi mi letheh. Mi letheh dengan rasio 75:25, 1%; 75:25, 1,5%; 50:50, 1% memiliki nilai aroma asing sebesar $4,45 \pm 1,26$; $5,00 \pm 1,43$; $4,80 \pm 1,18$ yang menunjukkan bahwa mi memiliki aroma sama hingga agak lebih asing dari standar. Mi letheh dengan rasio 50:50, 1% memiliki nilai rasa asing tertinggi yaitu $4,83 \pm 1,13$, sedangkan rasio 75:25, 1% dan 1,5% memiliki nilai rasa asing sebesar $4,55 \pm 0,99$ dan $4,68 \pm 1,02$ yang menunjukkan bahwa ketiga formulasi mi letheh memiliki rasa yang sama dengan standar hingga lebih asing dari standar.

Berdasarkan hasil analisis statistik, tidak terdapat perbedaan signifikan ($p > 0,05$) dalam kekerasan dan kelengketan mi. Mi dengan rasio 75:25, 1%; 75:25, 1,5%; 50:50, 1% memiliki nilai untuk kekerasan sebesar $5,33 \pm 0,80$; $5,50 \pm 1,06$; $5,38 \pm 1,01$ yang

menunjukkan bahwa mi *letheke* memiliki tekstur yang agak lebih keras dari standar. Mi *letheke* yang dibuat dengan rasio 75:25, 1%; 75:25, 1,5%; 50:50, 1% memiliki nilai kelengketan sebesar $3,60 \pm 1,46$; $3,30 \pm 1,31$; $3,38 \pm 1,53$ yang menunjukkan bahwa mi agak kurang lengket dari standar.

Hasil analisis statistik, menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan signifikan ($p > 0,05$) dalam parameter keseluruhan pada 3 formulasi terbaik mi *letheke*. Tingkat kesukaan panelis pada seluruh parameter uji hedonik mi *letheke* berada pada skala netral hingga agak suka.

KESIMPULAN

Kadar amilosa tepung tapioka termodifikasi fisik lebih tinggi daripada tepung gaplek termodifikasi fisik. Aplikasi tepung tapioka dan gaplek termodifikasi fisik menurunkan *cooking loss*, *adhesiveness*, *lightness*, dan daya serap air, tetapi meningkatkan *hardness* mi *letheke*. Penambahan guar gum juga mengurangi *cooking loss* dan *hardness*, tetapi meningkatkan *adhesiveness* dan daya serap air mi *letheke*. Formula terbaik mi *letheke* terdapat pada rasio tepung tapioka dan gaplek termodifikasi fisik 75:25 dengan penambahan guar gum 1%.

DAFTAR PUSTAKA

- Afifah, N. and Ratnawati, L. 2017. Quality assesment of dry noodles made from blend of mocaf flour, rice flour and corn flour. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 101:1-9.
- Aluyor, E.O. and Okwundu, O.S. 2015. Development of whole cassava based instant noodles. International Journal of Agriculture and Earth Science 1(8):34-47.
- Aminullah, Muhandri, T., dan Subarna. 2019. Kajian penambahan guar gum, tawas, dan air terhadap karakteristik mutu fisik mi jagung basah metode ekstrusi. Jurnal Pertanian 10(1):36-42.
- Andarwulan, N., Kusnandar, F., dan Herawati. 2011. Analisis Pangan. Jakarta: Dian Rakyat.
- Anugrahati, N.A., Pranoto, Y., Marsono, Y., and Marseno, D.W. 2017. Physicochemical properties of rice (*Oryza sativa* L.) flour and starch of two Indonesian rice varieties differing in amylose content. International Food Research Journal 24(1):108-113.
- AOAC. 2012. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists. Washington: Benjamin Franklin Station.
- Budi, F.S., Hariyadi, P., Budijanto, S., dan Syah, D. 2017. Kristalinitas dan kekerasan beras analog yang dihasilkan dari proses ekstrusi panas tepung jagung. Jurnal Teknologi dan Industri Pangan 28(1):46-54.

- Cham, S. and Suwannaporn, P. 2010. Effect of hydrothermal treatment of rice on various rice noodles quality. *Journal of Cereal Science* 51:284-291.
- Chauhan, A., Saxena, D.C., and Singh, S. 2017. Effect of hydrocolloids on microstructure, texture and quality characteristics of gluten-free pasta. *Journal of Food Measurement and Characterization* 11(3):1188-1195.
- Diniyah, N., Subagio, A., Sari, E.N.L., dan Yuwana, N. 2018. Sifat fisikokimia, dan fungsional pati dari MOCAF (*Modified Cassava Flour*) varietas Kaspro dan Cimanggu. *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian* 15(2):80-90.
- Effendi, Z., Surawan, F.E.D., dan Sulastris, Y. 2016. Sifat fisik mie basah berbahan dasar tepung komposit kentang dan tapioka. *Jurnal Agroindustri* 6(2):57-64.
- Ezeigbo, O.R., Ukabi, C.F., Ike-Amadi, C.A., and Ekaiko, M.U. 2015. Determination of starch and cyanide contents of different species of fresh cassava tuber in Abia State, Nigeria. *British Biotechnology Journal* 6(1):10-15.
- Fari, M.J.M., Rajapaksa, D., and Ranaweera, K.K.D.S. 2011. Quality characteristics of noodles made from selected varieties of Sri Lankan rice with different physicochemical characteristics. *Journal of the National Science Foundation of Sri Lanka* 39(1):53-60.
- Husniati, Siti N., dan Ryan P. 2015. Aplikasi gluten enkapsulasi pada proses pembuatan mie tapioka. *Biopropal Industri* 6(1):29-36.
- Indrianti, N., Kumalasari, R., Ekafitri, R., dan Darmajana, D.A. 2013. Pengaruh penggunaan pati ganyong, tapioka, dan mocaf sebagai bahan substitusi terhadap sifat fisik mie jagung instan. *Agritech* 33(4):391-398.
- Kaur, A., Shevkani, K., Singh, N., Sharma, P., and Kaur, S. 2015. Effect of guar gum and xanthan gum on pasting and noodle-making properties of potato, corn and mung bean starches. *Journal of Food Science and Technology* 52(12): 8113-8121.
- Koswara, S. 2013. *Teknologi Pengolahan Umbi-Umbian*. Bogor : SEAFast Center IPB.
- Kraithong, S., Lee, S., and Rawdkuen, S. 2019. The influence of hydrocolloids on the properties organic red jasmine rice noodles, namely on antioxidant activity, cooking, texture, and sensory properties. *Starch-Stärke* 71:1-9.
- Kusnandar, F, Hastuti, H.P., dan Syamsir, E. 2015. Pati resisten sagu hasil proses hidrolisis asam dan *autoclaving-cooling*. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan* 26(1):56-62.
- Lawless, H. and Heymann. H. 2010. *Sensory Evaluation of Food Principles and Practices 2nd Edition*. New York : Springer.
- Mandei, J.H. 2018. Penggunaan pati sagu termodifikasi dengan *Heat Moisture Treatment* sebagai bahan substitusi untuk pembuatan mi kering. *Jurnal Penelitian Teknologi Industri* 8(1):59-73.
- Muhandri, T. dan Palupi, N.S. 2013. Karakteristik mi basah jagung akibat pengaruh laju pengumpanan

- dan penambahan guar gum. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan* 24(1):110-114.
- Nazhrah, Julianti, E., dan Lubis, L.M. 2014. Pengaruh proses modifikasi fisik terhadap karakteristik pati dan produksi pati resisten dari empat varietas ubi kayu (*Manihot esculenta*). *Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian* 2(2):1-9.
- Nielsen, S.S. 2010. *Food Analysis Laboratory Manual* 4th ed. New York: Springer Science.
- Nugroho, A., Ainuri, M., dan Khuriyati, N. 2015. Reduksi pemborosan untuk perbaikan *value stream* produksi mi letek menggunakan pendekatan *lean manufacturing*. *Agritech* 35(2):205-211.
- Rahman, S. 2018. *Teknologi Pengolahan Tepung dan Pati Biji-bijian Berbasis Tanaman Kayu*. Yogyakarta: Deepublish.
- Ratnawati, L. dan Afifah, N. 2018. Pengaruh penggunaan hidrokoloid terhadap kualitas mi non gandum. *Jurnal Pangan* 27(1):43-54.
- Ratnawati, L. dan Afifah, N. 2018. Pengaruh penggunaan guar gum, *carboxymethylcellulose* (CMC) MOCAF, tepung beras dan tepung jagung. *Pangan* 27(1):43-54.
- Rogers, L. 2017. *Discrimination Testing in Sensory Science*. United Kingdom : Woodhead Publishing.
- Shaliha, L.A., Abduh, S.B.M., dan Hintono, A. 2017. Aktivitas antioksidan, tekstur dan kecerahan ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas*) yang dikukus pada berbagai lama waktu pemanasan. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan* 6(4):141-144.
- Srikaeo, K., Laothongsan, P., and Lerdluksamee, C. 2018. Effects of gums on physical properties, microstructure and starch digestibility of dried-natural fermented rice noodles. *International Journal of Biological Macromolecules* 109:517-523.
- Sugiyono, Setiawan, E., Syamsir, E., dan Sumekar, H. 2011. Pengembangan produk mi kering dari tepung ubi jalar (*Ipomoea batatas*) dan penentuan umur simpannya dengan metode isoterm sorpsi. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan* 22(2):164-170.
- Udoro, E.O., Kehinde, A.T., Olasunkanmi, S.G., and Charles, T.A. 2014. Studies on the physicochemical, functional and sensory properties of gari processed from dried cassava chips. *J. Food Process Technol.* 5(1):1-8.
- Yanetritien. 2018. *Modifikasi fisik tepung dan siklus pengukusan-pendinginan dalam pembuatan mi letek*. Skripsi. Universitas Pelita Harapan, Karawaci, Tangerang.
- Yuliani, H. Yuliana, N.D., dan Budijanto, S. 2015. Formulasi mi kering sagu dengan substitusi tepung kacang hijau. *Agritech* 35(4): 387-395.

**SUBSTITUSI TEPUNG SINGKONG TERHADAP TEPUNG TERIGU DAN
PENAMBAHAN PROTEIN DALAM PEMBUATAN MI KERING**
**[SUBSTITUTION OF CASSAVA FLOUR TO WHEAT FLOUR AND THE ADDITION OF
PROTEIN IN MAKING DRY NOODLE]**

Hardoko^{1,2*}, Priscilla Fransisca¹, Titri Mastuti Siratantri¹

¹Program Studi Teknologi Pangan, Universitas Pelita Harapan
Jl. Thamrin Boulevard 0-0, Lippo Karawaci, Tangerang 15811

²Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Universitas Brawijaya
Jl. Veteran No. 1 Malang 65113

*Korespondensi penulis : hardoko.fti@uph.edu; hardoko@ub.ac.id

ABSTRACT

Cassava flour is a local Indonesian food commodity that has the potential to reduce the use of wheat flour in making noodles. However, cassava flour has sticky physical characteristics because of high amylopectin content that might be overcome by adding protein. The purpose of this research was to utilize cassava flour in the dried noodles making that have good physical characteristics. Another purpose was to determine the level of substitution of cassava flour to wheat flour and the type of protein added and its concentration that can produce the best dried noodles. The research method used was an experimental method with treatment of stage 1 was types of protein (control / without protein addition, 5% ISP, 10% ISP, 5% egg, 10% egg, 15% egg) in the making of cassava flour-substituted dried noodles, and treatment of stage 2 was level of substitution of cassava flour (20%, 30%, 40%) and the best protein concentration obtained from stage 1 research plus or minus 2.5%). Results showed that the addition of eggs produced dried noodles with better physical and hedonic characteristics than control noodles or noodles with the addition of ISP. The best physical characteristics of noodles result from the addition of 15% eggs. In the stage 2 research, it was found that substitution of 20% cassava flour and addition of 15% eggs produced noodles with the best physical and hedonic characteristics. The dried noodles have fulfilled SNI standards and contain 4.50% water, 1.94% ash, 13.7% protein, 2.46% fat, 168.66% water absorption, cooking loss of 6.63%, springiness of 0.98 mm, adhesiveness of 24.07 g.s, and overall hedonic score of 5.25 ± 1.02 (scale 1-7).

Keywords : *cassava flour, dry noodle, egg, isolate soy protein, substitution*

ABSTRAK

Tepung singkong merupakan bahan pangan lokal Indonesia yang berpotensi untuk mengurangi penggunaan tepung terigu dalam pembuatan mi. Namun tepung singkong mempunyai karakteristik fisik lengket karena tingginya amilopektin mungkin dapat diatasi dengan penambahan protein. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memanfaatkan tepung singkong dalam pembuatan mi kering yang mempunyai karakteristik fisik baik. Tujuan lain adalah untuk menentukan tingkat substitusi tepung singkong terhadap tepung terigu dan penambahan jenis sumber protein dan konsentrasinya yang dapat menghasilkan mi kering terbaik. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen dengan membuat perlakuan tahap 1 yaitu jenis protein (kontrol /tanpa penambahan protein, ISP 5%, ISP 10%, telur 5%, telur 10%, telur 15%) pada pembuatan mi kering substitusi tepung singkong, dan perlakuan perlakuan tahap 2 yaitu tingkat

substitusi tepung singkong (20%, 30%, 40%) dan konsentrasi protein terbaik tahap 1 ditambah atau dikurangi 2,5%). Hasilnya menunjukkan bahwa penambahan telur menghasilkan mi kering berkarakteristik fisik dan hedonik lebih baik dari pada mi kontrol atau mi dengan penambahan ISP. Karakteristik fisik mi terbaik dihasilkan dari penambahan telur 15%. Pada eksperimen tahap 2 diperoleh bahwa substitusi tepung singkong 20% dan penambahan telur 15% menghasilkan mi dengan karakteristik fisik dan hedonik terbaik. Mi kering tersebut memenuhi standar SNI dan mengandung air 4,50%, abu 1,94%, protein 13,7%, lemak 2,46%, daya serap air 168,66%, *cooking loss* 6,63%, kekenyalan 0,98 mm, kelengketan 24,07 g.s, dan hedonik keseluruhan $5,25 \pm 1,02$ (skala 1-7).

Kata kunci : ISP, mi kering, substitusi, tepung singkong, telur

PENDAHULUAN

Mi merupakan bahan pangan yang umum di kalangan masyarakat Indonesia dan sering dijadikan makanan alternatif setelah nasi. Salah satu jenis yang populer adalah mi kering. Mi kering merupakan mi yang dikeringkan hingga kadar air 8-10% dan bisa mencapai umur simpan hingga 3 bulan (Mulyadi *et al.*, 2014). Mi dengan kualitas yang baik adalah tidak mudah hancur pada saat proses pemasakan, tidak ditumbuhi mikroba serta memiliki permukaan yang halus.

Bahan utama dalam pembuatan mi kering adalah tepung terigu. Indonesia masih mengimpor tepung terigu karena iklim Indonesia masih tidak memungkinkan untuk pertumbuhan gandum. Pada tahun 2013, konsumsi tepung terigu di Indonesia meningkat sebanyak 3,3% dibandingkan tahun 2012 di mana konsumsi mencapai 5,3 ton per tahun, peningkatan konsumsi tepung terigu berbanding lurus dengan peningkatan

pertumbuhan masyarakat Indonesia setiap tahun nya (Biro Humas Kementan, 2017).

Salah satu upaya untuk mengurangi penggunaan tepung terigu adalah dengan pensubstitusian dengan salah satu jenis karbohidrat lain yang banyak ditemukan di Indonesia yakni singkong. Pemanfaatan singkong dapat ditingkatkan dengan pengolahan menjadi tepung singkong dan memiliki kandungan karbohidrat mencapai 34 gram /100 gram (Sadjad, 2000), sehingga dapat dijadikan sebagai substitusi tepung terigu dalam pembuatan mi kering. Namun, kandungan protein tepung singkong cukup kecil yaitu sebesar 1,2 gram per 100 gram bahan, sehingga kurang baik bila digunakan untuk pembuatan mi. Hal ini terkait dengan perlunya protein gluten dalam pembuatan mi. Gluten mempengaruhi elastisitas, kekompakan dan kekenyalan mi kering (Rustandi, 2011). Substitusi terigu dengan sumber karbohidrat lain sampai tingkat tertentu masih dapat dilakukan. Winarti *et al.*,

(2017) melaporkan bahwa substitusi tepung gembili 15% dapat menghasilkan mi terbaik dengan kadar air 8,84%, daya rehidrasi 41,93%, elastisitas 25,69% dan *cooking loss* 7,94%. Biyumna *et al.* (2017) menyatakan substitusi tepung sukun 10% dan penambahan telur menghasilkan mi berdaya rehidrasi 151,36%, dan *cooking loss* 7,11%.

Melihat penambahan telur dapat memperbaiki karakteristik mi yang disubstitusi tepung sukun (Biyumna *et al.*, 2017), dan telur merupakan sumber protein, maka perlu penambahan sumber protein dalam pembuatan mi yang disubstitusi dengan karbohidrat lain. Dengan demikian kekurangan protein dalam tepung singkong dapat ditambahkan sumber protein lain seperti isolat protein kedelai (ISP) atau telur. Telur juga dapat digunakan sebagai *stabilizer* untuk mengikat molekul pati tepung terigu dengan tepung lain. Rosida (2013) melaporkan bahwa penambahan telur dalam pembuatan mi kering substitusi tepung gembili dapat memperbaiki elastisitas dan daya rehidrasi mi dan perlakuan terbaik adalah penambahan telur 20%. Utomo (2016) menyatakan bahwa penambahan ISP dengan konsentrasi 10% dapat meningkatkan kekenyalan mi.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memanfaatkan tepung singkong dalam

pembuatan mi kering melalui penentuan rasio tepung singkong terhadap tepung terigu dan jenis protein dan konsentrasinya.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tepung terigu (merk Cakra Kembar), singkong putih, tepung singkong, garam (merk Dolphin), telur ayam (merk Oval), air, *Isolated Soy Protein (ISP)* dengan kemurnian protein 90%, *emulsifier* yang mengandung lesitin dan sorbitol (produksi PT. Triartha Food Mandiri), dan kansui (air aboe), mi terigu kontrol komersial merk *Yi Jian*. Bahan yang digunakan untuk analisis adalah HCl, H₂SO₄, NaOH, K₂SO₄, asam borat, selenium.

Alat yang digunakan dalam penelitian adalah *slitter*, *noodle maker*, ayakan ukuran 60 *mesh*, pengukus, *cabinet dryer*, *bowl*, oven (merk Memmert), penggiling daging. Alat yang digunakan untuk analisis yaitu gelas ukur 100 mL, beaker 500 mL, cawan penguapan, oven, desikator (merk Duran), penjepit cawan, timbangan analitik, timbangan meja, *heater*, *tongs*, *texture analyzer*, *rotary evaporator*, gelas ukur 50 ml, gelas ukur 250 ml, *beaker glass* 250 mL, labu takar 100 mL, pipet Mohr 10 mL, labu Erlenmeyer 250 mL (merk Duran).

Metode Penelitian

Penelitian menggunakan metode eksperimental yang dibagi dalam dua tahap. Penelitian tahap pertama adalah untuk menentukan jenis protein serta konsentrasi terbaik dalam pembuatan mi. Perlakuan yang digunakan pada penelitian tahap 1 adalah kontrol (mi substitusi tepung singkong 20%, tanpa penambahan protein) (P₀), ISP 5% (I₅), ISP 10% (I₁₀), telur 5% (T₅), telur 10% (T₁₀) dan telur 15% (T₁₅) terhadap total tepung. Konsentrasi telur yang digunakan mengacu penelitian Biyumna *et al.*, (2017).

Penelitian tahap kedua adalah menentukan rasio tepung singkong terhadap tepung terigu dan konsentrasi sumber protein untuk menghasilkan mi berkarakteristik terbaik. Perlakuan yang digunakan pada penelitian tahap 2 adalah substitusi tepung singkong terhadap tepung terigu 20% (C₁), 30% (C₂), 40% (C₃) dan konsentrasi protein terpilih pada tahap I, misal X% (D₂), dikurangi 2,5 % (D₁), dan ditambah 2,5% (D₃).

Pembuatan Tepung Singkong

Proses pembuatan tepung singkong mengacu pada penelitian Koswara (2013) dan Budiyati dan Kumoro (2012) dengan modifikasi. Pertama-tama singkong dikupas dan dicuci bersih, lalu diiris dengan ketebalan sekitar 2 mm dan akan dikeringkan

dengan *cabinet dryer* 50°C selama 24 jam hingga kadar air sekitar 10%. Irisan singkong kering dihaluskan menggunakan *dry blender* dan diayak 60 *mesh* sehingga dihasilkan tepung singkong.

Pembuatan Mi Substitusi Tepung Singkong

Tepung singkong ditambahkan dalam proses pembuatan mi kering mengacu pada Astawan (2002) yang dimodifikasi. Langkah pertama adalah substitusi tepung singkong terhadap terigu yang sudah ditentukan (80:20) dicampur dengan air, garam, *emulsifier*, kansui, telur atau ISP yang sudah disiapkan sesuai dengan formulasi Tabel 1 atau Tabel 2 menjadi adonan. Adonan yang diperoleh diuleni hingga kalis dan ditipiskan menggunakan *slitter* hingga ketebalan 1,2 - 2 mm. Adonan yang sudah ditipiskan dicetak menjadi untaian mi. Untaian mi dikukus selama 15-20 menit dengan suhu 100-105°C dan dikeringkan pada oven 60°C selama 24 jam sehingga dihasilkan mi kering.

Tabel 1. Formulasi mi kering singkong tahap I

Bahan	Perlakuan					
	P ₀	I ₅	I ₁₀	T ₅	T ₁₀	T ₁₅
Terigu	80	80	80	80	80	80
T. singkong	20	20	20	20	20	20
Air (g)	21,5	24,5	27,5	20,5	15,5	13,5
Kansui	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Garam	2	2	2	2	2	2
Protein (telur/ISP)	0	5	10	5	10	15
<i>Emulsifier</i>	3	3	3	3	3	3

Sumber : Biyumna *et al.* (2017) dimodifikasi

Tabel 2. Formulasi mi kering tahap II

Bahan	Substitusi tepung singkong (%)		
	20 (C ₁)	30 (C ₂)	40 (C ₃)
Terigu	80	70	60
T. singkong	20	30	40
Protein* (%)	12,5 (D ₁)	15 (D ₂)	17,5(D ₃)
Emulsifier	3	3	3
Garam	2	2	2
Kansui	0,6	0,6	0,6
Air	16,5	15	14

Keterangan : * perlakuan protein terbaik tahap 1 adalah telur 15%

Parameter Pengamatan

Parameter yang diamati adalah kekenyalan dan kelengketan (Inglett *et al.*, 2015), *elongasi* mi (Indrianti *et al.*, 2014), *cooking loss* (Subarna *et al.*, 2012), daya serap air (Cham dan Suwannaporn, 2010), kadar air (AOAC, 2005), dan organoleptik hedonik pada atribut kekenyalan, kelengketan, rasa, aroma, dan kelseluruhan (Lawless dan Heyman, 2010).

Uji *Cooking loss* Mi (Subarna *et al.*, 2012)

Sampel mi sebanyak 5 gram direbus dalam air mendidih 150 mL selama 3 menit. Sampel mi ditiriskan dan dikeringkan pada oven dengan suhu 100⁰C hingga beratnya konstan. Sampel diambil kembali sebanyak 5 gram, dihitung kadar air dan ditimbang. *Cooking loss* Mi dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{Cooking loss (\%)} =$$

$$\frac{\text{Berat padatan terlarut}}{\frac{\text{Berat air awal}}{\text{Berat sampel awal}}} \times \text{Berat air rebusan}$$

Uji Elongasi (modifikasi Indrianti *et al.*, 2014)

Elongasi merupakan pertambahan jumlah panjang maksimum dari mi yang diberikan perlakuan tarikan sebelum kemudian mi putus. Elongasi manual diukur dengan mengambil satu untaian mi (10 cm), kemudian diletakkan diatas penggaris. Tarikan mi dilakukan secara perlahan hingga mi putus. Jarak akhir mi yang ditempuh sampai putus kemudian dicatat sebagai panjang elongasi. Persen elongasi dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Elongasi} = \frac{(\text{panjang akhir} - \text{panjang awal})}{\text{panjang awal}} \times 100\%$$

Uji Daya Serap Air Mi (Cham dan Suwannaporn, 2010)

Sampel mi sebanyak 5 gram direbus dalam air mendidih 150 mL selama 5 menit. Sampel akan ditiriskan, didiamkan dan kemudian ditimbang beratnya. Daya serap air Mi dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$\text{Daya Serap Air (\%)} = \frac{\text{Berat Mi setelah direbus}}{\text{Berat Mi sebelum direbus}} \times 100$$

Tekstur (kekenyalan dan kelengketan) (Inglett *et al.*, 2015)

Tekstur yang diuji pada penelitian mi kering substitusi tepung singkong ini adalah kekenyalan dan kelengketan. Mi diletakan di *Texture Analyzer, probe* yang digunakan adalah *probe* dengan jenis silinder 36 mm dengan *speed test* 2 mm/s, *strain* 75% dan *count* 2.

Kelengketan = luas area 3 (*absolute - peak*) (g.s)

$$\text{Kekenyalan} = \frac{\text{Length 2}}{\text{Length 1}} \text{ (mm)}$$

Uji Hedonik (Lawless dan Heyman, 2010)

Uji hedonik bertujuan untuk mengetahui kesukaan panelis terhadap mi kering substitusi tepung singkong. Uji dilakukan dengan pemberian nilai skala 1 (sangat tidak suka) hingga 7 (sangat suka). Atribut yang diuji meliputi aroma, rasa, kekenyalan, kelengketan dan keseluruhan. Pengujian dilakukan oleh 40 panelis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian Tahap I

A.1. Karakteristik Fisik Mi Substitusi Singkong dan Penambahan Protein

Tabel 3. Karakteristik fisik mi substitusi yang ditambah ISP atau telur

Parameter	Perlakuan					
	P ₀	I ₅	I ₁₀	T ₅	T ₁₀	T ₁₅
Daya serap air (%)	151,15b	142,89a	135,97a	135,19a	138,5a	159,81c
Kadar air (%)	5,09ab	4,59a	4,81ab	5,31b	5,64cd	5,86d
Cooking loss (%)	11,62e	9,41d	8,61c	9,07cd	7,50b	5,78a
Elongasi (%)	6,30a	6,20a	6,48a	7,05b	7,40b	7,68c
Kekenyalan (mm)	0,94ab	0,91a	0,95a	0,94b	0,96b	0,92a
Kelengketan (g.s)	-120,57d	-61,90c	-67,90c	-44,28b	-33,27b	-18,60a

Keterangan : - I = ISP; T = Telur

- Notasi huruf pada lajur yang sama menunjukkan bedanya pada p<0.05

Berdasarkan Tabel 3 dapat dilihat bahwa daya serap air tertinggi dihasilkan oleh penambahan telur 15% dan lebih tinggi daripada mi kontrol. Nilai daya serap mi kering substitusi tepung singkong dengan penambahan telur mengalami peningkatan

seiring dengan penambahan konsentrasi telur. Hal ini mengindikasikan telur memiliki kandungan protein yang tinggi dan dapat bersifat sebagai pengikat air, sehingga dengan penambahan konsentrasi telur maka dapat meningkatkan daya serap air pada mi kering. Hasil penelitian Biyumna *et al.* (2017) pada mi substitusi tepung sukun memiliki hasil yang menyerupai, di mana pada penambahan telur dengan konsentrasi 15% memiliki daya serap air mencapai 162,64%. Tetapi, penambahan ISP sampai 10% belum menunjukkan peningkatan daya serap air mi kering substitusi tepung singkong. Hal ini mengindikasikan bahwa daya pengikat air ISP rendah.

Kadar air mi cenderung meningkat dengan penambahan telur dan cenderung lebih tinggi daripada penambahan ISP dan juga kontrol. Fenomena ini menunjukkan bahwa telur memberikan kerapatan (densitas) mi lebih tinggi daripada ISP sehingga penguapan air pada saat pengeringan lebih rendah pada mi yang ditambah telur. Dengan kata lain, telur mampu mengikat air lebih tinggi dari pada ISP. Rahayu (2003) menyatakan bahwa kandungan air pada telur mencapai 71,98%. Lebih rendahnya kadar air pada mi yang ditambah ISP sejalan dengan hasil penelitian Utama (2016) bahwa

penambahan ISP menghasilkan kadar air pada produk mi lebih rendah.

Kemampuan mengikat air pada mi yang ditambah dengan telur terlihat berdampak pada *cooking loss* yang lebih rendah (Tabel 3). Hal ini mengindikasikan bahwa penambahan telur mampu menahan cairan dan bahan lain dalam mi sehingga tidak mudah tercuci waktu perebusan mi. Hal ini diduga terkait dengan densitas atau kerapatan mi, dimana penambahan telur menghasilkan densitas lebih rapat sehingga cairan tidak mudah terlepas dan akibatnya materi yang hilang lebih sedikit. *Cooking loss* terendah dihasilkan oleh mi yang ditambah telur 15% yaitu mencapai 5,78%. Semakin tinggi konsentrasi penambahan telur maka nilai *cooking loss* akan semakin rendah. Ekthamasut (2006) menyatakan *cooking loss* pada mi tepung terigu adalah sebesar 4,01%, sehingga *cooking loss* mi substitusi tepung singkong dan ditambah telur 15% sudah mendekati mi dari tepung terigu. Imaningsih (2012) menjelaskan bahwa penambahan telur menyebabkan kompleks yang terbentuk antara protein (telur) dengan pati, sehingga pati terikat dan padatan terlatur menjadi lebih sedikit hilang selama proses perebusan. Menurut Indriati *et al.*, (2013), selain berfungsi sebagai *emulsifier*, telur juga berfungsi untuk meningkatkan kualitas

gluten. Gluten dapat membuat struktur menjadi lebih kompak sehingga padatan terlarut lebih rendah. Hal itu juga didukung oleh penelitian Setyani *et al.*, (2017) yang menunjukkan bahwa *cooking loss* pada mi basah substitusi tepung jagung pada rasio yang sama 80 : 20 tanpa penambahan protein memiliki *cooking loss* sebesar 10,99%.

ISP juga dapat menurunkan *cooking loss* meskipun kemampuannya masih lebih rendah dari pada telur. Hal ini barangkali terkait dengan sifat protein nabati. Kemampuan menyerap air protein nabati lebih rendah daripada protein hewani. Kemampuan menyerap air ini berbanding terbalik dengan *cooking loss*, sehingga penggunaan telur lebih efektif menurunkan *cooking loss* (Zayas, 1997).

Elongasi / regangan mi juga terlihat berhubungan sifat telur yang dapat meningkatkan daya serap air dan menurunkan *cooking loss*. Nilai regangan mi meningkat seiring dengan penambahan konsentrasi telur dan lebih tinggi daripada mi yang ditambah ISP. Fenomena ini menunjukkan bahwa interkasi telur dengan tepung menghasilkan mi yang lebih kuat sehingga bisa merengang lebih panjang daripada mi yang ditambah ISP. Nilai elongasi/regangan mi tertinggi dihasilkan oleh penambahan telur 15%. Peningkatan

indeks regangan mi dapat dikaitkan dengan keelastisitasan bahan pangan. Putih telur dapat berfungsi sebagai perekat karena memiliki kemampuan untuk membentuk lapisan yang kuat sehingga pada saat mi direntangkan akan lebih sulit putus (Rosida, 2013). Telur juga berperan sebagai *emulsifier* yang dapat mengikat molekul pati agar tekstur elastis mi meningkat. Penambahan telur dapat menghasilkan adonan mi menjadi elastis dan tidak mudah putus (Astawan, 1991).

ISP sebagai protein yang ditambahkan kedalam mi kering substitusi tepung singkong memiliki kemampuan regangan/elongasi yang rendah karena kandungan protein pada ISP cukup tinggi sebesar 90%, sehingga pembentukan gel dan ikatan silang yang terbentuk akan lebih banyak terjadi yang mengakibatkan tekstur menjadi kurang elastis (Andri, 2003). ISP juga memiliki sifat higroskopis di mana air akan terserap ke adonan dan menyebabkan adonan menjadi tidak elastis (Astuti *et al.*, 2014).

Tabel 3 juga dapat dilihat bahwa nilai kelengketan terendah dihasilkan oleh mi yang ditambah telur 15% yaitu mencapai 18,6 g.s. Menurut penelitian Muhandri *et al.*, (2011) telur dapat berfungsi untuk menurunkan kelengketan karena memiliki

fungsi sebagai *emulsifier*. Lesitin yang terdapat pada kuning telur dapat menurunkan tegangan antara hidrofobik dan hidrofilik sehingga emulsi dapat bercampur dan menurunkan kelengketan. Hasil hal tersebut terbukti dengan hasil yang didapatkan bahwa kelengketan pada mi kering substitusi tepung singkong mengalami penurunan seiring dengan penambahan konsentrasi telur. Menurut penelitian Ario *et al.*, (2015) aktivitas emulsi isolat protein kedelai lebih rendah dibandingkan dengan isolat protein susu sehingga kemampuan emulsinya belum optimal dan menghasilkan kelengketan yang cenderung masih lebih tinggi.

Tabel 3 dapat dilihat bahwa nilai kekenyalan tertinggi dihasilkan oleh telur dengan konsentrasi 10% yaitu sebesar 0,96 mm. Dengan demikian penambahan telur dapat berpengaruh terhadap kekenyalan. Kandungan lemak yang terdapat dalam telur tergolong tinggi sehingga dapat membuat adonan dari mi kering substitusi tepung singkong menjadi semakin lunak (Risti, 2013). Penggunaan telur dengan konsentrasi yang semakin tinggi membuat kekenyalan pada mi kering substitusi tepung singkong menurun. Hal ini dapat terjadi karena telur memiliki kemampuan untuk menurunkan amilosa terlarut sehingga retrogradasi yang terjadi juga semakin sedikit (Biyumna *et*

al,2017). ISP tidak memiliki kandungan gluten sehingga berpengaruh terhadap kekenyalan, kandungan gluten yang rendah mengakibatkan ikatan antar granula pati menjadi melemah dan tidak rapat sehingga nilai kekenyalan sama dengan yang tidak ditambah protein (Satin, 2001).

A.2. Hedonik Mi Substitusi Singkong

Tabel 4. Karakteristik hedonik mi substitusi tepung singkong yang ditambah telur atau ISP

Hedonik	Perlakuan					
	P ₀	I ₅	I ₁₀	T ₅	T ₁₀	T ₁₅
Aroma	4,23a	4,55a	4,52a	4,61a	4,58a	4,84b
Rasa	3,90a	4,39ab	4,10ab	4,06ab	4,19ab	4,52b
Kekenyalan	3,68a	4,19ab	3,81ab	4,39bc	4,45c	5,16d
Kelengketan	3,65a	3,80a	4,53b	3,98a	4,78b	5,53c
Keseluruhan	3,70a	3,98a	4,48a	4,40ba	4,73b	5,50c

Keterangan : - I=ISP; T = Telur
 - 1= sangat tidak suka, 7 = sangat suka
 - Notasi huruf pada lajur yang sama menunjukkan beda nyata pada $p < 0.05$

Tabel 4 memperlihatkan secara umum bahwa mi substitusi tepung singkong yang ditambah telur lebih disukai daripada mi yang ditambah ISP dan juga mi kontrol, baik dari segi aroma, rasa, kekenyalan, kelengketan, dan juga secara keseluruhan. Selain itu juga terlihat bahwa peningkatan konsentrasi telur yang ditambahkan cenderung meningkatkan kesukaan terhadap mi, dan mi yang paling disukai adalah yang ditambah telur 15%. Nilai kesukaan terhadap kekenyalan, kelengketan dan keseluruhan berkisar 5,16 – 5,53 menunjukkan mi substitusi tepung singkong yang ditambah telur 15% cukup disukai oleh panelis.

Peningkatan tingkat kesukaan mi substitusi tepung singkong yang ditambah telur terlihat ada hubungannya dengan kekenyalan dan kelengketan mi secara fisik (Tabel 3). Mi substitusi tepung singkong yang ditambah telur meningkatkan kekenyalan dan menurunkan kelengketan mi.

Nilai hedonik keseluruhan tertinggi dihasilkan oleh telur dengan konsentrasi 15% yang mencapai nilai 5,50 (panelis cukup menyukai). Nilai tingkat kesukaan secara keseluruhan mi substitusi tepung singkong yang ditambah telur 15% lebih disukai daripada mi kontrol dan mi yang ditambah ISP. Mi kontrol dan mi yang ditambah ISP cenderung kurang disukai oleh panelis dan hanya mi yang ditambah ISP 10% mengarah untuk disukai panelis

A.3. Pemilihan Mi Terbaik Tahap 1

Berdasarkan parameter yang telah diujikan terhadap mi kering substitusi tepung singkong (Tabel 3 dan Tabel 4), maka secara keseluruhan dapat dikatakan bahwa telur dengan konsentrasi 15% memiliki karakteristik terbaik. Hal tersebut dapat dilihat berdasarkan sifat fisik mi dan nilai hedonik mi. Penambahan telur 15% menurunkan kelengketan mi dan meningkatkan kekenyalan mi, serta mengurangi atau menurunkan cooking loss mi, dan meningkatkan kesukaan mi dari segi

kekenyalan, kelengketan dan secara keseluruhan. Menurut Kovacs *et al* (2004), mi yang disukai oleh panelis adalah mi yang tidak lengket dan kenyal. Oleh karena alasan tersebut, maka dipilihlah jenis protein telur dengan konsentrasi 15% untuk dilanjutkan ke tahap 2.

B. Hasil Penelitian Tahap 2

B.1. Karakteristik Fisik Mi

Tabel 5. Karakteristik fisik mi yang disubstitusi tepung singkong dan ditambah telur.

Perlakuan	Parameter					
	Daya serap air (%)	Kadar Air (%)	Loosening loss (%)	Elongasi (%)	Kekenyalan (mm)	Kelengketan (g.s)
C ₁ D ₁	151,86d	4,46ab	7,66c	0,38c	0,96b	-25,42e
C ₁ D ₂	168,66e	4,50ab	6,63b	0,48e	0,99d	-24,07e
C ₁ D ₃	165,61de	5,32c	5,80a	0,43d	0,97b	-28,55d
C ₂ D ₁	138,72bc	4,54ab	7,60c	0,36bc	0,76a	-35,43c
C ₂ D ₂	114,67a	5,01bc	6,60b	0,43d	0,98cd	-33,27cd
C ₂ D ₃	140,22bc	4,38ab	7,58c	0,37bc	0,97b	-27,67d
C ₃ D ₁	142,07bc	4,31a	6,93b	0,31a	0,97b	-51,14a
C ₃ D ₂	148,51bcd	4,83abc	7,70c	0,38c	0,99d	-45,34ab
C ₃ D ₃	123,85b	5,34d	7,61c	0,34b	0,98cd	-45,53b

Keterangan : - C = substitusi tepung singkong 20, 30, 40%
- D = penambahan telur 12,5; 15, 17,5%
- Notasi pada kolom yang sama menunjukkan beda nyata pada p<0.05

Tabel 5 dapat dilihat bahwa daya serap air dari mi tertinggi dihasilkan oleh penambahan telur konsentrasi 15% dan substitusi tepung singkong 20% yang tidak beda dengan substitusi 30% dan penambahan

telur 17,5% yakni mencapai 168,66%, sedangkan daya serap air terendah dihasilkan oleh substitusi 40% dengan konsentrasi telur 15%. Yang mencapai 123,85%. Selain itu, semakin tinggi substitusi tepung singkong maka kemampuan daya serap air semakin menurun. Menurut Kong *et al.* (2009) daya serap air berkaitan dengan sifat gelatinisasi pati serta dipengaruhi juga oleh kandungan amilosa yang terkandung dalam bahan pangan. Amilosa merupakan fraksi pati yang berperan dalam kemampuan daya serap air (Eliason dan Gudmundsson. 2012). Kandungan amilosa pada tepung terigu lebih tinggi dibandingkan dengan tepung singkong yaitu sebesar 25%, sedangkan pada tepung singkong yang digunakan pada penelitian ini adalah sebesar 16,24%. Dengan demikian, meningkatnya substitusi tepung singkong mengakibatkan kandungan amilosa yang ada pada mi akan semakin kecil, sehingga menyebabkan ikatan hidrogen melemah dan tidak mampu menahan air dengan optimal (Alam *et al.*, 2007).

Kadar air mi tertinggi dihasilkan oleh penambahan telur 17,5% dan substitusi tepung singkong 40% yaitu mencapai sebesar 5,34 %, sedangkan kadar air terendah dihasilkan oleh penambahan telur 12,5% dan substitusi tepung singkong 40% yaitu mencapai kadar air 4,31% meski tidak berbeda dengan C₁D₁,

C₁D₂, C₂D₁, dan C₃D₂. Kadar air merupakan indikator umur simpan, keamanan, dan kelayakan dari mi kering (Wasono dan Yuwono, 2004). Kadar air juga dipengaruhi kandungan air pada bahan yang ditambahkan. Selain itu kandungan protein yang terdapat dalam telur yang digunakan dalam penelitian adalah sebesar 13%. Kurang protein pada tepung singkong mengakibatkan kadar air pada mi kering substitusi tepung singkong 40% cenderung lebih tinggi. Hal ini menurut Biyumna *et al.* (2017) dapat terjadi karena daya ikat air semakin melemah akibat kurangnya kandungan gluten, sehingga kadar air akan cenderung meningkat pada substitusi tepung singkong yang lebih tinggi. Penambahan telur dengan konsentrasi yang semakin tinggi juga memicu tingginya kadar air dalam bahan pangan, karena sebagian besar komponen penyusun telur adalah air yang mencapai 71,98% (Rahayu, 2003). Tingginya kadar air dalam mi kering substitusi tepung singkong juga dapat terjadi karena air dapat berikatan dengan molekul yang bersifat polar seperti protein yang terdapat pada telur (Kusnandar, 2010).

Tabel 5 juga dapat dilihat bahwa *cooking loss* terendah dihasilkan oleh penambahan telur dengan konsentrasi 17,5% dan substitusi tepung singkong 20% yaitu

mencapai 5,80% dan berbeda nyata dengan ke 8 formulasi lainnya. *Cooking loss* tertinggi dihasilkan oleh penambahan telur 15% dan substitusi tepung singkong 40% yaitu *cooking loss* mencapai 7,70%. Terdapat interaksi antara konsentrasi telur dan substitusi tepung singkong. Semakin rendah kandungan tepung singkong dan semakin tinggi konsentrasi telur cenderung menurunkan *cooking loss*. *Cooking loss* dipengaruhi oleh kandungan amilosa yang terdapat dalam bahan. Menurut Kong *et al.* (2009) kandungan amilosa yang tinggi akan menyebabkan struktur gel menjadi semakin kuat sehingga *cooking loss* menjadi lebih rendah. Kandungan amilosa pada tepung terigu adalah sebesar 25% (Risti, 2013) dibanding tepung singkong yaitu sebesar 16,24%, sehingga *cooking loss* menjadi meningkat seiring dengan penambahan substitusi tepung singkong. *Cooking loss* juga berkaitan erat dengan fenomena gelatinisasi di mana granula pati mengalami pembengkakan dan pecah sehingga kehilangan padatan meningkat (Indriati *et al.*, 2013). Hal ini sesuai dengan yang dilaporkan oleh Safrani *et al.* (2013) dan Chen *et al.* (2003) di mana kandungan gluten yang rendah menyebabkan matriks pati tergelatinisasi tidak optimal dalam mengikat pati. Rendahnya nilai *cooking loss*

dipengaruhi oleh kandungan gluten yang terdapat pada mi kering hasil substitusi tepung singkong. Kandungan gluten yang tinggi akan menyebabkan matriks pati menjadi tergelatinisasi sehingga lebih optimal dalam mengikat pati, jika proses pengikatan pati berjalan optimal maka kehilangan padatan selama proses perebusan akan lebih minimal terjadi (Safriani *et al.*, 2013). Selain itu penggunaan telur juga dengan konsentrasi tinggi dapat membantu untuk mencegah kehilangan padatan karena telur memiliki sifat sebagai *emulsifier* yang dapat menahan air keluar dari bahan pangan (Biyumna *et al.*, 2017).

Elongasi / regangan mi tertinggi dihasilkan oleh substitusi tepung singkong 20% dan hasil terendah dihasilkan oleh substitusi tepung singkong 40%. Elongasi /regangan mi berpengaruh pada elastisitas mi pada saat ditarik hingga putus, keelastisitasan mi berkaitan erat dengan kandungan protein gluten. Pada tingkat substitusi tepung singkong yang lebih tinggi kandungan gluten berkurang sehingga mi lebih cepat putus. Kurang nya kandungan gluten menyebabkan daya rapat antar granula pati menjadi tidak rapat dan tidak kompak sehingga adonan menjadi lebih mudah ditarik dan putus (Nurcahyo *et al.*, 2014). Hal ini sesuai dengan yang dilaporkan Faridah dan

Widjanarko (2014) bahwa kurangnya kandungan gluten dalam mi menyebabkan elastisitas mi menurun.

Kekenyalan mi tertinggi dihasilkan oleh penambahan telur 15% dan disubstitusi tepung singkong 20%, meski hasil tersebut tidak berbeda nyata dengan ke 3 formulasi lain nya (C_2D_2 , C_3D_2 , C_3D_3). Dengan kata lain penambahan telur 15% dan 17,5% memberikan pengaruh sama terhadap kekenyalan mi. Semakin tinggi substitusi tepung singkong maka kekenyalan cenderung menurun, namun pada konsentrasi telur 17,5% kekenyalan mendekati kekenyalan tertinggi. Menurunnya kekenyalan mi yang diimbangi penambahan telur dapat disebabkan karena berkurangnya kandungan gluten, sehingga semakin tinggi substitusi maka kekenyalan cenderung menurun. Kekenyalan berhubungan erat dengan kandungan gluten, fraksi gliadin merupakan fraksi yang berhubungan dengan kekenyalan sehingga dapat memberikan sifat yang elastis dan lembut (Anni, 2008).

Hasil kelengketan mi tertinggi dihasilkan oleh penambahan telur 12,5% dan substitusi tepung singkong 40%, yakni mencapai kelengketan -51,14 g.s. Nilai kelengketan terendah dihasilkan oleh konsentrasi telur 15% dengan substitusi tepung singkong 20% yang mencapai nilai -

24,07 g.s, meskipun nilai terendah ini tidak berbeda dengan C₁D₁ (substitusi 20 dan penambahan telur 12,55). Kelengketan erat berkaitan dengan kandungan amilopektin yang ada dalam bahan pangan. Kandungan amilopektin tepung singkong lebih tinggi dibandingkan dengan tepung terigu, sehingga kelengketan dengan substitusi tepung singkong yang lebih tinggi akan semakin meningkat (Witono, 2012). Hal ini juga didukung oleh Alam *et al* (2007), di mana amilopektin memiliki struktur amorf sehingga lebih mudah ditembus air dan menyebabkan kelengketan pada bagian permukaan mi. Telur mengandung komponen lesitin yang dapat berperan untuk mengemulsi (Mulyadi *et al.*, 2014). Seiring dengan penambahan telur, kelengketan pun berkurang, namun dengan substitusi singkong yang lebih tinggi yaitu sampai 40% kelengketan mi masih cenderung masih tinggi.

B.2 Karakteristik Organoleptik Hedonik Mi Substitusi Tahap II

Karakteristik organoleptik hedonik mi kering hasil substitusi tepung singkong 20%, 30%, 40% terhadap terigu dan penambahan telur 12,5%, 15,0%, dan 17,5% berdasarkan atribu aroma, rasa, kekenyalan, kelengketan dan keseluruhan dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Karakteristik hedonik mi yang disubstitusi tepung singkong dan ditambah telur.

Perlakuan	Organoleptik Hedonik				
	Aroma	Rasa	Kekenyalan	Kelengketan	Keseluruhan
C1D1	5,00a	5,00a	5,11a	4,78a	5,05a
C1D2	5,00a	5,20a	4,78a	5,54b	5,25b
C1D3	5,40a	5,40a	4,56a	5,26a	5,20a
C2D1	5,00a	5,00a	4,67a	5,33a	5,00a
C2D2	5,20a	5,00a	4,56a	5,74b	5,10a
C2D3	5,80b	5,60b	5,11b	5,44b	5,20a
C3D1	5,20a	5,60a	4,56a	4,89a	5,05a
C3D2	5,20a	5,00a	4,56a	5,35a	4,70a
C3D3	5,40a	5,00a	4,78a	5,26a	4,85a

Keterangan : - C= substitusi tepung singkong 20%, 30%, 40%
- D = penambahan telur 12,5%; 15%, 17,5%
- 1 = sangat tidak suka, 7 = Sangat suka
- Notasi pada kolom yang sama menunjukkan bedanya pada $p < 0.05$

Dilihat dari tingkat kesukaan mi dari segi hedonic aroma, rasa dan kekenyalan yang paling disukai adalah mi yang disubstitusi dengan tepung singkong 30% dan penambahan telur 17,5%. Tingkat kesukaan yang dicapai adalah 5,11 – 5,80 atau mencapai cukup disukai oleh panelis. Tetapi tingkat kesukaan terhadap kelengketan yang tertinggi terjadi pada mi hasil substitusi tepung singkong 30% dan penambahan telur 15%, meskipun tingkat kesukaan terhadap kelengketan mi tidak berbeda dengan substitusi tepung singkong 30% dan penambahan telur 17,5% serta substitusi 20 %

dan penambahan telur 15%. Fenomena tingkat kesukaan tersebut seiring dengan karakteristik fisik mi substitusi tepung singkong (Tabel 5), dimana mi yang disukai adalah yang mempunyai tingkat kelengketan rendah dan kekenyalan cukup tinggi.

Tingkat kesukaan secara keseluruhan terhadap mi hasil substitusi tepung singkong dan penambahan telur yang tertinggi dicapai pada mi yang disubstitusi dengan tepung singkong 20% dan penambahan telur 15%.

Dengan demikian mi berdasarkan nilai hedoniknya apabila diambil berdasarkan efisiensi bahan adalah mi yang disubstitusi dengan tepung singkong 20% dan penambahan telur 15%. Hal ini didukung oleh karakteristik fisik mi kelengketan yang rendah dan kekenyalan yang tinggi, dan mempunyai cooking loss rendah dan daya serap air cukup tinggi.

B.3. Karakteristik Mi Kering Substitusi Tepung Singkong Terbaik Tahap II

Karakteristik mi terpilih berdasarkan organoleptik hedonik dan karakteristik fisik adalah mi yang disubstitusi dengan tepung singkong 20% dan penambahan telur 15%. Mi terpilih memiliki daya serap tertinggi yaitu 168,66%, *cooking loss* sebesar 6,63 dan memiliki kadar air yang rendah sebesar 4,50%, kekenyalan sebesar 0,98 mm dan kelengketan sebesar 24,07 g.s. Karakteristik

gizi mi terpilih berdasarkan uji proksimat dapat dilihat pada Tabel 7

Tabel 7. Hasil uji proksimat mi hasil substitusi tepung singkong 20% dan penambahan telur 15%.

Uji Proksimat	Hasil
Kadar Air	4,50%
Kadar Abu	1,94%
Kadar Protein	13,07%
Kadar Karbohidrat	78,03%
Kadar Lemak	2,46%

Hasil uji proksimat mi substitusi tepung terigu jika dibandingkan dengan SNI (2015) tentang mi kering, hasil proksimat yang didapatkan sudah dapat memenuhi standar mutu sebagai mi kering (Tabel 8).

Tabel 8. Perbandingan SNI mi kering dengan mi substitusi tepung singkong terpilih

Parameter	Syarat Mutu SNI (2015)		Mi kering substitusi terpilih
	Mutu I	Mutu II	
Air	Maks 8%	Maks 13%	4,50%
Abu	Maks 3%	Maks 3%	1,94%
Protein	Min 11%	Min 8%	13,07%

KESIMPULAN

Tepung singkong dapat dimanfaatkan untuk substitusi terigu dalam pembuatan mi kering dengan menambahkan telur. Substitusi tepung singkong yang dapat menghasilkan karakteristik fisik mi dan organoleptik hedonik terbaik adalah tingkat substitusi tepung singkong 20% dengan penambahan telur 15%.

Mi kering dengan substitusi tepung singkong 20 dan penambahan telur 15%

memiliki daya serap sebesar 168,66%, *cooking loss* sebesar 6,63%, kadar air 4,50%, kelengketan -24,07g.s dan kekenyalan 0,98mm.

DAFTAR PUSTAKA

- Anni, F. 2008. *Patiseri*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
- AOAC. 2005. Official Methods of analysis. Washington: Association of Official Analytical Chemist.
- Alam, N., M.S. Saleh, dan S.U. Haryadi. 2007. Sifat fisikokimia dan sensoris *instant strach noodle* pati Aren pada berbagai cara pembuatan. *Journal Agroland* 14(4): 269-274.
- Andri, I. 2003. Mempelajari pengaruh penambahan isolat protein kedelai sebagai bahan Ppngikat terhadap mutu fisik dan organoleptik meat loaf. Bogor : Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Skripsi.
- Ario, J. Julianti, E. dan Yusriani, E. 2015. Karakteristik egg replacer dari isolat protein kedelai, isolat protein susu, pati jagung, pati kentang, guar gum dan xanthan gum. *Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian*. 3(4) : 424-433.
- Astawan, M. 1991. *Teknologi Pengolahan Pangan Nabati*. Jakarta : Akademika Presindo.
- Astawan, I. M. 2002. *Membuat Mi dan Bihun*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Astuti, R.T., Darmanto, Y.S., dan Wijayanti, I. 2014. Pengaruh penambahan isolat protein kedelai terhadap karakteristik bakso dari surimi ikan Swangi. *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan* 3(3): 47-54.
- Biro Humas Kementan. Data Kementrian Selaras dengan Data BPS. 2017. Tersedia pada : http://www.pertanian.go.id/ap_posts/detil/1181/2017/09/28/09/30/05/Data%20Kementan%20Selaras%20Dengan%20Data%20BPS. Diakses pada: 10 Juli 2019.
- Biyumna, U., Windrati, W., Diniyah, N. 2017. Karakteristik mi kering substitusi tepung singkong terbuat dari tepung Sukun (*Artocarpus altilis*) dan penambahan telur. *Jurnal Argoteknologi* 11(1): 23-34.
- Budiyati, C. S., dan Kumoro, A. C. 2012. *Teknologi Pembuatan dan Karakterisasi Mie Kaya Protein dari Tepung Gadung*. Semarang: UNDIP.
- Cham, S., and Suwannaporn, P. 2010. Effect of hydrothermal treatment of rice flour on various rice noodles quality. *Journal of Cereal Science*. 2(1): 284-291.
- Chen, Z., H.A. Schols, and A.G.J.Vorgaren. 2003. Starch granule size strongly determines starch noodle processing and noodle quality. *Journal of Food Science*. 68(5): 1584-1589.
- Ekthamasut, K. 2006. Effect of tomato seed meal on wheat properties and alkaline noodle qualities. *Australian Journal Technology* 9 (3): 147-152.
- Eliason, A.C. and M. Gudmundsson. 2012. *Starch: Physicochemical and Functional Aspect*. Dalam : Eliason, A,C. *Carbohydrate in Food*. New York: Marcel Dekker.

- Faridah, A. dan Widjanarko, S. B. 2014. Penambahan tepung Porang pada pembuatan mi dengan substitusi tepung MOCAF. *Jurnal Teknologi Pangan*. 25(1): 98-105.
- Imaningsih, N. 2012. Profil Gelatinasi Beberapa Formulasi Tepung-tepungan untuk Pendugaan Sifat Pemasakan. *Jurnal Panel Gizi Makan*. 35(1): 13-12.
- Indrianti, N., R. Kumalasari, R. Ekafitri, dan Darmajana. D. A. 2013. Pengaruh Penggunaan Pati Ganyong, Tapioka, dan Mocaf sebagai Bahan Substitusiterhadap Sifat Fisik Mie Jagung Instan. *Agritech* 33(4): 1-8.
- Indrianti, N., Sholichah, E. dan Darmajana, D.A. 2014. Proses Pembuatan Mi Jagung Dengan Bahan Baku Tepung Jagung 60 Mesh Dan Teknik Sheeting-slitting. *Pangan* 2(3): 256-266.
- Inglett, G. E., S. C. Peterson, C. J. Carriere, dan Maneepun. 2015. Rheological, Textural, and Sensory Properties of Asian Noodles Containing An Oat Cereal Hydrocolloid. *Food Chemistry* 90(1): 1-8.
- Kong, X., Bao, J. and Corke H. 2009. Physical properties of Amaranthus starch. *Food Chemistry* 113: 371-376.
- Koswara, S. 2013. Teknik Pengolahan Umbi-Umbian : Modul Pengolahan Umbi Talas. Bogor : IPB.
- Kovacs, M.I.P., Fu, B.X., Woods, S.M., and Khan, K. 2004. Thermal stability of wheat gluten protein: Its effect on dough properties and noodle texture. *Journal of Cereal Science* 39(1):9-19.
- Kusnandar, F. 2010. *Kimia Pangan Komponen Pangan*. Jakarta: PT. Dian Rakyat.
- Lawless, H, and Heymann, H. 2010. *Sensory Evaluation of Food Principles and Practices Second Edition*. New York : Springer.
- Muhandri T., Ahza A. B., Syarief, R., dan Sutrisno. 2011. Optimasi proses ekstrusi mi jagung dengan metode respon permukaan. *J Teknol dan Industri Pangan* 22: 97-104.
- Mulyadi, A., Wijana, S., Dewi, I. A., dan Putri, W. 2014. Karakteristik organoleptik produk mi kering substitusi tepung singkong ubi jalar kuning (*Ipomoea batatas*) dengan penambahan telur dan CMC. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 1186-1194.
- Nurchahyo, E. Amanto, B.S., dan Nurhatadi. 2014. Kajian penggunaan tepung sukun sebagai substitusi tepung terigu pada pembuatan mi kering substitusi tepung singkong. *Jurnal Teknosains Pangan* 3(2): 57-65.
- Rahayu, I. 2003. Karakteristik fisik, komposisi kimia dan uji organoleptik ayam Merawang dengan pemberian pakan bersuplemen omega-3. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan XIV* (3): 199-205.
- Risti, Y. 2013. Pengaruh penambahan telur terhadap kadar protein, serat, tingkat kekenyalan dan penerimaan mi basah bebas gluten berbahan baku tepung komposit. Semarang : Program Studi S1 Ilmu Gizi . Fakultas Kedokteran. Universitas Diponegoro. Skripsi.

- Rustandi, D. 2011. Produksi Mie. Solo : Tiga Serangkai.
- Rosida, R. 2013. Mi dari Tepung Komposit dan Penambahan Telur. Jurusan Teknologi Pangan: FT UPN Veteran
- Sadjad, S. 2000. Bahan Pangan Sumber Karbohidrat. Jakarta : Penebar Swadaya.
- Safriani, N. Ryan, M. dan Ferizal. 2013. Pemanfaatan Pasta Sukun Pada Pembuatan Mi kering substitusi tepung singkong. Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia 5(2):17-24.
- Satin. 2001. Functional Properties of Starches. AGSI Homepage. <http://www.FAO.org>.
- Setyani, S. Astuti, S. dan Florentina. 2017. Substitusi Tepung Tempe Jagung dalam Pembuatan Mi Basah. Jurnal Teknologi dan Hasil Industri Pertanian 22 (1): 1-10.
- SNI. 2015. Standar Mi Kering. Badan Standarisasi Nasional Indonesia. Jakarta
- Subarna, Muhandri, T., Nurtama B., dan Fierliyanti, A.S. 2012. Peningkatan mutu mi kering substitusi tepung singkong jagung dengan penerapan kondisi optimum proses dan penambahan monogliserida. Jurnal Teknol dan Industri Pangan. 23(2): 146-152.
- Utama, A.N. 2016. Substitusi isolat protein kedelai pada daging Analog kacang merah. Semarang : Fakultas Kedokteran, Universitas Diponegoro. Skripsi.
- Utomo, R. 2016. Evaluasi penambahan propilen glikol alginat (PGA) dan isolated soy protein (ISP) sebagai rheological modifier terhadap parameter fisik mi jagung. Bogor : Institut Pertanian Bogor. Skripsi.
- Wasono, M, S dan Yuwono, S. 2014. Pendugaan umur simpan tepung pisang goreng menggunakan metode accelerated shelf life testing dengan pendekatan Arrhenius. Jurnal Pangan dan Agroindustri 2 (4): 178-187.
- Winarti, S., Susiloningsih, E. K dan Fasroh, F. Y. 2017. Karakteristik mi kering dengan substitusi tepung gembili dan penambahan plastiziser GMS (*Gliserol Mono Stearat*). AGROINTEK 11(2) : 53-62.
- Witono, J. R., Kumalaputri, A. J dan Lukman, H. S. 2012. Optimasi rasio tepung terigu, tepung pisang, dan tepung ubi jalar, serta konsentrasi zat aditif pada pembuatan mie. Bandung : Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Katolik Parahyangan. Laporan Penelitian.
- Zayas, J.F. 1997. Functionality of Protein Food. Berlin : Springer Verlag.

**PRODUKSI N-ASETILGLUKOSAMIN DARI KULIT UDANG MENGGUNAKAN
KITINASE EKSTRASELULER DARI *Providencia stuartii***

**[PRODUCTION OF N-ACETYLGLUCOSAMINE FROM SHRIMP SHELLS USING
EXTRACELLULAR CHITINASE FROM *Providencia stuartii*]**

Yuniwaty Halim^{1*}, Cynthia¹, Hardoko^{1,2}, dan Ratna Handayani¹

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

²Jurusan Teknologi Hasil Perikanan, Universitas Brawijaya
Jl. Veteran No. 1 Malang 65113, Indonesia

*Korespondensi penulis : yuniwaty.halim@uph.edu

ABSTRACT

*Shrimp shells are composed of chitin. One of chitin derivatives, glucosamine, is commonly available in the form of N-acetylglucosamine and can be produced by enzymatic fermentation of chitin using chitinolytic microorganism. One of chitinolytic bacteria is *Providencia stuartii*. This research was conducted to determine the optimum fermentation condition, specifically pH, temperature, substrate concentration and incubation time, to produce N-acetylglucosamine using extracellular chitinase enzyme from *Providencia stuartii*. The pH used in the fermentation were 3, 4, 5, 6, 7, 8 and 9 while the temperature used were 30, 40, 50, 60, 70 and 80°C. Results showed that crude extracellular chitinase has its optimum activity at pH of 5 and temperature of 40°C, i.e. about 3.23 ± 0.06 U/mL and 3.42 ± 0.06 U/mL, respectively. Semi pure extracellular chitinase has its optimum activity at pH of 7 and temperature of 40°C, i.e. about 4.74 ± 0.06 U/mL and 4.44 ± 0.06 U/mL, respectively. Furthermore, substrate concentration of chitin used were 0.5, 1.0, 1.5 and 2.0% with incubation time of 2, 4, 6 and 24 hours. The highest N-acetylglucosamine was obtained after 6 hours of incubation with substrate concentration of 1%, i.e. 933.89 ± 12.55 ppm when crude extracellular chitinase was used and 1050.56 ± 12.54 ppm when semi pure extracellular chitinase was used.*

Keywords : chitin, chitinase, extracellular, N-acetylglucosamine, *Providencia stuartii*

ABSTRAK

Cangkang udang tersusun dari kitin. Salah satu turunan kitin, yaitu glukosamin, biasanya terdapat dalam bentuk N-asetilglukosamin dan dapat diproduksi melalui fermentasi enzimatik terhadap kitin dengan menggunakan mikroorganisme kitinolitik. Salah satu bakteri kitinolitik adalah *Providencia stuartii*. Penelitian ini dilakukan untuk menentukan kondisi fermentasi optimum, yaitu pH, suhu, konsentrasi substrat, dan lama inkubasi, untuk memproduksi N-asetilglukosamin menggunakan kitinase ekstraseluler dari *Providencia stuartii*. pH yang digunakan dalam fermentasi adalah 3, 4, 5, 6, 7, 8, dan 9, sedangkan suhu yang digunakan adalah 30, 40, 50, 60, 70 and 80°C. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kitinase ekstraseluler kasar memiliki aktivitas optimum pada pH 5 dan suhu 40°C, yaitu berturut-turut sebesar $3,23 \pm 0,06$ U/mL dan $3,42 \pm 0,06$ U/mL. Kitinase ekstraseluler semi murni memiliki aktivitas optimum pada pH 7 dan suhu 40°C, yaitu berturut-turut sebesar $4,74 \pm 0,06$ U/mL and $4,44 \pm 0,06$ U/mL. Selanjutnya, konsentrasi kitin sebagai substrat yang digunakan adalah sebesar 0,5, 1,0 1,5, dan 2,0% dengan lama inkubasi 2, 4, 6, dan 24 jam. Konsentrasi N-asetilglukosamin tertinggi

diperoleh setelah lama inkubasi 6 jam dengan konsentrasi substrat sebesar 1%, yaitu sebesar $933,89 \pm 12,55$ ppm menggunakan kitinase ekstraseluler kasar dan $1050,56 \pm 12,54$ ppm menggunakan kitinase ekstraseluler semi murni.

Kata kunci : ekstraseluler, kitin, kitinase, N-asetilglukosamin, *Providencia stuartii*

PENDAHULUAN

Kitin merupakan komponen utama pada jaringan penyokong *Crustacea*. Struktur kitin berupa polisakarida linear yang terdiri dari N-asetilglukosamin yang dihubungkan dengan ikatan β -1,4. Kitin dan senyawa turunannya memiliki nilai ekonomis yang tinggi karena aktivitas biologisnya yang banyak dimanfaatkan di bidang industri maupun biomedika (Brzezinska *et al.*, 2013).

Kitin biasa digunakan sebagai bahan dasar pembuatan kitosan, oligosakarida, dan glukosamin (Einbu, 2007). Glukosamin dapat diperoleh melalui pemecahan kitin dari cangkang udang menggunakan metode fermentasi, hidrolisis kimiawi, metode enzimatik, atau kombinasi dari metode-metode tersebut (Cahyono *et al.*, 2014).

Pada skala laboratorium, glukosamin biasa diproduksi menggunakan metode fermentasi. Menurut Krithika dan Chellaram (2016), mikroorganisme yang diisolasi dari cangkang udang dapat menghasilkan kitinase. Produksi senyawa turunan kitin menggunakan metode enzimatik lebih efektif jika dibandingkan dengan menggunakan sel

mikroorganisme. Hal ini karena kitinase bersifat stabil sehingga rendemen yang dihasilkan akan lebih tinggi dan reaksi dapat berlangsung lebih cepat (Clark *et al.*, 2014; Renneberg, 2008). Penelitian sebelumnya oleh Hardoko *et al.* (2020) berhasil mengisolasi beberapa bakteri yang bersifat kitinolitik dari cangkang udang, salah satunya adalah bakteri *Providencia stuartii*.

Enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme dapat berupa enzim ekstraseluler maupun enzim intraseluler. Keuntungan dari enzim ekstraseluler adalah enzim disekresikan ke luar sel sehingga lebih mudah untuk diisolasi dan lebih tahan terhadap panas maupun senyawa kimia (Renneberg, 2008).

Enzim bekerja secara optimal tergantung kepada pH, suhu, konsentrasi substrat dan lama inkubasi (Pomeranz 2012). Kokate (2011) menyatakan bahwa stabilitas dan aktivitas optimum enzim ekstraseluler biasanya menyerupai sel mikroorganismenya. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan kondisi optimum, yaitu pH, suhu, konsentrasi substrat, dan lama inkubasi, untuk memproduksi N-

asetilglukosamin dari kitin yang diisolasi dari cangkang udang windu dengan menggunakan kitinase ekstraseluler dari *Providencia stuartii*.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kitin yang diisolasi dari kulit udang windu (*Penaeus monodon*) yang diperoleh dari PT. Lola Mina, Jakarta, isolat bakteri *Providencia stuartii* dari penelitian sebelumnya (Hardoko *et al.*, 2020), media *Nutrient Agar* dan *Nutrient Broth*, larutan NaOH, HCl, buffer, Na-K-tartarat, K_2HPO_4 , KH_2PO_4 , $(NH_4)_2SO_4$, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$, standard N-asetil glukosamin (Sigma Aldrich), *3,5-dinitrosalicylic acid* (DNS), dan akuades.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah timbangan analitik (Ohaus), *waterbath* (Memmert), mikropipet, spektrofotometer *visible* (Thermo Scientific), centrifuge (MPW), pH meter (Metrohm), kuvet Quartz (Starna), *incubator shaker* (Heidolph 22 Unimax 1010), dan alat-alat gelas. mikropipet, pH meter Metrohm 913), pH indikator universal (Merck), kuvet Quartz (Hellma Analytics), vortex, mikroskop (Olympus), dan alat-alat gelas.

Metode Penelitian

Ekstraksi Kitinase Ekstraseluler dari *Providencia stuartii*

Proses ekstraksi enzim ekstraseluler *P. stuartii* dilakukan sesuai dengan metode Narendrakumar *et al.* (2015). Sebanyak 1 ose kultur kerja bakteri diinokulasikan ke dalam 60 mL media *Nutrient Broth* dan diinkubasi selama 18 jam pada suhu $37^\circ C$. Setelah inkubasi, sebanyak 60 mL inokulum dipindahkan ke dalam 300 mL media selektif. Dalam media selektif ini mengandung 1% kitin, 0,03% K_2HPO_4 , 0,07% KH_2PO_4 , 0,7% $(NH_4)_2SO_4$, dan 0,01% $MgSO_4 \cdot 7H_2O$. Campuran ini kemudian diinkubasi selama 18 jam pada suhu $37^\circ C$ di atas *incubator shaker* dengan kecepatan 120 rpm. Setelah inkubasi, campuran ini kemudian disentrifugasi pada kecepatan 3500 rpm selama 15 menit. Supernatan yang diperoleh dari sentrifugasi merupakan enzim ekstraseluler kasar.

Untuk memurnikan enzim kasar ini, endapan yang diperoleh ditambahkan dengan larutan ammonium sulfat 70% dengan rasio 1:1 dan diaduk. Campuran kemudian didinginkan pada suhu $4^\circ C$ selama 18 jam dan disentrifugasi pada kecepatan 3500 rpm selama 15 menit. Endapan yang diperoleh ditambahkan dengan larutan buffer fosfat sebanyak 8 mL

per 150 mL campuran. Supernatan diperoleh merupakan enzim ekstraseluler semi murni.

Penentuan Suhu dan pH Fermentasi Optimum

Suhu dan pH fermentasi optimum untuk aktivitas kitinase ekstraseluler kasar maupun semi murni ditentukan berdasarkan metode oleh Cheba *et al.* (2016). Reaksi dilakukan dengan mencampurkan 1 mL kitinase ekstraseluler dengan 1 mL substrat yang mengandung 1% kitin. Substrat yang mengandung kitin tersebut disiapkan pada berbagai pH, yaitu dari pH 3-9.

Campuran ini kemudian diinkubasi selama 1 jam pada suhu ruang dan kemudian disentrifugasi dengan kecepatan 3500 rpm selama 15 menit. pH optimum ditentukan berdasarkan aktivitas enzim tertinggi, yang diukur dengan menggunakan metode DNS.

Suhu optimum fermentasi dilakukan dengan mencampurkan 1 mL kitinase ekstraseluler dengan 1 mL substrat yang mengandung 1% kitin berdasarkan pH optimum yang telah diperoleh. Campuran ini kemudian diinkubasikan pada berbagai suhu, yaitu 30, 40, 50, 60, 70 and 80°C selama 2 jam. Hasil reaksi kemudian disentrifugasi dengan kecepatan 3500 rpm selama 15 menit. Suhu optimum fermentasi ditentukan berdasarkan aktivitas enzim

tertinggi yang diukur menggunakan metode DNS.

Penentuan Konsentrasi Substrat dan Lama Inkubasi Optimum untuk Produksi N-asetilglukosamin

Lama inkubasi dan konsentrasi substrat optimum ditentukan dengan menggunakan pH dan suhu optimum yang telah diperoleh, berdasarkan metode oleh Narendrakumar *et al.* (2015).

Substrat yang mengandung kitin dengan berbagai konsentrasi (0,5%, 1,0%, 1,5%, dan 2,0%) disiapkan pada pH optimum yang telah diperoleh. Setelah disterilisasi, masing-masing substrat direaksikan dengan 1 mL kitinase ekstraseluler pada suhu optimum yang telah diperoleh. Lama inkubasi yang digunakan adalah 2, 4, 6, dan 24 jam.

Setelah inkubasi, masing-masing campuran disentrifugasi pada kecepatan 3500 rpm selama 15 menit. Konsentrasi substrat dan lama inkubasi optimum ditentukan berdasarkan konsentrasi N-asetilglukosamin tertinggi yang dihasilkan.

Analisis Aktivitas Kitinase

Aktivitas kitinase ekstraseluler kasar maupun semi murni diukur dengan metode DNS berdasarkan Zbircea *et al.* (2016). Sebanyak 1 mL substrat dengan 1 mL

kitinase direaksikan dengan 2 mL DNS dan 1 mL larutan Na-K-tartarat 4%. Campuran kemudian dihomogenisasi menggunakan *vortex* dan dipanaskan pada suhu 100°C selama 15 menit. Setelah itu, campuran didinginkan dan dilarutkan dengan akuades (rasio 1:4) sebelum diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer *visible* pada panjang gelombang 540 nm. 1 unit aktivitas kitinase didefinisikan sebagai 1 μ mol N-asetilglukosamin yang dihasilkan dalam 1 jam. Adapun aktivitas kitinase dihitung dengan menggunakan formula di bawah ini.

$$\text{Aktivitas Kitinase (U/mL)} = \frac{\text{konsentrasi N-asetilglukosamin } \left(\frac{\text{mg}}{\text{mL}}\right) \times 1000 \times \text{amount of enzyme (mL)}}{221.2 \left(\frac{\text{g}}{\text{mol}}\right) \times \text{lama inkubasi (jam)}}$$

Analisis Konsentrasi N-asetilglukosamin

Konsentrasi N-asetilglukosamin diukur menggunakan metode DNS berdasarkan Ramansyah dan Sudiana (2003). Kurva standar N-asetilglukosamin dibuat dengan membuat larutan standar dengan berbagai konsentrasi, yaitu 200, 400, 600, 800, dan 1000 ppm. Sebanyak 1 mL larutan standar direaksikan dengan dengan 2 mL DNS dan 1 mL larutan Na-K-tartarat 4%. Campuran kemudian dihomogenisasi menggunakan *vortex* dan dipanaskan pada suhu 100°C selama 15 menit. Setelah itu, campuran didinginkan dan diukur absorbansinya pada panjang gelombang 540 nm menggunakan spektrofotometer.

Konsentrasi N-asetilglukosamin pada sampel hasil fermentasi pada berbagai perlakuan ditentukan dengan cara yang sama.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Suhu dan pH Optimum untuk Aktivitas Kitinase Ekstraseluler *P. stuartii*

Kitinase ekstraseluler kasar maupun semi murni dari *P. stuartii* diukur pada berbagai pH dan suhu untuk mengetahui aktivitas maksimum kitinase. Adapun pH fermentasi yang digunakan adalah 3, 4, 5, 6, 7, 8, dan 9 karena Jolles and Muzzarelli (2012) menyatakan bahwa kitinase dari mikroorganisme dapat aktif pada kisaran pH 3,5-8,0. Hasil fermentasi menggunakan kitinase ekstraseluler *P. stuartii* pada berbagai pH dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 menunjukkan bahwa aktivitas kitinase ekstraseluler kasar tertinggi adalah pada pH 5, yaitu sebesar 3,23 \pm 0,06 U/mL. Aktivitas kitinase tertinggi pada pH 5 juga ditemukan pada kitinase intraseluler kasar dari *P. stuartii*, yaitu sebesar 6,03 U/mL (Hardoko *et al.*, 2019). Hasil ini menunjukkan bahwa kitinase ekstraseluler kasar *P. stuartii* memiliki aktivitas enzim yang lebih rendah jika dibandingkan dengan kitinase intraselulernya.

Tabel 1. Pengaruh pH fermentasi terhadap aktivitas kitinase ekstraseluler *P. stuartii*

pH	Aktivitas kitinase ekstraseluler kasar (U/mL)	Aktivitas kitinase ekstraseluler semi murni (U/mL)
3	2,97±0,06	3,88±0,06
4	2,99±0,07	4,12±0,06
5	3,23±0,06	4,21±0,06
6	2,78±0,04	4,35±0,04
7	2,69±0,04	4,74±0,06
8	2,60±0,06	4,41±0,06
9	2,54±0,04	4,28±0,08

Kitinase ekstraseluler semi murni *P. stuartii* mencapai aktivitas optimumnya pada pH 7, yaitu sebesar 4,74±0,06 U/mL. Hasil ini menunjukkan purifikasi enzim berjalan dengan baik karena aktivitas enzim yang dihasilkan lebih tinggi. Aktivitas enzim yang lebih tinggi menunjukkan tingkat kemurnian enzim yang semakin tinggi (Haliza dan Suhartono, 2012).

pH optimum yang berbeda antara kitinase ekstraseluler kasar dan semi murni dapat disebabkan kitinase dapat bekerja optimum pada kisaran pH 5-7 dan stabil pada pH 4-8 (Pratiwi *et al.*, 2015; Maggadani *et al.*, 2017). Haedar *et al.* (2017) menyatakan bahwa aktivitas enzim akan meningkat hingga mencapai pH optimumnya, kemudian akan menurun aktivitasnya karena pH memengaruhi sifat ionik dari gugus karboksil dan gugus amino enzim sehingga akan menyebabkan

perubahan pada sisi katalitik dan konformasi enzim.

pH optimum yang diperoleh kemudian digunakan untuk menentukan suhu optimum fermentasi. Adapun suhu fermentasi yang digunakan adalah 30, 40, 50, 60, 70, dan 80°C. Hal ini karena *P. stuartii* dapat memproduksi kitinase secara optimum pada suhu 37°C (Hamid, 2013) dan kitinase yang dihasilkan oleh mikroorganisme resisten terhadap suhu tinggi hingga suhu mencapai 80°C (Jolles and Muzzarelli, 2012). Hasil fermentasi menggunakan kitinase ekstraseluler *P. stuartii* pada berbagai suhu dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengaruh suhu fermentasi terhadap aktivitas kitinase ekstraseluler *P. stuartii*

Suhu (°C)	Aktivitas kitinase ekstraseluler kasar (U/mL)	Aktivitas kitinase ekstraseluler semi murni (U/mL)
30	3,22 ±0,00	3,98±0,06
40	3,42±0,04	4,44±0,06
50	3,24±0,04	4,26±0,06
60	3,07±0,00	4,23±0,04
70	3,00±0,06	3,96±0,06
80	2,93±0,06	3,91±0,06

Tabel 2 menunjukkan bahwa kitinase ekstraseluler kasar maupun semi murni *P. stuartii* memiliki aktivitas tertinggi pada suhu 40°C, yaitu berturut-turut sebesar 3,42±0,04 U/mL dan 4,44±0,06 U/mL. Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian

sebelumnya oleh Hardoko *et al.* (2019) menyatakan bahwa kitinase intraseluler kasar *P. stuartii* mencapai aktivitas optimum pada suhu 40°C.

Penelitian sebelumnya oleh Pratiwi *et al.* (2015) dan Maggadani *et al.* (2017) menyatakan bahwa kitinase memiliki aktivitas optimum pada suhu 30-40°C dan stabil pada suhu 30-45°C. Zhao (2017) juga menyatakan bahwa kitinase pada umumnya memiliki aktivitas optimum pada suhu 30-50°C, tetapi tidak stabil pada suhu di atas 60°C.

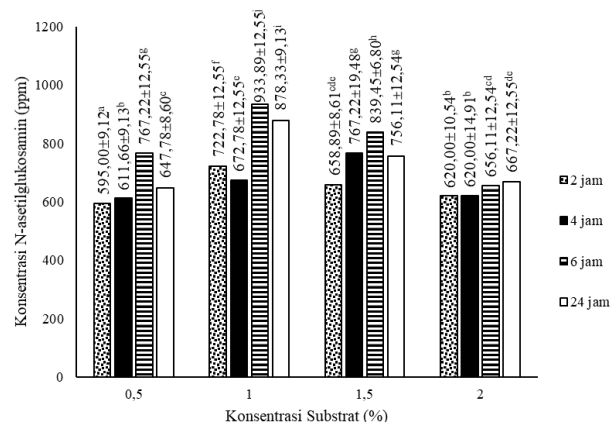
Aktivitas kitinase ekstraseluler *P. stuartii* mengalami penurunan pada saat suhu fermentasi ditingkatkan. Hardi *et al.* (2017) menyatakan bahwa aktivitas enzim meningkat hingga suhu optimumnya karena suhu meningkatkan energi kinetic. Setelah itu, aktivitas enzim akan mengalami penurunan karena suhu yang terlalu tinggi juga dapat mendenaturasi enzim (Zhao, 2017; Bettelheim *et al.*, 2009).

Konsentrasi Substrat dan Lama Inkubasi Optimum untuk Produksi N-asetilglukosamin

Suhu dan pH fermentasi optimum yang diperoleh digunakan untuk menentukan konsenstrasi substrat dan lama inkubasi optimum bagi kitinase ekstraseluler *P. stuartii* dalam menghasilkan N-asetilglukosamin. Fermentasi kitinase

ekstraseluler kasar dilakukan pada suhu 40°C dan pH 5, sedangkan fermentasi kitinase ekstraseluler semi murni dilakukan pada suhu 40°C dan pH 7.

Adapun konsentrasi substrat yang digunakan adalah 0,5%, 1,0%, 1,5%, dan 2,0%, sedangkan lama inkubasi yang digunakan adalah 2, 4, 6, dan 24 jam. Hasil fermentasi ini dapat dilihat pada Gambar 1 (kitinase ekstraseluler kasar) dan Gambar 2 (kitinase ekstraseluler semi murni).

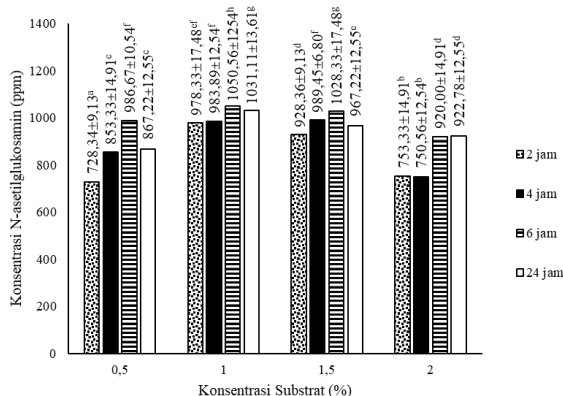


Keterangan: notasi yang berbeda menunjukkan perbedaan signifikan ($p < 0,05$)

Gambar 1. Pengaruh konsentrasi substrat dan lama inkubasi terhadap konsentrasi N-asetilglukosamin (kitinase ekstraseluler kasar)

Hasil uji statistik menggunakan *Univariate Analysis* dan uji lanjut menggunakan *Duncan test* menunjukkan bahwa ada pengaruh signifikan dari konsentrasi substrat dan lama inkubasi maupun interaksi keduanya terhadap

konsentrasi N-asetilglukosamin yang dihasilkan ($p < 0,05$).



Keterangan: notasi yang berbeda menunjukkan perbedaan signifikan ($p < 0,05$)

Gambar 2. Pengaruh konsentrasi substrat dan lama inkubasi terhadap konsentrasi N-asetilglukosamin (kitinase ekstraseluler semi murni)

Gambar 1 dan Gambar 2 menunjukkan bahwa konsentrasi substrat dan lama inkubasi optimum untuk menghasilkan N-asetilglukosamin oleh kitinase ekstraseluler kasar maupun semi murni *P. stuartii* adalah pada konsentrasi substrat 1% dan lama inkubasi 6 jam.

Penelitian sebelumnya oleh Soeka *et al.* (2010) menyatakan bahwa aktivitas kitinase tertinggi diperoleh pada saat konsentrasi substrat 1%. Selain itu, penelitian oleh Herdyastuti dan Cahyaningrum (2017) menyatakan bahwa pada konsentrasi substrat 1,2% dihasilkan konsentrasi N-asetilglukosamin tertinggi dan

semakin menurun pada saat konsentrasi substrat mencapai 1,6%. Konsentrasi substrat yang terlalu tinggi akan menurunkan aktivitas kitinase (Hamid *et al.*, 2013). Kecepatan reaksi enzim meningkat seiring dengan penambahan konsentrasi substrat hingga reaksi mencapai kecepatan maksimum. Setelah itu, seluruh sisi aktif enzim akan dipenuhi oleh substrat, sehingga penambahan konsentrasi substrat tidak akan memengaruhi kecepatan reaksi (Kent, 2000).

Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa lama inkubasi optimum adalah 6 jam. Hamid *et al.* (2013) menyatakan bahwa semakin lama waktu inkubasi maka aktivitas kitinase akan semakin tinggi. Hal ini karena dibutuhkan waktu untuk memecah struktur kitin yang kompleks menjadi N-asetilglukosamin. Pada saat lama inkubasi lebih dari 8 jam, konsentrasi N-asetilglukosamin yang dihasilkan akan menurun karena enzim telah mengalami denaturasi (Herdyastuti dan Cahyaningrum, 2017).

Konsentrasi N-asetilglukosamin tertinggi pada lama inkubasi 6 jam dan konsentrasi substrat 1% juga diperoleh dari penelitian sebelumnya oleh Hardoko *et al.* (2019) dengan menggunakan kitinase intraseluler kasar *P. stuartii*, yaitu sebesar $1680,00 \pm 58,49$ ppm. Pada penelitian ini,

konsentrasi N-asetilglukosamin tertinggi yang dihasilkan oleh kitinase ekstraseluler kasar adalah $933,89 \pm 12,55$ ppm, sedangkan kitinase ekstraseluler semi murni adalah $1050,56 \pm 12,56$ ppm. Hasil ini menunjukkan bahwa kitinase ekstraseluler dari *P. stuartii* menghasilkan N-asetilglukosamin yang lebih rendah dibandingkan dengan kitinase intraselulernya.

Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa purifikasi enzim penting untuk dilakukan karena dapat meningkatkan aktivitas kitinase sehingga konsentrasi N-asetilglukosamin yang dihasilkan juga lebih tinggi. Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya oleh Gangwar *et al.* (2016) yang menyatakan bahwa kitinase *Streptomyces violascens* yang dipurifikasi menunjukkan aktivitas enzim yang lebih tinggi terhadap substrat kitin.

KESIMPULAN

Kondisi fermentasi optimum bagi kitinase ekstraseluler kasar dari bakteri *P. stuartii* adalah pada pH 5 dan suhu 40°C. Aktivitas enzim pada pH 5 adalah sebesar $3,23 \pm 0,06$ U/mL dan pada suhu 40°C adalah sebesar $3,42 \pm 0,06$ U/mL. Konsentrasi substrat optimum diperoleh pada konsentrasi 1% dengan lama inkubasi 6 jam

yang menghasilkan konsentrasi N-asetilglukosamin sebesar $933,89 \pm 12,55$ ppm.

Kondisi fermentasi optimum bagi kitinase ekstraseluler semi murni dari bakteri *P. stuartii* adalah pada pH 7 dan suhu 40°C. Aktivitas enzim pada pH 7 adalah sebesar $4,74 \pm 0,06$ U/mL dan pada suhu 40°C adalah sebesar $4,44 \pm 0,06$ U/mL. Konsentrasi substrat optimum diperoleh pada konsentrasi 1% dengan lama inkubasi 6 jam yang menghasilkan konsentrasi N-asetilglukosamin sebesar $1050,56 \pm 12,54$ ppm.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada LPPM UPH yang telah mendanai penelitian ini berdasarkan skema penelitian No. P-008-FaST/VI/2018.

DAFTAR PUSTAKA

- Bettelheim, F.A., Brown, W.H., Campbell, M.K., and Farrell, S.O. 2009. Introduction to General, Organic and Biochemistry. Canada: Cengage Learning.
- Brzezinska, M.S., Jankiewicz, U., Burkowska, A., and Walczak, M. 2013. Chitinolytic microorganisms and their possible application in environmental protection. Current Microbiology 68 (1) : 71-81.
- Cahyono, E., Suptijah, P., and Wientarsih, I. 2014. Development of a pressurized

- hydrolysis method for producing glucosamine. *Asian Journal of Agriculture and Food Sciences* 2 (5) : 390-396.
- Cheba, B.A., Zaghoul, T.I., El-Mahdy, A.R., and El-Massry, M.H. 2016. Effect of pH and temperature on *Bacillus* sp. R2 chitinase activity and stability. *Procedia Technology* 22:471-477.
- Clark, S., Jung, S., and Lamsal, B. 2014. *Food Processing: Principles and Applications*, 2nd ed. West Sussex: John Wiley & Sons.
- Einbu, A. 2007. Characterisation of chitin and a study of its acid-catalysed hydrolysis. *Biotechnology, Trondheim, Norwegia: Norwegian University of Science and Technology*, Ph.D. Dissertation.
- Gangwar, M., Singh, V., Pandey, A.K., Tripathi, C.K.M., and Mishra, B.N. 2016. Purification and characterization of chitinase from *Streptomyces violascens* NRRL B2700. *Indian Journal of Experimental Biology* 54 (1): 64-71.
- Haliza, W. dan Suhartono, M.T. 2012. Karakteristik kitinase dari mikroba. *Buletin Teknologi Pascapanen Pertanian* 8 : 1-14.
- Hamid, R. 2013. Isolation and characterization of microbial chitinases. New Delhi: Jamia Hamdard.
- Hamid, R., Khan, M.A., Ahmad, M., Ahmad, M.M., Abdin, M.Z., Musarrat, J. and Javed, S. 2013. Chitinases: an update. *Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences* 5 (1) : 21-29.
- Hardi, J., Rusian, Razak, A.R., and Silva. 2017. Karakterisasi enzim kitinase dari isolat bakteri termofilik B1211 asal air panas bora. *Jurnal Riset Kimia* 3 (2) : 172-179.
- Hardoko, Mastuti, T.S., Puspasari, D., and Halim, Y. 2019. Utilization of crude intracellular chitinase enzyme from *Providencia stuartii* for glucosamine production from shrimp shells. *Reaktor* 19 (2) : 62-67.
- Hardoko, Josephine, C., Handayani, R., and Halim, Y. 2020. Isolation, identification and chitinolytic index of bacteria from rotten tiger shrimp (*Penaeus monodon*) shells. *AAAL Bioflux* 13 (1) : 360-371.
- Herdyausti, N. and Cahyaningrum, S.E. 2017. Analysis of N-acetylglucosamine from enzymatic degradation of amorphous chitin. *Rayasan Journal Chemistry* 10 (1) : 226-233.
- Jolles, P. and Muzzarelli, R.A.A. 2012. *Chitin and Chitinases*. Basel: Birkhauser Basel.
- Kokate, C. 2011. *Textbook of Pharmaceutical Biotechnology*. New Delhi: Elsevier.
- Krithika, S. and Chellaram, C. 2016. Isolation, screening and characterization of chitinase producing bacteria from marine wastes. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences* 8 (5) : 34-36.
- Maggadani, B.P., Setyahadi, S., dan Harmita. 2017. Skrining dan evaluasi aktivitas kitinase dari sembilan isolat bakteri lokal. *Pharmaceutical Sciences and Research* 4 (1) : 13-24.

- Narendrakumar, G., Namasivayam, S.K.R, and Singh, R.A.I.S. 2015. Production and optimization of extracellular fungal chitinase produced by *Metarhizium anisopliae* sorokin through submerged and solid state fermentation. *Research Journal of Pharmacy and Technology* 8 (3) : 280-284.
- Pomeranz, Y. 2012. *Functional Properties of Food Components*. Florida: Elsevier.
- Pratiwi, R.S., Susanto, T.E., Wardani, Y.A.K., dan Sutrisno, A. 2015. Enzim kitinase dan aplikasi di bidang industri: kajian pustaka. *Jurnal Pangan dan Agroindustri* 3 (3) : 878-887.
- Ramansyah, M. dan Sudiana, I.M. 2003. Optimasi analisis amilase dan glukukanase yang diekstrak dari miselium *Pleurotus ostreatus* dengan asam 3,5 dinitrosalisilat. *Berkala Penelitian Hayati* 9 : 7-12.
- Renneberg, R. 2008. *Biotechnology for Beginners*. Massachusetts: Elsevier.
- Soeka, Y.S., Triana, E., dan Setianingrum, N. 2010. Aktivitas aktinomisetes dari Bangka Belitung koleksi bidang mikrobiologi, Puslit Biologi-LIPI dalam memproduksi enzim kitinase. *Jurnal Teknik Lingkungan* 11 (3) : 417-423.
- Thacker, U., Parikh, R., Shouche, Y., and Madamwar, D. 2006. Hexavalent chromium reduction by *Providencia* sp. *Process Biochemistry* 41 : 1332-1337.
- Zbircea, R.I., Menghiu, G., Matica, A., and Ostafe, V. 2016. Use of 3,5-dinitrosalicylic acid reaction to study the chitosan hydrolysis. *New Frontiers in Chemistry* 25 : 145-153.
- Zhao, G. 2017. *Mineral Containing Proteins: Roles in Nutrition*. Singapore: Springer.

PEMANFAATAN KACANG MERAH (*Phaseolus vulgaris* L.) DAN JAMUR TIRAM (*Pleurotus ostreanus*) DALAM PEMBUATAN DENDENG ANALOG

[UTILIZATION OF RED BEAN (*Phaseolus vulgaris* L.) AND OYSTER MUSHROOM IN THE MAKING OF ANALOG JERKY]

Eveline^{1*} dan Jhansen Zhendy²

¹Dosen Jurusan Teknologi Pangan, Fakultas Sains dan Teknologi, UPH
Jl. M.H. Thamrin Boulevard, Kelapa Dua, Karawaci, Kelapa Dua, Tangerang, Banten 15810

²Alumni Jurusan Teknologi Pangan, Fakultas Sains dan Teknologi, UPH
Jl. M.H. Thamrin Boulevard, Kelapa Dua, Karawaci, Kelapa Dua, Tangerang, Banten 15810

*Korespondensi penulis : eveline.fti@uph.edu

ABSTRACT

Jerky is a traditional Indonesian processed product which is generally made from real meat. Vegans cannot consume this product, so making vegetable jerky can answer the needs of vegan food consumption variations. The use of red beans as a source of high protein and natural red color like meat, and oyster mushrooms as a source and texture of fiber resembling meat, are considered appropriate in determining the main raw material for making vegetable jerky. This study aims to determine the ratio of red beans - oyster mushrooms and drying time, and determine the maximum shelf life of vegetable jerky in the use of red beans and oyster mushrooms as analog jerky. Initially, red beans and oyster mushrooms are made into a mixture with a ratio (100: 0, 75:25, 50:50, 25:75, and 0: 100) and dried at 50 °C for 6, 7, and 8 hours. The ratio of 75:25 for 8 hours of drying produces vegetable jerky that meets SNI requirements for beef jerky with a protein content of 15.03%, water 4.85%, aw 0.43, hardness 1317 gf, hedonic color 5.37, aroma 5.40, taste 4.83, hardness 5.17, and overall 5.47. This ratio is used at a later stage to determine the maximum shelf life (weeks 0, 1, 2, 3, and 4). A series of analyzes refer to the 2nd week as the maximum shelf life with acid number 0.94 mg KOH/g, peroxide number of 2.61 meq peroxide/kg, thiobarbituric acid (TBA) number 0.41 mg malonaldehyde/kg, fat 5.01%, aw 0.64, water 11.40%, and total plate count (TPC) 4.99 log colony/g.

Keywords : jerky, oyster mushroom, red bean, vegetable, vegetarian

ABSTRAK

Dendeng merupakan produk olahan tradisional Indonesia yang umumnya berbahan baku daging asli. Masyarakat vegan tidak dapat mengonsumsi produk ini, sehingga pembuatan dendeng dari bahan nabati dapat menjawab kebutuhan variasi konsumsi pangan kaum vegan. Pemanfaatan kacang merah sebagai sumber protein tinggi dan pemberi warna merah alami menyerupai daging, serta jamur tiram sebagai sumber dan pemberi tekstur serat menyerupai daging, dianggap tepat dalam penentuan bahan baku utama pembuatan dendeng nabati. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan rasio kacang merah - jamur tiram dan lama pengeringan, serta menentukan masa simpan maksimal dendeng nabati dalam pemanfaatan kacang merah dan jamur tiram sebagai dendeng analog. Awalnya, kacang merah dan jamur tiram dibuat adonan dengan rasio (100:0, 75:25, 50:50, 25:75, dan 0:100) dan dikeringkan pada suhu 50 °C selama 6, 7, dan 8 jam. Rasio 75:25 selama 8 jam pengeringan menghasilkan dendeng analog yang memenuhi persyaratan SNI dendeng sapi dengan kadar protein 15,03%, air 4,85%, aw 0,43, *hardness* 1317 gf, hedonik warna 5,37, aroma 5,40, rasa 4,83, kekerasan 5,17, dan

keseluruhan 5,47. Rasio ini digunakan pada tahap selanjutnya untuk menentukan masa simpan maksimal (minggu ke 0, 1, 2, 3, dan 4). Serangkaian analisis merujuk pada minggu ke-2 sebagai umur simpan maksimal dengan bilangan asam 0,94 mg KOH/g, bilangan peroksida sebesar 2,61 meq peroksida/kg, bilangan thiobarbituric acid (TBA) 0,41 mg malonaldehida/kg, lemak 5,01%, a_w 0,64, air 11,40%, dan angka lempeng total (ALT) 4,9 log koloni/g.

Kata kunci : dendeng, jamur tiram, kacang merah, nabati, vegetarian

PENDAHULUAN

Dendeng, makanan setengah basah (*intermediate moisture food*) yang populer di Indonesia, merupakan salah satu bentuk pengawetan tradisional olahan daging dengan metode kuring dan pengeringan. Dendeng memiliki cita rasa spesifik, dikonsumsi praktis, dan tahan lama sehingga menjadi pilihan dan alternatif lauk bagi masyarakat (Evanuarini dan Huda, 2011). Menurut Lorenzo, *et al.*, 2011 dalam Purnamasari, *et al.*, 2013), dendeng memiliki ciri kelembaban rendah dan kadar protein tinggi sehingga muncul istilah “*dry cured meat*” bagi produk ini.

Bagi masyarakat vegetarian, asupan protein dari lauk cenderung terbatas sumbernya, sehingga diperlukan variasi produk olahan pangan nabati yang dapat berperan sebagai lauk dan memberikan asupan protein setara dengan protein hewani, contohnya *meat analog*. Menurut Yusniardi (2010) dan Nuraidah (2013), dendeng analog termasuk produk *meat analog* dari bahan nabati yang dijadikan alternatif sebagai produk pangan siap

konsumsi dan dapat memenuhi kebutuhan protein masyarakat Indonesia (terutama kaum vegetarian). Dendeng analog dapat menggantikan dendeng sesungguhnya dengan bentuk dan nilai gizi yang mirip.

Pada penelitian, kacang merah dan jamur tiram digunakan sebagai bahan baku utama pembuatan dendeng analog. Menurut Astawan (2009), Depkes (1992), dan Heinerman (2003), kacang merah memiliki banyak keunggulan tinggi protein (22,03%), rendah lemak, dan tinggi serat sehingga memberikan kandungan protein yang hampir sama dengan daging (kacang merah: 22%, daging 18,8%), tekstur serat menyerupai serat daging, efek hipoglikemik, berpeluang mencegah berbagai penyakit (kanker usus besar dan payudara, diabetes, dan serangan jantung). Nuraidah (2013) dan Depkes (1995) menambahkan bahwa kandungan antosianin kacang merah memberikan warna merah alami menyerupai produk daging.

Jamur tiram (*Pleurotus ostreatus*) adalah jamur pangan rendah lemak (1,7-2,2%), berprotein tinggi (10,5%) dengan kandungan asam amino esensial yang

dibutuhkan tubuh manusia meliputi leusin, isoleusin, valin, triptofan, lisin, treonin, fenilalanin, metionin, dan histidin (Tjokrokusumo, 2008; Djarijah dan Djarijah, 2001). Keunggulan jamur tiram lainnya adalah kandungan serat dan asam glutamat yang dapat membuat rasa jamur tiram menjadi gurih ketika dimasak (Ainnurrohmah, 2012). Menurut Alex (2011), kandungan gizi pada jamur tiram memungkinkan jamur tiram berpotensi dalam menurunkan kolesterol, lemah jantung penyakit lever, diabetes, anemia, sebagai antibakterial, antikanker, dan antitumor, membunuh nematoda, serta menghasilkan enzim hidrolisis dan oksidasi.

Penelitian oleh Anggraeni dan Sulandari (2016) pada pembuatan dendeng jamur dilakukan dengan substitusi kacang-kacangan dan jamur pada rasio 15:85, 30:70, dan 45:55. Berdasarkan acuan tersebut, maka penelitian ini menggunakan lima rasio formulasi kombinasi kacang merah dan jamur tiram (100:0, 75:25, 50:50, 25:75 dan 0:100). Selain rasio, faktor lain yang mempengaruhi keberhasilan pembuatan dendeng adalah waktu pengeringan dalam oven. Menurut penelitian Airlangga, *et al.* (2016), proses pengeringan mempengaruhi komposisi kimia yang akhirnya berpengaruh pada keempukan dan daya ikat air.

Penelitian Rusmianto (2007) dalam pembuatan dendeng jantung pisang batu, pengeringan dilakukan selama 6, 7, dan 8 jam pada suhu 50°C yang merupakan suhu stabil untuk mencegah terjadinya denaturasi protein karena umumnya protein akan terdenaturasi pada rentang suhu 55-75°C. Penelitian Hamida (2010) menambahkan bahwa pengujian untuk menentukan dilakukan setelah dendeng digoreng agar tingkat oksidasi lemak produk dapat ditentukan pada minggu ke 0, 1, 2, 3, 4. . Penelitian pembuatan dendeng analog kacang merah – jamur tiram bertujuan untuk menentukan rasio kacang merah - jamur tiram dan lama pengeringan, serta menentukan masa simpan maksimal.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan utama, antara lain: dendeng sapi komersil “Foodmart”, kacang merah (*Phaseolus vulgaris* L.) dari pasar “Kopro”, jamur tiram (*Pleurotus ostreanus*) dari pasar “Tomat”, garam “Dolphin”, gula merah, lada, bawang putih, ketumbar, tepung terigu “Segitiga Biru”, minyak goreng “Sunco”. Bahan analisis, antara lain: media agar *Potato Dextrose Agar* (PDA) dan *Plate Count Agar* (PCA), air demineralisasi “Amidis”, etanol, alkohol 70%, alkohol

95%, NaOH, HCl, H₂SO₄ 98%, KOH 0,1 N, fenolftalin, heksan, aseton, natrium tiosulfat 0,01 N, kanji atau amilum, reagen TBA, asam asetat glasial 90%, akuades, dan NaCl.

Peralatan: *waterbath*, *heater*, *vortex*, inkubator, autoklaf, pH meter, tanur, *soxhlet*, *rotary vapor*, oven, *deep fat fryer*, penggiling, spektrofotometer, mikropipet, *erlenmeyer*, *texture analyzer*, petri, buret, pipet volumetrik, cawan penguapan dan cawan pengabuan.

Metode Penelitian

Penelitian terdiri dari tahap I dan II. Pada penelitian tahap I, awalnya dilakukan persiapan jamur tiram dan kacang merah dalam bentuk halus. Jamur tiram dicuci, dipotong, dikukus ($\pm 100^{\circ}\text{C}$, 15 menit), dan dihaluskan dengan blender. Kacang merah dicuci, direndam dalam air (12 jam), direbus (sekitar 100°C , 30 menit), dan dihaluskan dengan blender. Jamur tiram dan kacang merah halus kemudian diformulasikan menurut rasio (100:0, 75:25, 50:50, 25:75, 0:100 (b/b)). Setiap rasio dicampur dengan bumbu halus (bawang putih, garam, gula merah, lada, ketumbar). Formulasi dendeng analog mengikuti Haryanto (2000) dengan modifikasi: kacang merah dan jamur tiram 70 gram, tepung terigu 9 gram, gula merah 15 gram, garam 2,5 gram, lada 0,5 gram, bawang putih 2 gram, ketumbar 1 gram.

Selanjutnya, dilakukan pencetakan dengan ukuran 10x10x0,3 cm. Adonan kemudian dikeringkan pada oven (50°C selama 6, 7, 8 jam), lalu digoreng selama 30 detik pada suhu 180°C agar dihasilkan dendeng analog.

Analisis penentuan dendeng analog terbaik pada penelitian tahap I: air, protein, a_w , kekerasan (*hardness*). Penentuan juga dilakukan dengan membandingkannya bersama SNI dendeng sapi 01-2908-1992 (BSN^b, 1992). Dendeng analog terbaik diuji organoleptik hedonik dan dibandingkan dengan dendeng sapi komersil.

Pada penelitian tahap II, dendeng analog terbaik dikemas plastik PP (Rusmianto, 2007; Ashriyyah, 2015; Hamida, 2010) dan disimpan dalam ruangan tertutup. Pengujian umur simpan setelah penggorengan pada minggu ke 0, 1, 2, 3, 4. Analisis uji penelitian tahap II: uji bilangan asam, bilangan peroksida, bilangan TBA, kadar air, a_w , kadar lemak, dan uji Angka Lempeng Total (ALT) (Hamida, 2010).

Rancangan percobaan penelitian tahap I adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dua faktor (rasio kacang merah : jamur tiram dan waktu pengeringan). Faktor pertama memuat 5 level (100:0, 75:25, 50:50, 25:75 dan 0:100) dan faktor kedua memuat 3 level (6, 7, 8 jam). Pengulangan dilakukan sebanyak 3 kali. Dendeng analog

terbaik ditentukan berdasarkan hasil analisis yang dibandingkan dengan SNI dendeng sapi 01-2908-1992 (BSN^b, 1992). Adapula rancangan percobaan uji organoleptik penelitian tahap I untuk mengevaluasi penerimaan masyarakat, yaitu kedua sampel (dendeng analog terbaik dan dendeng sapi komersil) dibandingkan, dengan 3 kali ulangan. Rancangan percobaan penelitian tahap II adalah RAL 1 faktor (masa simpan dendeng analog terbaik) dengan 5 level (0, 1, 2, 3, 4) dan 3 ulangan.

Pada penelitian tahap I dilakukan analisis kimia (kadar air, protein, a_w) yang dibandingkan dengan SNI dendeng sapi 01-2908-1992 (BSN^b, 1992); analisis fisik (tekstur); serta pengujian organoleptik hedonik.

Analisis Kadar Air (AOAC, 2005)

Analisis kimia kadar air mengacu pada AOAC (2005). Analisis kadar air menggunakan metode oven. Sebanyak 1 gram sampel dimasukkan ke dalam cawan konstan dan dikeringkan di dalam oven selama 3 jam (sampai berat konstan) pada suhu 105°C. Kadar air dihitung dengan rumus:

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{\text{Berat awal sampel (g)} - \text{Berat akhir sampel (g)}}{\text{Berat sampel awal (g)}} \times 100\%$$

Analisis Protein (AOAC, 2005)

Analisis protein menggunakan metode kjeldahl. Sebanyak 5 ml sampel dimasukkan ke dalam labu kjeldahl yang telah hangat (38°C) lalu dimasukkan 15 gram K_2SO_4 , 1 ml larutan $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, 25 ml H_2SO_4 pekat dan diberi batu didih. Labu dipanaskan sampai mendidih dan larutan berwarna jernih kehijauan. Setelah 1,5 jam, labu didinginkan dan ditambahkan 300 ml akuades ke dalam labu dan diaduk. Sebanyak 75 ml NaOH ditambahkan ke dalam labu secara perlahan. Erlenmeyer yang disediakan terpisah dengan isi 50 ml H_3BO_3 4% dan indikator *methyl red/ bromocresol green*, kemudian dipasang pada ujung tip condenser pada alat destilasi. Labu kjeldahl kemudian dipasang pada alat destilasi dan diaduk hingga tercampur rata. Labu kemudian dipanasi hingga semua NH_3 terdestilasi dan ditampung oleh erlenmeyer yang telah disiapkan. Larutan tersebut lalu didestilasi selama 5-10 menit sampai larutan dalam erlenmeyer mencapai total 200 ml. Ujung kondensor kemudian dibilas dengan akuades. Destilat yang diperoleh dititrasi dengan larutan HCl 0,1 M. Blanko dibuat dengan prosedur yang sama dengan tetapi sampel diganti dengan air. Cara perhitungan kadar protein adalah sebagai berikut:

$$\text{Protein (\%)} = \frac{(v_1 - v_2) \times N \text{ HCl} \times 14,007 \times 6,38}{w} \times 100\%$$

V_1 = Volume HCl untuk titrasi sampel (ml)

V_2 = Volume HCl untuk titrasi blanko (ml)

W = Berat sampel (g)

Analisis A_w (Syarief dan Halid (1993))

Analisis a_w mengacu pada Syarief dan Halid (1993) dengan alat a_w meter. Aw meter sebelum digunakan dikalibrasi terlebih dahulu menggunakan larutan NaCl jenuh. Sampel dimasukkan ke dalam chamber sampel selanjutnya ditekan tombol start dan sampel akan terukur serta terbaca oleh alat.

Analisis Hardness (Rusmianto, 2007)

Analisis tekstur (*hardness*) mengacu pada Rusmianto, (2007) dengan alat *texture analyzer*. Sampel diletakan pada meja sediaan untuk kemudian mendapat tekanan dari probe berbentuk *blade* yang bergerak. Gaya yang dibutuhkan untuk kompresi diukur dan masuk ke dalam *recorder* dengan keluaran berupa kurva. Berdasarkan kurva didapatkan nilai yang berupa kekerasan. Nilai kekerasan ditunjukkan dengan *absolute (+) peak* yaitu gaya maksimal, dengan satuan *gram force* (gf).

Analisis Hedonik (Lawless dan Heynam, 2010)

Analisis orgaoleptik (Lawless dan Heymann, 2010) meliputi hedonik warna,

rasa, aroma, dan keseluruhan pada 70 orang panelis semi terlatih. Panelis diberikan sampel berkode dan diminta untuk memberikan penilaian terhadap sampel dengan memberikan angka dengan skala 1-7 (sangat tidak suka – sangat suka).

Pada tahap II, pengujian umur simpan dengan rasio dan waktu pengeringan terbaik dilakukan uji bilangan asam, bilangan peroksida, bilangan TBA, kadar air, a_w , nilai pH dengan menggunakan pH meter, lemak, dan uji ALT.

Analisis Lemak (AOAC, 2005)

Analisis lemak mengacu pada AOAC (2005) dengan metode soxhlet. Sebanyak 2 gram sampel dimasukan ke dalam selongsong kertas yang dilapisi kapas (*hulls*) dan dimasukan ke dalam soxhlet yang disambungkan ke labu lemak berisi labu didih. Campuran diekstrak dengan heksana atau pelarut lainnya selama 2-3 jam pada suhu sekitar 80°C. Labu lemak kemudian disuling dengan heksana atau pelarut lainnya. Ekstrak lemak dikeringkan pada suhu 100-105°C. Setelah diekstrak, labu didinginkan dalam desikator dan ditimbang sampai berat konstan. Kadar lemak diperoleh dengan rumus:

$$\text{Kadar lemak (\%)} = \frac{w_2 - w_1}{w}$$

W_1 = Berat labu lemak +batu didih kosong (g)

W_2 = Berat sampel awal (g)

W = Berat labu lemak + batu didih setelah
soxhlet dan pengeringan (g)

Analisis Bilangan Asam (Apriyantono, et al., 1989)

Analisis bilangan asam mengacu pada Apriyantono *et al.*, (1989) dengan titrasi menggunakan larutan KOH dalam etanol. Sampel dendeng 20 gram dilumatkan dan dilakukan ekstraksi lemak dengan menambahkan 50 ml etanol dan dietil eter (1:1) dan dikocok selama 60 menit. Filtrat ditambahkan 3 tetes Phenophtalein (PP) dan dititrasi dengan KOH 0,1 N dalam etanol sampai berwarna *pink* persisten. Jumlah bilangan asam dihitung dengan rumus:

$$\text{Bilangan asam} = \frac{\text{Jumlah ml KOH untuk titrasi} \times \text{Normalitas KOH} \times 200}{\text{Berat Sampel}}$$

Analisis Bilangan Peroksida (AOAC, 1997)

Bilangan peroksida ditentukan dengan mengacu pada AOAC (1997) dengan metode titrasi larutan natrium tiosulfat. Sebanyak 5 gram sampel lumat ditambah 30 ml asetat-kloroform (3:2) dan akuades, kemudian dititrasi dengan natrium tiosulfat 0,01 N sampai berwarna kuning. Larutan pati 1% 0,5N ditambahkan sampai larutan berwarna biru dan dititrasi kembali

sampai warna biru menghilang. Nilai peroksida diperoleh dari perhitungan:

Nilai peroksida = $S \times N \times 1000/g$ sampel
(meq peroksida/kg)

Keterangan :

S : titrasi sampel (ml natrium tiosulfat)

N : normalitas natrium tiosulfat

Analisis Bilangan TBA (Tarladgis, et al., 1960)

Analisis bilangan TBA mengacu pada Tarladgis, *et al.* (1960) dengan metode destilasi dan dilanjutkan menggunakan spektrofotometer. Sebanyak 10 gram dendeng dihancurkan dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer dengan ditambahkan 50 ml akuades. Sampel didestilasi sampai terjadi penguapan dan diperoleh destilat sebanyak 50 ml, kemudian disaring. Sebanyak 5 ml destilat dipindahkan ke dalam labu erlenmeyer 50 ml dan ditambahkan 5 ml reagen TBA (0,02 M TBA dalam 90% asam asetat glasial), lalu ditutup dan dipanaskan selama 35 menit dalam air mendidih. Absorbansi destilat diukur dengan spektrofotometer $\lambda = 528$ nm dengan larutan blanko (5 ml air suling dan 5 ml pereaksi TBA) sebagai titik nol. Bilangan TBA dihitung dengan rumus:

$$\text{Bilangan TBA} = 7,8 \times \text{absorbansi} \\ (\text{mg malonaldehida/kg})$$

Analisis ALT (Harigan, 1998)

Analisis ALT mengacu pada Harigan (1998) dengan metode *pour plate*. Sebanyak 5 gram sampel dimasukkan ke dalam botol pengencer berisi 45 larutan NaCl steril dan dikocok. Pengenceran dilakukan sebanyak 10^{-6} pada setiap tabung pengencer berisi larutan NaCl steril 9 ml. *Pour plate* dilakukan, dari setiap tabung pengencer sebanyak 1 ml dimasukkan ke dalam cawan petri dan ditambahkan media *Plate Count Agar* (PCA). Cawan diinkubasi selama 24 jam pada suhu $36,5^{\circ}\text{C}$. Perhitungan dan pencatatan pertumbuhan koloni dilakukan dalam satuan (koloni/g).

$$ALT = \frac{\sum C}{((1 \times n1) + (0,1 \times n2) \times d)}$$

C = jumlah koloni dari tiap-tiap petri

n1 = jumlah petri dari pengenceran pertama

n2 = jumlah petri dari pengenceran kedua

d = pengenceran pertama yang dihitung

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian Tahap I

Kadar air merupakan salah satu parameter uji penentuan dendeng analog terbaik, dilakukan dengan metode pengeringan oven 105°C (AOAC, 2005). Hasil uji statistik *two way* Anova menunjukkan bahwa rasio bahan dan waktu pengeringan berinteraksi mempengaruhi

kadar air ($p < 0,05$) (Tabel 1). Tabel 1 memperlihatkan bahwa peningkatan rasio kacang merah dapat menurunkan kadar air. Widyastuti, *et al.*, (2015) dan Sandi (2015) mengatakan bahwa jamur tiram segar mengandung kadar air lebih tinggi (91,8%), dibandingkan kacang merah (20,5%). Tabel 1 juga memperlihatkan semakin lama waktu pengeringan, kadar air dendeng analog semakin rendah. Pengeringan oven adalah salah satu cara menghilangkan sebagian air produk dengan cara menguapkan air dengan energi panas oven (Winarno, *et al.*, 1980; Winarno, 1997). Dendeng analog mengandung air sesuai SNI dendeng sapi (Tabel 2) maksimal 12%, kecuali pada rasio 50:50 7 jam pengeringan (13,56%) dan 25:75 6 jam pengeringan (12,64%).

Kadar protein merupakan salah satu parameter uji penentuan dendeng analog terbaik, dilakukan dengan metode kjeldahl (AOAC, 2005). Hasil uji statistik *two way* Anova menunjukkan bahwa rasio bahan dan waktu pengeringan berinteraksi mempengaruhi kadar protein ($p < 0,05$) (Tabel 1). Tabel 1 memperlihatkan bahwa peningkatan rasio kacang merah cenderung meningkatkan kadar protein dendeng analog. Menurut Depkes (1992) dan Widyastuti (2015), kacang merah

Tabel 1. Hasil analisis penelitian tahap I (kadar air, protein, a_w , tekstur)

Rasio Kacang Merah : Jamur Tiram	Waktu Pengeringan (%)	Kadar Air (%)	Kadar Protein (%)	A_w	Tekstur / Hardness (gf)
0 : 100	6	11,20 ± 0,07 ^h	11,74 ± 0,47 ^b	0,57 ± 0,01 ⁱ	807,33 ± 19,76 ⁱ
	7	7,48 ± 0,24 ^d	14,21 ± 0,40 ^{de}	0,45 ± 0,01 ^{ef}	1077,89 ± 46,39 ^{ef}
	8	4,49 ± 0,11 ^a	14,64 ± 0,45 ^{ef}	0,39 ± 0,003 ^d	504,97 ± 14,37 ^d
75 : 25	6	7,79 ± 0,10 ^e	14,55 ± 0,41 ^{ef}	0,54 ± 0,02 ^h	758,34 ± 13,63 ^h
	7	6,38 ± 0,07 ^c	14,55 ± 0,37 ^{ef}	0,47 ± 0,009 ^{fg}	927,04 ± 9,80 ^{fg}
	8	4,85 ± 0,10 ^b	15,03 ± 0,30 ^f	0,43 ± 0,007 ^e	1317,49 ± 23,11 ^e
50 : 50	6	13,56 ± 0,06 ^k	12,76 ± 0,64 ^c	0,67 ± 0,01 ^k	698,69 ± 32,88 ^k
	7	11,23 ± 0,06 ^h	12,88 ± 0,53 ^c	0,54 ± 0,02 ^h	1119,59 ± 53,22 ^h
	8	6,59 ± 0,08 ^c	13,52 ± 0,67 ^{cd}	0,45 ± 0,05 ^{ef}	1320,92 ± 48,78 ^{ef}
25 : 75	6	12,64 ± 0,07 ^j	11,78 ± 0,47 ^b	0,59 ± 0,003 ^j	565,54 ± 22,78 ^j
	7	11,78 ± 0,10 ⁱ	11,64 ± 0,47 ^b	0,47 ± 0,003 ^g	872,97 ± 42,31 ^g
	8	11,47 ± 0,42 ^h	12,97 ± 0,49 ^c	0,34 ± 0,01 ^c	1294,58 ± 27,04 ^c
100 : 0	6	14,48 ± 0,31 ^l	6,53 ± 0,15 ^a	0,30 ± 0,004 ^b	369,59 ± 13,70 ^j
	7	10,36 ± 0,12 ^g	6,89 ± 0,11 ^a	0,28 ± 0,003 ^{ab}	615,34 ± 1,40 ^g
	8	9,30 ± 0,03 ^f	6,32 ± 0,30 ^a	0,26 ± 0,001 ^a	922,03 ± 40,86 ^c

Keterangan: Perbedaan notasi pada kolom sama menunjukkan perbedaan signifikan ($p < 0,05$)

mengandung protein lebih tinggi (22,03%) dibandingkan jamur tiram (10,5%). Kadar protein dendeng analog terlihat cenderung meningkat pada peningkatan waktu pengeringan. Adawyah, (2007); Sani (2001); dan Hadipernata (2006) menyebutkan bahwa adanya penurunan kadar air dapat menyebabkan kadar protein suatu bahan meningkat karena molekul air yang tersisa pada bahan dapat membentuk hidrat dengan molekul-molekul lain yang mengandung atom O dan N. BSN^b (1992) menetapkan kadar protein dendeng sapi adalah minimal 30% (mutu I) dan 25% (mutu II). Berdasarkan Tabel 1, kadar protein dari seluruh rasio dan waktu pengeringan belum

memenuhi syarat BSN. Standar mutu dendeng analog (berbasis nabati) belum ada yang dapat dibandingkan dengan produk.

Tabel 2. Karakteristik mutu dendeng menurut SNI 01-2908-1992

Karakteristik	Syarat	
	Mutu I	Mutu II
Warna dan Bau	Khas Dendeng	Khas Dendeng
Kadar air	Maks 12%	Maks 12%
Kadar protein	Min 30%	Min 25%
Abu tidak larut asam	Maks 1%	Maks 1%
Benda asing	Maks 1%	Maks 1%
Kapang dan serangga	Tidak nampak	Tidak nampak

Sumber: BSN^b (1992)

Aktivitas air merupakan parameter uji yang dilakukan untuk menentukan

dendeng analog terbaik. Pengujian dilakukan dengan a_w meter (Syarief dan Halid, 1993). Hasil uji statistik *two way* Anova menunjukkan rasio bahan dan waktu pengeringan berinteraksi mempengaruhi nilai a_w dendeng analog yang dihasilkan ($p < 0,05$). Berdasarkan Tabel 1, nilai a_w cenderung lebih tinggi ketika rasio kacang merah lebih besar. Kandungan serat kasar pada kacang merah dapat menyebabkan peningkatan kemampuan bahan mengikat air, sehingga pada saat pengeringan, air membutuhkan waktu lebih lama untuk menguap dari bahan Purnomo, 1996). Adanya proses pengeringan menurunkan nilai a_w dendeng analog. Farakos, *et al.* (2013) dan Apte (2010) menyebutkan bahwa semakin lama energi dari media pengering bekerja maka air pada bahan akan semakin teruapkan, sehingga kandungan air dan a_w akan semakin menurun. BSN (2000) merekomendasikan kisaran a_w dendeng sapi adalah 0,4-0,9, sehingga dendeng analog dengan rasio 100:0 (8 jam), 25:75 (8 jam), rasio 0:100 (6, 7, 8 jam) tidak memenuhi persyaratan mutu SNI dendeng sapi.

Tekstur (*hardness*) juga merupakan salah satu parameter uji dalam penentuan dendeng analog terbaik. Analisis tekstur dilakukan dengan alat *texture analyzer*

(Rusmianto, 2007). Tabel 1 menunjukkan bahwa rasio bahan dan waktu pengeringan berinteraksi mempengaruhi nilai *hardness* dendeng analog ($p < 0,05$). Rasio kacang merah cenderung meningkatkan *hardness* dendeng analog. Menurut Siddiq, *et al.* (2010), keberadaan kandungan protein dapat menyebabkan peningkatan kekerasan suatu produk. Hal ini sejalan dengan hasil uji protein dendeng analog. Adanya peningkatan waktu pengeringan, maka nilai *hardness* semakin tinggi. Pada saat pengeringan atau pemanasan oven, protein dalam produk akan terdenaturasi sehingga tidak dapat mengikat air dan akan mengakibatkan tekstur produk lebih keras.

BSN^a (1992) menetapkan bahwa dendeng yang baik harus memiliki kadar air maksimal 12%, kadar protein minimal 30% untuk mutu I dan minimal 25% untuk mutu II, serta kadar A_w menurut BSN (2000) adalah 0,4-0,9 untuk produk berbahan kering. Berdasarkan ketentuan tersebut maka dendeng analog yang dapat masuk ke dalam persyaratan tersebut adalah rasio 75:25 selama 8 jam pengeringan. Dendeng analog dengan rasio ini, memiliki kadar air rendah (4,85%), protein (15,04%), A_w (0,43), dan *hardness* (1317,49 gf). Dendeng analog terpilih mengandung protein jauh di bawah

Tabel 3. Uji hedonik dendeng

Parameter	Jenis Sampel	
	Dendeng Tiruan	Dendeng Sapi Komersil
Warna	5,37±1,21 ^a	5,70±0,97 ^a
Aroma	5,40±1,04 ^a	5,71±0,90 ^a
Rasa	4,83±1,06 ^a	5,91±0,88 ^b
Kekerasan	5,17±1,25 ^a	5,49±1,07 ^a
Keseluruhan	5,47±0,63 ^a	5,70±0,80 ^a

Keterangan: - Perbedaan notasi pada kolom sama menunjukkan perbedaan signifikan ($p < 0,05$)

- Skor hedonik yang digunakan adalah 1-7 (Sangat tidak suka – Sangat suka)

standar BSN, dikarenakan belum ada standar mutu dendeng analog basis nabati. Berdasarkan penelitian Putro (2006), dendeng analog terbaik berbahan jantung pisang mampu menghasilkan kadar protein sebesar 12% dan penelitian dari Ashriyyah (2015) dalam pembuatan dendeng giling jamur tiram menghasilkan protein 6%. Penelitian Nuraidah (2013) tentang pembuatan daging tiruan berbasis tepung kacang merah menghasilkan protein 10,5%. Dendeng analog terpilih diuji secara organoleptik (hedonik) dan dibandingkan hasilnya dengan dendeng sapi komersil. Hasil uji statistik *two way* Anova (Tabel 3) menunjukkan secara hedonik, dendeng analog bernilai setara dengan dendeng sapi komersil. Hal ini didukung oleh parameter hedonik warna, hedonik aroma, hedonik kekerasan dendeng analog yang sama dengan dendeng sapi komersil; namun dari segi hedonik rasa, dendeng sapi komersil masih lebih unggul. Menurut Febrianingsih

et al., (2016), dendeng sapi memiliki rasa daging yang lebih khas dan kuat sehingga lebih disukai panelis. Analisis proksimat dendeng analog terpilih menunjukkan bahwa kadar lemak 7,43%, kadar abu 0,84%, dan karbohidrat 72,09%.

Penelitian Tahap II

Dendeng analog terpilih dengan rasio 75:25 dan pengeringan selama 8 jam digunakan dalam pengujian umur simpan yang dilakukan pada minggu 0, 1, 2, 3, dan 4. Dendeng dikemas terlebih dahulu dengan plastik *Polipropylene* (PP) dan disimpan dalam ruangan tertutup.

Bilangan asam merupakan uji yang dapat mengindikasikan tingkat oksidasi yang terjadi selama penyimpanan dendeng analog. Pengukuran nilai bilangan asam dilakukan dengan metode titrasi menggunakan larutan KOH dalam etanol (Apriyantono *et al.*, 1989). Penentuan bilangan asam dengan metode titrasi asam basa akan menetralkan asam lemak bebas

akibat dari penambahan basa. Semakin banyak basa yang diperlukan untuk menetralkan asam lemak bebas, semakin tinggi nilai bilangan asam, artinya semakin banyak minyak yang telah terhidrolisis.

Hasil uji statistik *two way* Anova (Tabel 4) menunjukkan bahwa penyimpanan meningkatkan jumlah bilangan asam pada dendeng analog ($p < 0,05$) sampai minggu ke 2 dan menurun pada minggu selanjutnya. Adanya proses penggorengan suhu tinggi menyebabkan reaksi hidrolisis terjadi sehingga lemak terurai menjadi asam lemak bebas dan gliserol (Hamida, 2010). Semakin lama waktu penyimpanan, semakin memberikan kesempatan bagi pertumbuhan kapang, khamir, dan bakteri. Pertumbuhan mikroorganisme pada kondisi anaerobik cenderung dapat mendegradasi protein dan lemak dalam dendeng analog sehingga membentuk senyawa lain selain asam lemak bebas, seperti karbondioksida, air, dan metana (Ketaren, 2005). Hamida (2010) menambahkan bahwa degradasi lemak oleh mikroorganisme akan membentuk senyawa selain yang bersifat basa sehingga mengakibatkan bilangan asam menurun. Pada tahap akhir penyimpanan (minggu ke-4), terlihat bilangan asam kembali sedikit meningkat. Trilaksani (2003) menyatakan bahwa pada tahap akhir, oksidasi

hidroperoksida sangat tidak stabil sehingga membentuk senyawa yang dihasilkan adalah senyawa organik berantai pendek (seperti aldehida, keton, alkohol, asam lemak bebas).

Bilangan peroksida merupakan salah satu indikasi untuk mengetahui tingkat oksidasi yang terjadi pada penyimpanan dendeng tiruan. Pengukuran nilai bilangan peroksida dilakukan dengan metode titrasi menggunakan larutan natrium tiosulfat (AOAC, 1997). Hasil uji statistik *two way* Anova (Tabel 4) menunjukkan bahwa sampai minggu ke-3 bilangan peroksida mengalami kenaikan dan menurun pada minggu ke-4. Menurut Gandemer (2002), pembentukan hidroperoksida berlangsung terus menerus dan nilainya naik secara tajam hingga mencapai titik maksimum yang selanjutnya menurun perlahan hingga akhir proses oksidasi. Ketaren (2005) menambahkan bahwa proses pembentukan senyawa peroksida dapat dipercepat oleh adanya cahaya, suasana asam, kelembapan udara, dan katalis. Setelah mencapai puncaknya, bilangan peroksida akan mengalami penurunan. Penurunan tersebut mengindikasikan oksidasi lemak telah mencapai tahap terminasi yaitu senyawa peroksida yang terbentuk telah terurai dan mengalami reaksi lanjutan menjadi senyawa aldehida, keton, asam-asam lemak bebas.

Tabel 4. Hasil analisis tahap II (bilangan asam, peroksida, TBA, air, lemak, Aw, dan ALT)

	Minggu 0	Minggu 1	Minggu 2	Minggu 3	Minggu 4
Bilangan asam (mg KOH/g)	0,51±0,04 ^a	0,62±0,02 ^b	0,94±0,03 ^e	0,74±0,03 ^c	0,86±0,02 ^d
Bilangan peroksida (meq peroksida/kg)	0,63±0,08 ^a	1,56±0,15 ^b	2,61±0,14 ^c	3,24±0,10 ^e	2,91±0,16 ^d
Bilangan TBA (mg malonaldehida/kg)	0,19±0,01 ^a	0,28±0,01 ^b	0,41±0,01 ^c	0,51±0,01 ^d	0,73±0,02 ^e
Kadar air (%)	4,85±0,10 ^a	9,26±0,09 ^b	11,44±0,15 ^c	14,40±0,07 ^d	16,76±0,11 ^e
Kadar lemak (%)	7,43±0,14 ^e	6,01±0,11 ^d	5,01±0,09 ^c	4,56±0,07 ^b	4,11±0,10 ^a
Aktivitas air	0,43±0,01 ^a	0,57±0,02 ^b	0,64±0,02 ^c	0,74±0,02 ^d	0,81±0,01 ^e
ALT (log koloni/g)	4,48±0,08 ^a	4,90±0,02 ^b	4,99±0,06 ^c	5,36±0,02 ^d	5,70±0,03 ^e

Keterangan: Perbedaan notasi pada kolom sama menunjukkan perbedaan signifikan ($p < 0,05$)

Tingkat oksidasi juga dapat diindikasikan melalui bilangan TBA dengan mengukur kandungan malonaldehida sebagai hasil reaksi lanjutan oksidasi lemak pada tahap terminasi. Pengukuran dilakukan dengan metode destilasi yang dilanjutkan dengan menggunakan alat spektrofotometer (Tarladgis *et al.*, 1960). Hasil uji statistik *two way* Anova (Tabel 4) menunjukkan bahwa lamanya penyimpanan secara signifikan meningkatkan bilangan TBA ($p < 0,05$). Peningkatan asam lemak selama penyimpanan berkorelasi positif terhadap bilangan TBA dan pada kisaran 0,5-2,0 mg malonaldehida/kg dalam suatu produk akan mengalami bau tengik (Kuo dan Chu, 2003). Pada minggu ke-3 dengan bilangan TBA 0,51 mg malonaldehida/kg, produk ditumbuhi kapang dan berbau tengik.

Kadar air juga merupakan parameter kontrol dari tingkat oksidasi produk pangan. Analisis dilakukan dengan metode pengeringan oven 105°C (AOAC, 2005).

Hasil statistik *two way* Anova (Tabel 4) menunjukkan bahwa kadar air meningkat signifikan sejalan dengan lamanya waktu penyimpanan ($P < 0,05$). Peningkatan kadar air selama penyimpanan diakibatkan oleh suhu dan kelembaban udara (Hamida, 2010). Adanya pertumbuhan mikroorganisme yang menggunakan karbohidrat membentuk air, karbondioksida, dan energi (Yanti, *et al.*, 2008). Dendeng analog pada penyimpanan minggu ke-3 (kadar air 14,40%) dinyatakan tidak memenuhi standar mutu SNI dendeng sapi sebesar 12% (BSN^b, 1992).

Analisis kadar lemak dengan metode soxhlet (AOAC, 2005) dilakukan juga untuk mengetahui tingkat oksidasi selama penyimpanan. Hasil uji statistik *two way* Anova (Tabel 4) menunjukkan kadar lemak dendeng analog mengalami penurunan signifikan setiap minggu penyimpanan ($p < 0,05$). Hermanto *et al.* (2010) menyatakan bahwa lemak yang tidak stabil pada umumnya cenderung terhidrolisis atau

teroksidasi menghasilkan senyawa radikal bebas. Senyawa radikal bebas merupakan tingkat kerusakan lemak yang dihasilkan pada pemanasan atau penggorengan dengan suhu tinggi serta lamanya proses pemanasan. Peningkatan radikal bebas meningkatkan kerusakan lemak cenderung semakin besar. Semakin lama penyimpanan, lemak semakin banyak lemak teroksidasi sehingga nilai kadar lemak akan semakin menurun.

Aktivitas air juga merupakan faktor pengontrol terjadinya oksidasi lemak dendeng analog sehingga perlu diukur dengan menggunakan alat A_w meter (Syarief dan Halid, 1993). Hasil uji statistik *two way* Anova (Tabel 4) menunjukkan bahwa lamanya penyimpanan meningkatkan A_w secara signifikan ($p < 0,05$). Nilai aktivitas air dipengaruhi oleh oksidasi lemak oleh adanya aktivitas katalis logam sebagai katalis oksidasi lemak. Peningkatan kadar air menyebabkan dendeng analog semakin berpotensi tercemar dan terdegradasi enzimatis oleh mikroorganisme (Hamida, 2010). Kuo dan Chu (2003) menambahkan bahwa peningkatan A_w selalu seiring dengan penurunan kadar lemak; dan menurut Heriwati (2008), aktivitas air sangat berkaitan dengan kadar air sehingga meningkatkan peluang mikroba tumbuh.

Pengujian ALT dilakukan untuk mengukur jumlah koloni mikroorganisme pada produk dendeng analog. Pengenceran sampel dilakukan dan dilanjutkan dengan metode *pour plate* (Harigan, 1998). Hasil uji statistik *two way* Anova (Tabel 4) menunjukkan bahwa selama penyimpanan 4 minggu, jumlah ALT meningkat signifikan ($p < 0,05$). Standar Nasional Indonesia (SNI) 7388:2009, menetapkan batas cemaran mikroba pada produk dendeng adalah 5 log koloni/g, oleh sebab itu penyimpanan minggu ke-3 dan ke-4 dianggap sudah terkontaminasi mikrobiologis dan tidak masuk standar persyaratan mutu (BSN, 2009). Hal ini dibuktikan juga dengan adanya pertumbuhan kapang pada minggu ke-3 dan ke-4.

Berdasarkan parameter-parameter uji (bilangan asam, bilangan TBA, kadar air, a_w , kadar lemak, dan ALT) yang seluruhnya hasil analisisnya dapat dilihat pada Tabel 4, serta persyaratan SNI 01-2908-1992 (Tabel 2) (BSN^b, 1992) dan SNI 7388:2009 (BSN^a, 1992) yang menetapkan batas mikroba produk dendeng adalah sebesar 5 log koloni/g (BSN, 2009), maka penyimpanan selama minggu ke-2 ditentukan sebagai waktu penyimpanan maksimal untuk produk dendeng analog. Selama penyimpanan 2 minggu, dendeng analog mengandung

bilangan asam 0,94 mg KOH/g; bilangan peroksida 2,61 meq peroksida/kg, lemak 5,01%, A_w 0,64%, ALT 4,9 log koloni/g, serta tidak berbau tengik.

KESIMPULAN

Pembuatan dendeng analog jamur tiram dan kacang merah dengan rasio 75:25 dan lama pengeringan selama 8 jam mampu menghasilkan dendeng analog terbaik yang sesuai dengan persyaratan SNI 01-2908-1992. Dendeng analog terpilih menghasilkan kadar air 4,85%, protein 15,04%, lemak 7,43%, abu, 0,84%, karbohidrat 72,09%, A_w 0,43, dan *hardness* 1317,49 gf. Secara organoleptik hedonik, dendeng analog menyerupai dendeng sapi komersil, namun masih belum dapat menyetarai rasa dendeng sapi komersil, yakni nilai warna 5,37, aroma 5,40, rasa 4,83, kekerasan 5,17, keseluruhan 5,47. Seluruh parameter menyatakan dendeng analog dapat diterima panelis.

Dendeng analog jamur tiram - kacang merah dapat disimpan maksimal 2 minggu agar masih memenuhi persyaratan mutu batas cemaran mikroba dan layak dikonsumsi, yakni dengan nilai ALT 4,9 log koloni/g, kadar air 11, 4%, bilangan asam 0,94 mg KOH/g, bilangan peroksida 2,61 meq peroksida/kg, lemak 5,01%, bilangan TBA 0,41 mg malonaldehida, dan A_w 0,64.

DAFTAR PUSTAKA

- Adawyah, R. 2007. Pengolahan dan Pengawetan Ikan. Jakarta : PT Bumi Aksara.
- Ainurohmah. 2012. Pengaruh persentase gula aren terhadap mutu dendeng giling jamur tiram. Teknologi Hasil Pertanian, Semarang, Indonesia : Universitas Negeri Semarang. Skripsi.
- Airlangga, D., Suryaningsih, L., dan Rachmawan, O. 2016. Pengaruh metode pengeringan terhadap mutu fisik dendeng giling ayam broiler. Student e-jurnal 5 (4) : 1-13.
- Alex, M. 2011. Untung Besar Budi Daya Aneka Jamur. Yogyakarta : Pustaka Baru Press.
- Anggraeni, D., dan Sulandari, L. 2016. Pengaruh jenis dan jumlah *puree* kacang-kacangan terhadap sifat organoleptik dendeng jamur (*Pleurotus ostreatus*). E-Journal Boga 5 (1) : 124-133.
- Apriyanto, A., Fardiaz, D., Puspitasari, N.L., Sedanmawati, dan Budiyanto, S. 1989. Petunjuk Analisis Pangan. Bogor : Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi PAU dan Gizi Institut Pertanian Bogor.
- Apte, A. 2010. Supply Chain Networks for Perishable and essential commodities: design and vulnerabilities. Journal of Operations and Supply Chain Management 3 (2) : 26-43.
- Ashriyyah, A. 2015. Eksperimen pembuatan dendeng giling jamur tiram (*Pleurotus ostreatus*) substitusi ikan lele. Teknologi Hasil Pertanian, Semarang, Indonesia : Universitas Negeri Semarang. Skripsi.

- Association of Official Analytical Chemistry (AOAC). 1997. Official Method of Peroxide Value of Oils and Fats. AOAC Madison : AOAC International.
- Association of Official Analytical Chemist (AOAC). 2005. Official Methods of Analysis of Water Content. AOAC International. Madison: AOAC International.
- Astawan, M. 2009. Sehat Dengan Hidangan Kacang dan Biji-bijian. Jakarta : Penebar Swadaya.
- Badan Standar Nasional (BSN)^a. 1992. SNI 01-2891-1992: Cara Uji Makanan dan Minuman. Jakarta : Badan Standar Nasional.
- Badan Standar Nasional (BSN)^b. 1992. SNI 01-2908-1992: Dendeng Sapi. Jakarta : Badan Standar Nasional.
- Badan Standar Nasional (BSN). 2000. SNI 01-6366-2000: Daging Segar. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standar Nasional (BSN). 2009. SNI 7388:2009: Batas Cemar Mikroba Dalam Bahan Pangan. Jakarta : Badan Standar Nasional.
- Departemen Kesehatan RI. 1992. Daftar Komposisi Bahan Makanan. Jakarta : Departemen kesehatan.
- Departemen Kesehatan RI. 1995. Daftar Komposisi Zat Gizi Pangan Indonesia. Jakarta : Departemen Kesehatan RI, Indonesia, Departemen Kesehatan, Direktorat Jenderal Pembinaan Kesehatan Masyarakat Daftar Komposisi Zat Gizi Pangan Indonesia.
- Djarajah, N.M., dan Djarajah, A.S. 2001. Jamur Tiram : Pembibitan, Pemeliharaan, dan Pengendalian Hama Penyakit. Yogyakarta : Kanisius.
- Evanuarini, Herly, dan Huda. 2011. Quality of dendeng giling on different sugar addition. Jurnal Ilmu-ilmu Peternakan 21 (2) : 7-10.
- Farakos, S.M.S., Frank, J.F., dan Schaffner, D.W. 2013. Modeling the influence of temperature, water activity and water mobility on the persistence of *Salmonella* in low-moisture foods. International Journal of Food Microbiology 166 : 280-293.
- Febrianingsih, F., Hafid, H., dan Indi, A. 2016. Kualitas organoleptik dendeng sapi yang diberi gula merah dengan level berbeda. Jurnal Ilmu dan Teknologi Peternakan Tropis 3 (2) : 11-15.
- Ganderman, G. 2002. Lipids In Muscles and Adipose Tissues, Changes During Processing and Sensory Properties of Meat Products. Journal of Meat Science 62 : 309-321.
- Hadipernata, M.R.R., dan Widaningrum. 2006. Pengaruh suhu pengeringan pada teknologi far infrared (IR) terhadap mutu jamur merang kering (*Volvariella volvociae*). Bulletin Teknologi Pascapanen Pertanian 2 (2) : 62-69.
- Hamida, E. 2010. Oksidasi lemak pada dendeng kering oven selama penyimpanan yang diuji setelah mengalami penggorengan. Teknologi Pangan, Bogor, Indonesia : Institut Pertanian Bogor. Skripsi.
- Harigan, W.F. 1998. Laboratory Methods in Food Microorganisms 3rd ed. San Diego : Academic Press.
- Heinerman, J. 2003. Khasiat Kedelai Bagi Kesehatan. Jakarta : Prestasi Pustaka.

- Herawati, H. 2008. Penentuan umur simpan pada produk pangan. *Jurnal Litbang Pertanian* 27 (4) : 124-130.
- Hermanto, S., Muawanah, A., dan Wardhani, P. 2010. Analisis tingkat kerusakan lemak nabati dan lemak hewani akibat proses pemanasan. *Jurnal Valensi* 1 (6) : 262-268.
- Ketaren, S. 2005. Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan. Jakarta : Universitas Indonesia Press.
- Kuo, C.C., and Chu, C.Y. 2003. Quality characteristics of Chinese sausages made from PSE pork. *Journal Meat Science* 64 (4) : 441-449.
- Lawless, H.T., and Heymann, H. 2010. *Sensory Evaluation of Food : Principle and Practices*. New York : Springer.
- Lorenzo, J.M., Purrinos, L., Temperan, S., Bermudez, R., Tallon, S., and Franco, D. 2011. Physicochemical and nutritional composition of dry-cured duck breast poult. *Journal Science* 90 : 931-940.
- Nuraidah. 2013. Studi pembuatan daging tiruan dari kacang merah (*Phaseolus vulgaris* L.). *Teknologi Pangan, Makassar, Indonesia : Universitas Hasanudin*. Skripsi
- Purnamasari, E., Munawarah, D.S., dan Ziam, S.I. 2013. Mutu kimia dendeng semi basah daging ayam yang direndam jus daun sirih (*Piper bettle* L.) dengan konsentrasi dan lama perendaman berbeda. *Jurnal Peternakan* 10 (1) : 9-17.
- Purnomo, H. 1996. *Dasar-dasar Pengolahan dan Pengawetan Daging*. Jakarta : PT Gramedia Widiasarana.
- Putro, B.E. 2006. *Membuat Dendeng Rendah Kolestrol dari Jantung Pisang*. Depok : Agromedia Pustaka, Depok.
- Rusmianto. 2007. penambahan isolat protein kedelai pada pembuatan dendeng jantung pisang batu (*Musa brachycarpa Back*). *Teknologi Pangan, Bogor, Indonesia : Institut Pertanian Bogor*. Skripsi.
- Sandi, R. 2015. pengaruh rasio kacang merah/air dan jumlah starter terhadap sifat fisiokimia dan fungsional yoghurt kacang merah (*Phaseolus vulgaris* L.). *Teknologi Pangan, Bogor, Indonesia : Institut Pertanian Bogor*. Skripsi.
- Sani, M. 2001. Upaya pengolahan ikan patin (*Pangasius pangasius*) sebagai bahan baku ikan asin jambal roti. *Teknologi Pangan, Bogor, Indonesia : Institut Pertanian Bogor*. Skripsi.
- Siddiq M., Ravi R., Harte J.B., and Dolan K.D. 2010. Physical and fuctional characteristics of selected dry bean (*Phaseolus vulgris* L.) flours. *Food Science and Technology* 42 : 232-237.
- Syarif, R. dan Halid, H. 1993. *Teknologi penyimpanan pangan*. Jakarta : Penerbit Arcan.
- Tarladgis, B.G.B.M., Watts, M.T.Y., and Duggan, L.R. 1960. A destillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods. *Journal of American Oil Chemstry Society* 37 : 44-48.
- Tjokrokusumo, D. 2008. Jamur tiram (*Pleurotus ostreatus*) untuk meningkatkan ketahanan pangan dan rehabilitasi lingkungan. *Jurnal Rekayasa Lingkungan* 4 (1) : 53-62.

-
- Trilaksani, W. 2003. Jenis, sumber, mekanisme kerja antioksidan dan peran terhadap kesehatan. *Teknologi Pangan*, Bogor, Indonesia : Institut Pertanian Bogor. Skripsi.
- Widyastuti, N., Tjokrokusumo, D., dan Giarni, R. 2015. Pasca panen jamur tiram putih (*Pleurotus* sp.) dengan teknik pengeringan oven. *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversivitas Indonesia* 1 (7) : 1693-1697.
- Winarno, F.G., Fardiaz, S., dan Fardiaz, D. 1980. *Pengantar Teknologi Pangan*. Jakarta : PT Gramedia Pustaka Utama.
- Winarno, F. G. 1997. *Kimia pangan dan gizi*. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama.
- Yanti, H., Hidayati, dan Elfawati. 2008. Kualitas daging sapi dengan kemasan plastik PE (*Polyethylene*) dan plastik PP (*Polypropylene*) di pasar Arengka kota Pekanbaru. *Jurnal Peternakan* 5 (1) : 22-27.
- Yusniardi, E., Kanetro, B., dan Slamet, A. 2010. Pengaruh jumlah lemak terhadap sifat fisik dan kesukaan *meat analog* protein kecambah kacang tunggak (*V. unguiculata*). *Agritech* 30 (3) : 148-151.

UJI AKTIVITAS ANTIOKSIDAN EKSTRAK BIJI DAN KULIT BUAH MELINJO (*Gnetum gnemon* L.)

[ANTIOXIDANT ACTIVITY OF MELINJO SEEDS AND SKIN EXTRACTS (*Gnetum gnemon* L.)]

Dela Rosa^{1*}, Michelle A. Yuswandi¹, Tagor Marsillam Siregar², Marcelia Sugata³, dan Ernestine Arianditha¹

¹Program Studi Farmasi, Universitas Pelita Harapan
Jl. M.H.Thamrin Boulevard, Tangerang 15811, Banten

²Program Studi Teknologi Pangan, Universitas Pelita Harapan
Jl. M.H.Thamrin Boulevard, Tangerang 15811, Banten

³Program Studi Biologi, Universitas Pelita Harapan
Jl. M.H.Thamrin Boulevard, Tangerang 15811, Banten

*Korespondensi penulis : dela.rosa@uph.edu

ABSTRACT

*Melinjo (*Gnetum gnemon* L.), widely cultivated in Southeast Asia, is known to have many phenolic and flavonoid compounds which have antioxidant activity. Antioxidants such as phenolic and flavonoids have photoprotective capabilities because they can help inhibit the formation of free radicals. In this research, the antioxidant activities of seed and fruit skin of melinjo are compared and the active compound are identified. For this purpose, seed and fruit skin of melinjo were extracted using various solvents, such as hexane, ethyl acetate, and ethanol. Antioxidant activity test using DPPH, total flavonoid, and total phenolic content were tested for each fraction. The result showed that ethanol fraction of melinjo seed has the best antioxidant activity both for the seed and the skin. IC_{50} for ethanol fraction from fruit skin is 440.58 ± 40.89 ppm with total flavonoid and phenolic content are 145.00 ± 23.79 QE/ g extract dan 32.31 ± 4.03 mg QE/ g extract. Meanwhile IC_{50} for ethanol fraction from seed is 424.78 ± 10.30 ppm with total flavonoid and phenolic content is 172.57 ± 18.01 mg QE/ g extract dan 32.31 ± 4.03 mg QE/ g extract. Since the fractions of the extracts of melinjo seed and fruit skin that show the most antioxidant activities also have high flavonoid and phenolic contents, it can be concluded that the active compounds in those extracts are from the flavonoid and phenolic compound groups.*

Key words: antioxidant, flavonoid, melinjo, phenolic

ABSTRAK

Melinjo (*Gnetum gnemon* L.) merupakan tanaman yang dibudidayakan secara luas di Asia Tenggara dan diketahui memiliki banyak senyawa fenol dan flavonoid sehingga berpotensi sebagai antioksidan. Antioksidan seperti fenolik dan flavonoid memiliki kemampuan fotoprotektif karena dapat menyerap sinar UV, membantu menghambat pembentukan radikal bebas. Tujuan penelitian ini adalah membandingkan aktivitas antioksidan dari biji dan kulit melinjo serta mengidentifikasi zat aktifnya. Untuk itu biji dan kulit melinjo diekstraksi menggunakan berbagai pelarut, seperti heksana, etil asetat, etanol. Pada setiap fraksi dilakukan uji aktivitas antioksidan menggunakan metode DPPH serta uji kandungan total flavonoid dan total fenolik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa fraksi etanol untuk biji dan kulit melinjo memiliki aktivitas antioksidan terbaik. Aktivitas antioksidan terbaik dimiliki fraksi etanol kulit buah (IC_{50} $440,58 \pm 40,89$ ppm) dengan kandungan

total flavonoid dan fenolik sebesar $145,00 \pm 23,79$ QE/ g ekstrak dan $32,31 \pm 4,03$ mg QE/ g ekstrak dan fraksi etanol biji (IC_{50} $424,78 \pm 10,30$ ppm) dengan kandungan total flavonoid dan fenolik sebesar $172,57 \pm 18,01$ mg QE/ g ekstrak dan $32,31 \pm 4,03$ mg QE/ g ekstrak. Karena fraksi ekstrak kulit buah dan biji melinjo yang menunjukkan aktivitas antioksidan paling tinggi juga mempunyai kandungan flavonoid dan fenolik yang besar, maka dapat disimpulkan bahwa zat aktif antioksidan dalam ekstrak tersebut tergolong senyawa flavonoid dan fenolik.

Kata kunci : antioksidan, fenolik, flavonoid, melinjo

PENDAHULUAN

Melinjo (*Gnetum gnemon* L.) yang termasuk dalam famili Gnetaceae merupakan tanaman yang dibudidayakan secara luas di Asia Tenggara, termasuk Indonesia (Siswoyo, 2004; Manner dan Elevitch, 2006; Kato *et al.*, 2009). Buah dan daun muda dari tanaman melinjo sering dimanfaatkan menjadi produk pangan tradisional bagi masyarakat Indonesia seperti dijadikan sebagai sayur asem maupun sebagai emping. Penelitian yang telah dilakukan terhadap bagian-bagian dari tanaman melinjo menunjukkan adanya kandungan senyawa stilbenoid yang merupakan turunan dari senyawa fenolik. Ekstrak biji melinjo diketahui mengandung stilbenoid yang meliputi resveratrol, gnemonosida A, gnemonosida D, gnetin C, gnemonosida C dan gnetin L (Kato *et al.*, 2009). Senyawa resveratrol, gnetol dan isorhapontigenin memiliki kemampuan sebagai antioksidan (Iliya *et al.*, 2003; Atun *et al.*, 2007; He dan Yan, 2013). Ekstrak etanol dari kulit melinjo merah diketahui memiliki kandungan fenolik

dan juga menunjukkan adanya aktivitas antioksidan (Cornelia *et al.*, 2009).

Antioksidan adalah senyawa yang dapat menetralkan radikal bebas yang tidak stabil sehingga dapat menghambat proses stress oksidatif. Mekanisme fenolik dan flavonoid sebagai antioksidan salah satunya adalah menangkap (*scavange*) radikal bebas. Penangkapan radikal bebas oleh senyawa fenolik dan flavonoid dipengaruhi oleh potensi reduksi dan energi disosiasi ikatan antara oksigen dan hidrogen pada fitokimia (Gutowski dan Kowalczyk, 2013). Antioksidan seperti fenolik dan flavonoid memiliki kemampuan fotoprotektif karena dapat menyerap sinar UV dan membantu antioksidan natural tubuh untuk menghambat pembentukan radikal bebas oleh sinar UV (Gonzales *et al.*, 2008).

Penelitian ini bertujuan untuk menguji dan membandingkan aktivitas antioksidan antara kulit buah melinjo dan biji melinjo dengan membandingkan konsentrasi penghambatannya (IC_{50}) dan juga membandingkan kandungan senyawa

flavonoid dan fenolik yang terdapat dikeduanya.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah biji dan kulit buah melinjo (*Gnetum gnemon L.*), etanol absolut (Smartlab), heksana (Smartlab), etil asetat (Smartlab), DPPH (Merck), Folin-Ciocalteu 10% (Merck), natrium karbonat (Na_2CO_3) 7,5%, natrium nitrit (NaNO_2) 5,0%, aluminium klorida (AlCl_3) 10%, dan natrium hidroksida (NaOH) 1M, asam galat (Merck), Quercetin (Sigma Aldrich).

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat - alat gelas, *freeze dryer* (Chris martin), sentrifugator (Hettich), *rotary evaporator* (BUCHI R-210), vortex (Thermolyne), spektrofotometer UV-Vis (Hitachi U-1800).

Metode Penelitian

Ekstraksi dan Fraksinasi Biji dan Kulit Buah melinjo

Ekstraksi dan fraksinasi biji dan kulit buah melinjo dilakukan dengan menggunakan metode Bakar (2015) yang dimodifikasi. Potongan biji atau kulit melinjo dikeringkan menggunakan *freeze dryer* dan digiling hingga berbentuk serbuk. Sebanyak 100 gram serbuk biji/kulit dimaserasi dalam

200 ml etanol absolut selama 24 jam pada suhu ruangan. Hasil maserasi disaring dan filtrat disentrifugasi pada 5.000 rpm selama 15 menit. Setelah itu, supernatan dipekatkan menggunakan *rotary evaporator* pada suhu 40°C, 50 rpm. Sedangkan, ekstraksi bertahap diawali dengan maserasi menggunakan pelarut nonpolar (heksana), semipolar (etil asetat), hingga polar (etanol). Ketiga fraksi yang didapat masing-masing dipekatkan menggunakan *rotary evaporator* pada suhu 40°C, 50 rpm. Fraksi-fraksi yang didapat akan digunakan untuk uji selanjutnya.

Uji Aktivitas Antioksidan dengan Metode DPPH

Metode yang dikembangkan oleh Soubir (2007) digunakan dalam penelitian ini untuk menguji aktivitas antioksidan dengan menggunakan DPPH. Larutan ekstrak *crude* (10.000 ppm) didilusi menjadi beberapa konsentrasi berbeda. Sampel dibuat dari larutan DPPH 0,17 mM dan larutan ekstrak dengan perbandingan 5:4. Kontrol dibuat dengan cara yang sama, tetapi ekstrak diganti dengan etanol absolut. Blanko yang digunakan adalah etanol absolut. Campuran divorteks dan diinkubasi pada ruangan gelap selama 30 menit. Campuran divorteks lagi sebelum dilakukan penghitungan absorbansi pada 517 nm. Aktivitas antioksidan dinyatakan dalam persentase penangkapan

DPPH. Selanjutnya, dilakukan penghitungan IC_{50} .

Uji Kandungan Fenolik Total Ekstrak Biji dan Kulit Buah Melinjo dengan Metode Folin-Ciocalteu

Skergt *et al.* (2005) menjadi acuan dalam penelitian ini untuk melakukan pengujian kandungan fenolik total dengan menggunakan Folin-Ciocalteu. Larutan ekstrak sebanyak 250 μ l (1.000 ppm) ditambah dengan 625 μ l Folin-Ciocalteu 10% lalu diinkubasi delapan menit, dan ditambah dengan 625 μ l Na_2CO_3 7,5%. Setelah diinkubasi selama satu jam pada suhu 45°C, absorbansi campuran diukur pada 765 nm. Kandungan fenolik total (TPC) dihitung berdasarkan kurva standar absorbansi asam galat.

Uji Kandungan Flavonoid Total Ekstrak Biji dan Kulit Buah Melinjo

Metode pengujian flavonoid total dalam penelitian ini mengikuti metode yang digunakan oleh Kamtekar *et al.* (2014). Sebanyak 417 μ l larutan ekstrak (1.000 ppm.) dan 125 μ l $NaNO_2$ 5 % dicampur lalu diinkubasi pada suhu ruangan selama lima menit. Selanjutnya, campuran ditambah dengan 125 μ l $AlCl_3$ 10 % dan 833 μ l $NaOH$ 1 M dan diinkubasi selama 15 menit pada suhu ruangan. Absorbansi diukur pada panjang gelombang 510 nm. Kandungan

flavonoid total (TFC) dihitung berdasarkan kurva standar absorbansi kuersetin.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Aktivitas Antioksidan dengan Metode DPPH

Pada penelitian ini, aktivitas antioksidan dari sampel diuji menggunakan metode DPPH. Jika terdapat aktivitas antioksidan, radikal bebas dapat dinetralkan dengan cara mereduksi DPPH sehingga terjadi penurunan nilai absorbansi DPPH pada panjang gelombang 517 nm (Tirzitis and Bartosz, 2010). Konsentrasi sampel yang dapat menangkap 50% DPPH dinyatakan sebagai IC_{50} aktivitas antioksidan. Nilai IC_{50} yang semakin rendah menunjukkan aktivitas antioksidan yang semakin tinggi. Nilai IC_{50} dapat digunakan untuk penggolongan antioksidan. Sampel tergolong antioksidan sangat kuat jika nilai $IC_{50} < 50$ ppm, kuat jika IC_{50} berada pada rentang 50 – 100 ppm, sedang jika IC_{50} berkisar antara 100 – 150 ppm, lemah jika IC_{50} 150 – 200 ppm, sangat lemah jika IC_{50} lebih besar dari 200 ppm, dan bukan antioksidan jika IC_{50} lebih dari 2000 ppm (Agustini *et al.*, 2015). Hasil uji aktivitas antioksidan dari sampel biji dan kulit melinjo dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai IC₅₀ aktivitas antioksidan dari berbagai fraksi kulit buah dan biji melinjo

Sampel	Fraksi	IC ₅₀ aktivitas antioksidan (ppm)
Kulit	Etanol	440,58 ± 40,89
	Etil asetat	550,95 ± 2,08
	Heksan	860,08 ± 49,59
Biji	Etanol	424,78 ± 10,30
	Etil asetat	1323,79 ± 145,51
	Heksan	634,65 ± 34,42

Uji kandungan flavonoid dan fenolik total dari ekstrak biji dan kulit buah melinjo

Senyawa fenolik dapat bereaksi reagen Folin-Ciocalteu dan menghasilkan kompleks kromofor biru dalam suasana basa. Kandungan fenolik total (TPC) ditentukan dengan mengukur absorbansi pada panjang gelombang 765 nm (Blainski *et al.*, 2013). Kandungan flavonoid total (TFC) ditentukan dengan aluminium klorida (AlCl₃) (Kamtekar *et al.*, 2014). Aluminium klorida bereaksi dengan gugus keto dan hidroksil pada flavonoid yang menghasilkan kompleks berwarna merah ketika ditambah dengan NaOH dan NaNO₂. Absorbansi senyawa kompleks diukur pada panjang gelombang 510 nm (Jaiswal and Abu-Ghannam, 2013). Hasil uji TPC dan TFC dari sampel kulit dan biji melinjo dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kandungan flavonoid dan fenolik total berbagai fraksi kulit buah dan biji melinjo

Fraksi	Total	
	Total Flavonoid (mg QE/ g ekstrak)	Total Fenolik (mg GAE /g ekstrak)
Kulit	Etanol	145,00 ± 23,79
	Etil asetat	128,86 ± 41,65
	Heksan	144,23 ± 15,72
Biji	Etanol	172,57 ± 18,01
	Etil asetat	39,69 ± 10,49
	Heksan	0

Terlihat dari Tabel 1 bahwa fraksi etanol baik dari kulit buah maupun dari biji memiliki IC₅₀ terendah yang menunjukkan kemampuan antioksidan paling baik dibanding fraksi lainnya. Aktivitas antioksidan ini diperkuat dengan data Tabel 2 yang menunjukkan kandungan senyawa fenol dan flavonoid yang terbanyak adalah di fraksi etanol kuli buah dan biji, sehingga terlihat bahwa aktivitas antioksidan yang dihasilkan oleh kulit buah dan biji melinjo merupakan senyawa-senyawa fenol dan flavonoid yang memiliki kepolaran yang sedang sampai polar (Pittella *et al.*, 2009).

KESIMPULAN

Hasil perbandingan aktivitas antioksidan pada biji dan kulit buah melinjo, menunjukkan bahwa pada kedua bagian melinjo tersebut aktivitas antioksidan terbaik didapatkan dalam fraksi etanolnya. Fraksi

etanol kulit buah dan biji melinjo menunjukkan aktivitas antioksidan tertinggi dengan IC₅₀ masing-masing sebesar 440,58 ± 40,89 ppm dan 424,78 ± 10,30 ppm. Dengan demikian terlihat bahwa aktivitas antioksidan fraksi etanol biji melinjo sedikit lebih baik daripada fraksi etanol kulit buahnya.

Aktivitas antioksidan fraksi etanol di kulit buah dan biji melinjo ternyata bersesuaian dengan tingginya nilai TPC, yaitu 27,43 ± 4,69 mg GAE/g ekstrak kulit buah dan 145,00 ± 23,79 mg GAE/g ekstrak biji. Nilai TFC dari fraksi etanol kulit buah (145,00 ± 23,79 mg QE/ g ekstrak) dan biji melinjo (172,57 ± 18,01 mg QE/ g ekstrak) juga ternyata cukup tinggi. Dengan membandingkan kandungan flavonoid (TFC) dan fenolik (TPC) dari kulit buah dan biji melinjo terhadap aktivitas antioksidannya terlihat bahwa senyawa aktif antioksidan dalam fraksi etanol ekstrak tersebut kemungkinan besar merupakan senyawa flavonoid dan fenolik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada LPPM UPH yang telah bersedia mendanai penelitian ini (435/LPPM-UPH/XII/2018), juga kepada pihak Laboratorium Biologi, Laboratorium Kimia, Laboratorium *Quality Control* UPH yang telah menyediakan tempat dan fasilitas dalam melakukan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustini, T. W., Suzery, M., Sutrisnanto, D., Ma'ruf, F. W., and Hadiyanto. 2015. Comparative study of bioactive substances extracted from fresh and dried *Spirulina* sp. *Procedia Environmental Sciences* 23: 282-289.
- Atun, S., Arianingrum R., and Masatake, N. 2007. Some phenolic compounds from stem bark of Melinjo (*Gnetum gnemon*) and their activity test as antioxidant and uv-b protection. *Proceeding JSChem-ITB-UKM*, p 1-4. Bandung, Indonesia: Jurusan Kimia, FMIPA, ITB dan Program Pengajian Sains Kimia dan Teknologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Bakar, M. F. A., Karim, F. A., and Perisamy, E. 2015. Comparison of phytochemicals and antioxidant properties of different fruit parts of selected *Artocarpus* species from Sabah, Malaysia. *Sains Malaysiana* 44 (3): 355 – 363.
- Blainski, A., Lopes, G. C., and Palazzo de Mello, J. C. 2013. Application and analysis of the folin ciocalteu method for the determination of the total phenolic content from *Limonium brasiliense* L. *Molecules* 18: 6852-6865.
- Briganti, S., Camera, E., and Picardo, M. 2003. Chemical and instrumental approaches to treat hyperpigmentation. *Pigment Cell Research* 16(2):101-10.
- Gonzales, S., Lorente, M. F., and Calzada, Y. G. 2008. The latest on skin photoprotection. *Clinics in Dermatology* 26: 614-626.
- Gutowski, M. and Kowalczyk, S. 2013. A study of free radical chemistry: their role and pathophysiological significance. *Acta Biochimica Polonica* 60: 1-16.

- He, S. and Yan, X. 2013. From resveratrol to its derivatives: new sources of natural antioxidant. *Current Medicinal Chemistry* 20(8): 1005-1017.
- Iliya, I., Ali, Z., Tanaka, T., Inuma, M., Furusawa, M., Nakaya, K., Murata, J., Darnaedi, D., Matsuura, N., and Ubukata, M. 2003. Stilbenes derivatives from *Gnetum gnemon* Linn. *Phytochemistry* 62: 601-606.
- Jaiswal, A. K. and Abu-Ghannam, N. 2013. Degradation kinetic modelling of color, texture, polyphenols and antioxidant capacity of New York cabbage after microwave processing. *Food Research International* 53: 125-133.
- Kamtekar, S., Keer, V., and Patil, V. 2014. Estimation of phenolic content, flavonoid content, antioxidant and alpha amylase inhibitory activity of marketed polyherbal formulation. *Journal of Applied Pharmaceutical Science* 4:061-065.
- Kato, E., Yuji, T., and Fujio, S. 2009. Stilbenoids isolated from the seeds of Melinjo (*Gnetum gnemon* L.) and their biological activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 57: 2544-2549.
- Manner, H.I. and Elevitch, C.R. 2006. "*Gnetum gnemon* (*gnetum*)". *Agroforestry online*. Downloaded from <https://agroforestry.org/images/pdfs/Gnetum-gnetum.pdf> on 04/04/2020.
- Pittella, F., Dutra, R. C., Junior, D. D., Lopes, M. T. P., and Barbosa, N. R. 2009. Antioxidant and cytotoxic activities of *Centella asiatica* (L) Urb. *International Journal of Molecular Sciences* 10: 3713-3721.
- Siregar, T. M., Cornelia, M., Ermiziar, T., and Raskita, S. 2009. Antioxidant activity, carotenoid and vitamin c content of Melinjo peels (*Gnetum gnemon* L). *Proceeding National Seminar of The Indonesia Association of Food Technologists (PATPI)*, p. 289-292. Jakarta, Indonesia: The Indonesia Association of Food Technologists.
- Siswoyo, T.A. 2004. Physicochemical characteristics of Melinjo (*Gnetum gnemon*) starch-lipid. *Jurnal Ilmu Dasar* 5(2): 97-102.
- Skergt, M., Kotnik, P., Hadolin, M., Hras, A.R., Sinmonic, M., and Knez, Z. 2005. Phenols, proanthocyanidins, flavones and flavonols in some plant materials and their antioxidant activities. *Food Chemistry* 89:191-198.
- Soubir, T. 2007. Antioxidant activities of some local Bangladesh fruits (*Artocarpus heterophyllus*, *Annona squamosa*, *Terminalia bellirica*, *Syzygium samarangense*, *Averrhoa carambola* and *Olea Europa*). *Chinese Journal of Biotechnology* 23: 257 - 261.
- Tirzitis, G. and Bartosz, G. 2010. Determination of antiradical and antioxidant activity: basic principles and new insights. *Acta Biochimica Polonica* 57: 139-142.