

Pengaruh Suplementasi Ikan Teri (*Stolephorus sp.*) terhadap Kandungan Omega-3 dan Omega-6 pada Telur dan Daging Ayam Ras Hisex Brown
[The Effect of Anchovy Fish (*Stolephorus sp.*) Supplementation on the Content of Omega-3 and Omega-6 in Hisex Brown Chicken Egg and Meat]

Karakteristik Fisikokimia dan Sensori Mi Analog Berbasis Singkong dengan Penambahan Karagenan
[Physicochemical and Sensory Characteristics of Cassava Based Noodle Analogue with Carrageenan Addition]

Pengujian Aktivitas Antijamur *Bacillus amyloliquefaciens* Strain N1
[Assessment on Antifungal Activity of *Bacillus amyloliquefaciens* Strain N1]

Karakteristik Fisikokimia Kombucha Daun Pegagan (*Centella asiatica* (L.) Urban) dengan Penambahan Madu
[Physicochemical Characteristics of Kombucha from Gotu Kola Leaves (*Centella asiatica* (L.) Urban) with Honey Addition]

Karakteristik Fisikokimia Teh Hitam Herbal Daun Jambu Biji yang Ditambahkan dengan Sari Jeruk Nipis dan *Eucalyptus globulus*
[Physicochemical Characteristics of Guava Leaf Herbal Tea Added with Lime Juice and *Eucalyptus globulus*]

Pemanfaatan Tepung Cangkang Telur dalam Pembuatan Flakes
[The Utilization of Eggshell Flour in The Making of Flakes]

Diterbitkan Oleh Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Pelita Harapan

EDITORIAL TEAM

Pimpinan Redaksi [*Editor in Chief*]

1. Mrs. Melanie Cornelia, Prof. Dr.

Wakil Pimpinan Redaksi [*Vice Editor in Chief*]

1. Mrs. Julinda E. F. Pangaribuan, M.T.

Dewan Redaksi [*Editorial Board*]

1. Mr. Manlian Ronald A. Simanjuntak, Prof. Dr.
2. Mr. Wiryanto Dewobroto, Prof. Dr.
3. Mrs. Nuri Arum Anugrahati, Dr.
4. Mr. Kie Van Ivanky Saputra, Dr.
5. Mr. Henri Putra Uranus, Dr.
6. Mr. Azis Boing Sitanggang, Dr.
7. Mr. Satya Nugroho, Dr.
8. Mrs. Amalia Suzianti, Dr.

Staff Redaksi [*Editorial Staff*]

1. Mr. Gracio A. Rhizma, M.T.
2. Mrs. Marcelia Sugata, M.Sc.
3. Mr. Raphael Dimas Tri Nugroho, S.T.P.

Administrasi dan Keuangan [*Administration and Finance*]

1. Mrs. Sabrina K Whardhani, S.Si.
2. Mrs. Adelia Lorenza Br. Peranginangin, S.Pd.

DAFTAR ISI

1. Pengaruh Suplementasi Ikan Teri (*Stolephorus* sp.) terhadap Kandungan Omega-3 dan Omega-6 pada Telur dan Daging Ayam Ras Hisex Brown [The Effect of Anchovy Fish (*Stolephorus* sp.) Supplementation on the Content of Omega-3 and Omega-6 in Hisex Brown Chicken Egg and Meat]. Oleh: Marcelia Sugata, Callista Levina Wahyudi, Erlangga Anantha Kodrat, Tan Tjie Jan98-106
2. Karakteristik Fisikokimia dan Sensori Mi Analog Berbasis Singkong dengan Penambahan Karagenan [Physicochemical and Sensory Characteristics of Cassava Based Noodle Analogue with Carrageenan Addition]. Oleh: Hardoko, Delicia Martha, Yuniwaty Halim.107-125
3. Pengujian Aktivitas Antijamur *Bacillus amyloliquefaciens* Strain N1 [Assessment on Antifungal Activity of *Bacillus amyloliquefaciens* Strain N1]. Oleh: Juandy Jo, Sara Thalia Subroto, Hans Victor, Astia Sanjaya.126-133
4. Karakteristik Fisikokimia Kombucha Daun Pegagan (*Centella asiatica* (L.) Urban) dengan Penambahan Madu [Physicochemical Characteristics of Kombucha from Gotu Kala Leaves (*Centella asiatica* (L.) Urban) with Honey Addition]. Oleh: Ratna Handayani, Stefany Indah Pricilia Tjoa, Dela Rosa.134-145
5. Karakteristik Fisikokimia Teh Hitam Herbal Daun Jambu Biji yang Ditambahkan dengan Sari Jeruk Nipis dan *Eucalyptus globulus* [Physicochemical Characteristics of Guava Leaf Herbal Tea Added with Lime Juice and *Eucalyptus globulus*]. Oleh: Yuniwaty Halim, Fellia Evelyn, Dela Rosa.146-161
6. Pemanfaatan Tepung Cangkang Telur dalam Pembuatan Flakes [The Utilization of Eggshell Flour in the Making of Flakes]. Oleh: Lucia C.Soedirga, Melanie Cornelia, Edwin Hadisurya.162-174

PEDOMAN PENULISAN FaST – Jurnal Sains dan Teknologi

TEMPLATE PENULISAN FaST – Jurnal Sains dan Teknologi

PENGARUH SUPLEMENTASI IKAN TERI (*Stolephorus* sp.) TERHADAP KANDUNGAN OMEGA-3 DAN OMEGA-6 PADA TELUR DAN DAGING AYAM RAS HISEX BROWN

[THE EFFECT OF ANCHOVY FISH (*Stolephorus* sp.) SUPPLEMENTATION ON THE CONTENT OF OMEGA-3 AND OMEGA-6 IN HISEX BROWN CHICKEN EGG AND MEAT]

Marcelia Sugata^{1*}, Callista Levina Wahyudi², Erlangga Anantha Kodrat³, Tan Tjie Jan⁴
^{1,2,3,4}Program Studi Biologi, Universitas Pelita Harapan, Tangerang, Indonesia

*Korespondensi penulis: marcelia.sugata@uph.edu

ABSTRACT

The balance between omega-3 and omega-6 in the body is very important. The ideal omega-6/omega-3 ratio is 4:1 or lower, but modern people's diets with high omega-6/omega-3 ratio increase the risk of various diseases such as cardiovascular disease. To lower this ratio, the increase of omega-3 intake is required. Egg as a source of omega-3 is widely consumed by people. Omega-3 eggs can be increased by providing supplementation of anchovy fish in chicken feed. Therefore, this study aimed to analyse the effect of five-months anchovy (*Stolephorus* sp.) supplementation on the level of omega-3 and omega-6 in Hisex Brown chicken eggs and meat. Laying hens were fed commercial feed which had been added with anchovy powder for five months. Samples of eggs and chicken meat (breast, upper thigh, lower thigh) were taken every 1-2 months, then the oil from the sample was extracted. Analysis of omega-3 and omega-6 content in oil samples was carried out by GC-MS. Based on the results after five months of supplementation, longer supplementation period resulted in higher content of omega-3 (especially docosahexaenoic acid/DHA) and omega-6 (arachidonic acid/ARA) in egg yolks. Compared to the first month, the omega-3 and omega-6 content of eggs in the fifth month increased by 3.5 and 15.5 times, respectively. The content of omega-3 and omega-6 in chicken meat (breast, upper and lower thigh) during supplementation period were fluctuated. However, the omega-6/omega-3 ratios in the chicken breast and upper thighs got lower as the supplementation period lengthened.

Keywords: anchovy; arachidonic acid; chicken meat; docosahexaenoic acid; egg

ABSTRAK

Keseimbangan antara omega-3 dan omega-6 di dalam tubuh sangatlah penting. Rasio omega-6/omega-3 yang ideal adalah 4:1 atau lebih rendah, namun pola makan masyarakat modern memiliki rasio omega-6/omega-3 yang tinggi sehingga meningkatkan risiko berbagai penyakit seperti kardiovaskular. Untuk menurunkan rasio tersebut, dibutuhkan peningkatan asupan omega-3. Telur merupakan salah satu sumber omega-3 yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat. Peningkatan omega-3 telur dapat dilakukan dengan memberikan suplementasi ikan teri pada pakan ayam. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh suplementasi ikan teri (*Stolephorus* sp.) terhadap kandungan omega-3 dan omega-6 pada telur dan daging ayam ras petelur strain Hisex Brown. Ayam petelur diberikan pakan komersil yang telah ditambahkan dengan bubuk ikan teri selama lima bulan. Sampel telur dan daging ayam (dada, paha atas, paha bawah) diambil setiap 1-2 bulan, lalu minyak dari sampel diekstraksi. Analisis kandungan omega-3 dan omega-6 dari sampel minyak dilakukan dengan GC-MS. Berdasarkan hasil yang diperoleh dari lima bulan suplementasi, periode suplementasi yang semakin lama menghasilkan kandungan omega-3 (khususnya *docosahexaenoic*

acid/DHA) dan omega-6 (*arachidonic acid*/ARA) yang semakin tinggi pada kuning telur. Dibandingkan bulan pertama, kandungan omega-3 dan omega-6 telur pada bulan kelima meningkat masing-masing 3,5 dan 15,5 kali lipat. Kandungan omega-3 dan omega-6 pada daging ayam (dada, paha atas dan paha bawah) selama periode suplementasi mengalami fluktuasi. Meskipun demikian, rasio omega-6/omega-3 pada dada dan paha atas semakin rendah seiring dengan periode suplementasi yang semakin lama.

Kata kunci: *arachidonic acid*; daging ayam; *docosahexaenoic acid*; ikan teri; telur

PENDAHULUAN

Omega-3 dan omega-6 merupakan asam lemak esensial yang memiliki berbagai peran penting di dalam tubuh manusia. Omega-3 diketahui dapat menurunkan risiko berbagai jenis penyakit, diantaranya kanker, jantung, dan hipertensi serta mengurangi inflamasi yang berlebihan (Olsen *et al.*, 2008; Mozaffarian & Wu, 2011). Bersama dengan omega-3, omega-6 berperan penting dalam fungsi otak, pertumbuhan dan perkembangan serta pemeliharaan sistem reproduksi. Namun, bertentangan dengan omega-3, omega-6 cenderung meningkatkan aktivitas inflamasi di dalam tubuh (Innes & Calder, 2018).

Keseimbangan antara omega-3 dan omega-6 di dalam tubuh sangatlah penting. Rasio omega-6 dan omega-3 yang ideal adalah 4:1 atau lebih rendah (Meyer *et al.*, 2003). Namun, pola makan masyarakat modern memiliki rasio omega-6/omega-3 yang tinggi, yaitu sekitar 15,0:1 – 16,7:1. Tingginya rasio tersebut mengakibatkan peningkatan aktivitas inflamasi yang kemungkinan dapat menimbulkan berbagai

penyakit, seperti kardiovaskular diabetes, Alzheimer, inflamasi yang berlebihan, serta perkembangan berbagai macam kanker (Simopoulos, 2008).

Untuk menyeimbangkan rasio omega-3 dan omega-6, khususnya pada pola makan masyarakat modern, perlu dilakukan peningkatan asupan omega-3. Penelitian sebelumnya oleh Sugata *et al.* (2020) menunjukkan bahwa penambahan ikan teri pada pakan ayam selama empat minggu dapat meningkatkan kandungan omega-3 pada telur ayam ras *strain* Hisex Brown. Pada penelitian ini, dilakukan analisis pengaruh suplementasi ikan teri terhadap kandungan omega-3 dan omega-6 pada telur dan daging ayam ras petelur *strain* Hisex Brown. Selain itu, suplementasi dilakukan untuk jangka waktu yang lebih lama, yaitu lima bulan. Hal ini dilakukan dengan harapan didapatkan gambaran terkait korelasi antara periode suplementasi dengan kenaikan kandungan omega-3 dan omega-6 pada telur dan daging ayam.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah metanol, klorofom, heksana, akuades, larutan BF₃-MeOH 14% (Merck), larutan standar (*docosahexaenoic acid*/DHA, *eicosapentaenoic acid*/EPA dan *arachidonic acid*/ARA) dari Sigma Aldrich, sodium sulfat anhydrous dan air dimineralisasi.

Alat yang digunakan adalah blender (Philips), gelas beaker (IWAKI), kertas filter WhatmanTM No. 1, labu erlenmeyer (IWAKI), labu ukur (IWAKI), pipet ukur (IWAKI), pipet volumetrik, pipet mikro, tips mikropipet (Mettler Toledo), oven, ampul, *jet torch lighter*, pinset, timbangan digital, neraca analitik, sentrifus, *rotary evaporator*, instrumen gas *chromatography-mass spectrometry* (Agilent Technology), *water bath*, *magnetic stirrer*, corong, tabung reaksi, botol sampel (*vial*) dan kontainer plastik.

Sampel yang digunakan adalah ikan teri (*Stolephorus* sp.) kering yang berasal dari Pasar Sinpasa, Gading Serpong dan ayam ras petelur *strain* Hisex Brown berusia dua bulan dari Rizky Farm di Parung, Bogor.

Metode Penelitian

Suplementasi ikan teri pada pakan ayam

Ikan teri dihaluskan menggunakan blender hingga berbentuk bubuk.

Selanjutnya, sebanyak 10% bubuk ikan teri dicampurkan dengan pakan ayam komersil. Seekor ayam mengonsumsi pakan komersil sebanyak 120 gram per hari. Oleh karena itu, suplementasi dilakukan dengan memberikan 120 gram pakan yang terdiri dari 108 gram pakan komersil dan 12 gram bubuk ikan teri. Suplementasi ikan teri pada pakan ayam dilakukan selama lima bulan. Telur dan daging ayam diambil secara berkala setiap 1-2 bulan untuk dianalisis.

Ekstraksi minyak

Ekstraksi minyak dilakukan dari tiga sampel, yaitu ikan teri, daging ayam dan kuning telur. Ekstraksi minyak ikan teri dan daging ayam dilakukan berdasarkan metode dari Luthfiah, *et al.* (2014). Sebanyak 50 gram sampel dihaluskan menggunakan blender lalu ditambahkan dengan 150 ml larutan metanol-kloroform (2:1). Campuran dihomogenisasi dengan blender selama satu menit. Sebanyak 90 ml akuades kemudian ditambahkan lalu dihomogenisasi kembali selama satu menit. Campuran yang telah homogen disaring dengan kertas saring dan filtrat yang diperoleh disentrifugasi pada kecepatan 1.000 rpm selama 10 menit sehingga terbentuk dua fase. Fase atas yang berupa padatan diekstraksi kembali, sedangkan fase bawah diambil dan disaring menggunakan WhatmanTM No. 1. Hasil ekstraksi kemudian dievaporasi untuk

menguapkan pelarut dan yang tersisa hanya minyak dari sampel. Evaporasi dilakukan menggunakan *rotary evaporator* pada suhu 50 °C dan kecepatan 120 rpm.

Ekstraksi minyak kuning telur dilakukan berdasarkan metode dari Kovalcuks (2014). Kuning telur dipisahkan dari putihnya lalu ditimbang dan dihitung volumenya. Selanjutnya, pelarut heksana-isopropanol (70:30) dicampurkan dengan kuning telur dengan perbandingan 2:1 (v/v) lalu dihomogenisasi. Campuran yang telah homogen disaring menggunakan WhatmanTM No. 1 dan pelarut pada filtrat dievaporasi menggunakan *rotary evaporator* pada suhu 80 °C dan kecepatan 30 rpm sehingga hanya tersisa minyak kuning telur.

Metilasi minyak

Sebelum dianalisis menggunakan GC-MS, minyak perlu dimetilasi terlebih dahulu. Metilasi minyak ikan dan daging ayam dilakukan berdasarkan metode dari Sigma Aldrich (2008). Sebanyak 20 µl minyak dicampurkan dengan satu ml larutan boron trifluoride-metanol (BF₃MeOH) 14% di dalam ampul. Selanjutnya, ampul ditutup dengan metode *flame seal* lalu dimasukkan ke dalam air mendidih selama tujuh menit. Ampul didiamkan hingga mencapai suhu ruang, lalu dipatahkan dan isinya dipindahkan ke ampul baru. Pada ampul baru ditambahkan

satu ml heksana dan air hingga ampul hampir penuh. Ampul ditutup kembali dengan metode *flame seal* lalu campuran di dalamnya dihomogenkan dengan dibolak-balik beberapa kali. Setelah didiamkan, campuran dalam ampul akan membentuk dua fase. Fase atas diambil lalu dipindahkan ke dalam vial GC dan disimpan pada suhu -20 °C sebelum digunakan.

Metilasi minyak kuning telur dilakukan dengan mencampurkan 25 µl minyak dan dua ml larutan boron trifluoride-metanol (BF₃MeOH) 14% di tabung reaksi. Campuran kemudian dipanaskan dalam *waterbath* dengan suhu 60 °C selama 10 menit. Setelah didinginkan, heksana ditambahkan sebanyak satu ml air dan satu ml heksana. Campuran dihomogenkan dan didiamkan hingga terbentuk dua fase. Fase atas diambil dan dipindahkan ke dalam vial sulfat anhydrous lalu dikocok dan didiamkan hingga vial sulfat anhydrous mengendap seluruhnya. Selanjutnya, larutan dipindahkan ke vial khusus GC-MS.

Analisis GC-MS

Minyak yang telah dimetilasi dianalisis menggunakan *instrument GC* (Agilent 7890A Series). Sebanyak satu mikroliter minyak yang telah dimetilasi diinjeksikan ke dalam *instrument GC* secara otomatis. Proses injeksi dilakukan dengan

metode *spitless* pada suhu 26 °C. Pemisahan komponen pada minyak dilakukan pada kolom DB-WAX (30 m x 250 µm x 0,5 µm) dengan laju aliran helium sebagai gas pembawa sebesar 2,69 ml/ml. Kolom diatur pada suhu 50 °C untuk satu menit, lalu meningkat 2 °C/menit hingga 200 °C dan meningkat 2 °C/menit hingga 250 °C, diikuti dengan suhu konstan pada 250 °C selama 20 menit. MS dioperasikan pada mode *Selected Ion Monitoring* (SIM).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil ekstraksi dan analisis GC-MS diketahui bahwa sampel ikan teri mengandung 3 g/100 g minyak. Hal ini menunjukkan suplementasi 12 gram ikan teri pada pakan ayam (10%) setara dengan penambahan 0,36 gram minyak ikan dalam 120 gram pakan ayam (0,3%). Kandungan EPA, DHA dan ARA dalam 100 gram minyak ikan teri masing-masing sebesar 21,20; 120,50 dan 12,31 mg, sehingga dapat dinyatakan sampel ikan teri mengandung omega-3 sebesar 141,70 mg dan omega-6 sebesar 12,31 mg. Dengan demikian, rasio omega-6/omega-3 pada sampel ikan teri adalah 0,09:1. Berdasarkan

data dari Metillo & Eya (2014), ikan teri mengandung 24,71% omega-3 dan 1,40% omega-6, sedangkan data dari Nutrition Value (2020) menunjukkan bahwa ikan teri mengandung 1440 mg omega-3 dan tidak mengandung omega-6. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kandungan omega-3 pada ikan teri lebih tinggi daripada omega-6. Adanya perbedaan kandungan omega-3 dan omega-6 kemungkinan dapat terjadi karena penggunaan jenis ikan teri, metode ekstraksi, dan analisis yang berbeda.

Selama suplementasi ikan teri pada pakan ayam dilakukan, telur dan daging diambil secara berkala setiap 1-2 bulan sekali untuk dianalisis. Kandungan omega-3 dan omega-6 pada kuning telur dan daging ayam dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1 menunjukkan bahwa kuning telur yang diambil pada bulan ke-3 dan ke-5 setelah suplementasi mengandung lebih banyak DHA daripada EPA. DHA merupakan omega-3 utama pada telur, sedangkan EPA kemungkinan besar telah diubah menjadi DHA (Fraeye, 2012). Selain itu, DHA dapat masuk ke dalam

Tabel 1. Kandungan EPA, DHA dan ARA pada satu gram minyak kuning telur

Bulan ke-	DHA (mg/g)	EPA (mg/g)	Total Omega-3 (mg/g)	ARA (mg/g)	Omega- 6/ omega-3
1	2,29	3,43	5,72	3,45	0,60
3	7,75	0,61	8,36	11,32	1,36
5	19,99	0,27	20,26	53,37	2,63

membran biologis dengan lebih baik dibandingkan EPA (Herber & Van Elswyk, 1996). Cachaldora *et al.* (2008) melakukan penambahan minyak ikan kaya EPA dan DHA pada pakan ayam secara terpisah, ternyata kedua perlakuan menghasilkan telur dengan DHA sebagai omega-3 utama.

Dari Tabel 1 juga dapat diketahui bahwa suplementasi ikan teri dapat meningkatkan kandungan total omega-3 telur dari 5,72 mg/g (bulan ke-1) menjadi 20,26 mg/g (bulan ke-5). Hal ini sejalan dengan penelitian oleh Lawlor *et al.* (2010) yang melaporkan adanya peningkatan kandungan DHA pada telur setelah penambahan minyak ikan pada pakan ayam. Menurut Moran *et al.* (2019), peningkatan omega-3 telur dapat mencapai titik stabil. Namun, pada penelitian ini data masih terlihat berfluktuasi setelah 5 bulan suplementasi.

Suplementasi ikan teri ternyata tidak hanya meningkatkan kandungan

omega-3 pada kuning telur, tetapi juga kandungan omega-6. Hal ini diikuti dengan adanya peningkatan rasio omega-6/omega-3. Hasil ini berbeda dengan penelitian oleh Omidi *et al.* (2015) yang menyatakan penambahan minyak ikan dapat menurunkan rasio omega-6/omega-3 pada kuning telur Sampel ikan teri yang digunakan memang mengandung omega-6 ARA (12,31 mg/ 100 g), tetapi jauh lebih rendah dari kandungan omega-3. Pakan ayam komersil yang digunakan kemungkinan mengandung sumber omega-6 lain, seperti Bungkil Kacang Kedelai (BKK) atau *soybean meal* (Alagawany *et al.*, 2019)

Tabel 2 menunjukkan bahwa daging ayam dengan total minyak paling banyak setelah lima bulan suplementasi adalah bagian paha atas (7 g/100g), sedangkan bagian dada mengandung total minyak paling sedikit (3 g/100 g). Selama suplementasi ikan teri, data omega-3 dan

Tabel 2. Kandungan EPA, DHA dan ARA pada 100 gram daging ayam

Sampel	Bulan ke-	Total minyak (g)	EPA (mg)	DHA (mg)	Total omega-3 (mg)	ARA (mg)	Omega-6/omega-3
Dada	3	4	0,32	10,52	10,83	72,53	6,69
	4	5	0,40	4,48	4,87	24,71	5,07
	5	3	0,34	22,44	22,78	72,08	3,16
Paha atas	3	4	0,18	1,50	1,68	8,93	5,33
	4	7	0,48	21,82	22,29	106,70	4,77
	5	7	0,32	6,98	7,30	28,08	3,85
Paha bawah	3	7	1,25	6,66	6,98	26,42	3,78
	4	3	0,14	1,02	1,16	8,53	7,38
	5	5	0,62	25,05	23,67	107,89	4,56

omega-6 pada daging ayam berfluktuasi. Meskipun demikian, rasio omega-6/omega-3 pada dada dan paha atas semakin rendah seiring dengan periode suplementasi yang semakin lama. Hal ini sejalan dengan penelitian dari Al-Zuhairy & Jameel (2014), yang menyatakan penambahan minyak ikan pada pakan ternak dapat menghasilkan daging yang diperkaya dengan omega-3.

KESIMPULAN

Selama lima bulan suplementasi ikan teri pada pakan ayam dapat dilihat bahwa semakin lama periode suplementasi, semakin tinggi kandungan omega-3 (khususnya DHA) dan omega-6 pada kuning telur. Dibandingkan bulan pertama, kandungan omega-3 dan omega-6 telur pada bulan kelima meningkat masing-masing 3,5 dan 15,5 kali lipat. Pada daging ayam (dada, paha atas, paha bawah) belum terlihat adanya korelasi antara periode suplementasi dengan kandungan omega-3 dan omega-6. Meskipun demikian, rasio omega-6/omega-3 pada dada dan paha atas semakin rendah seiring dengan periode suplementasi yang semakin lama.

SARAN

Data kandungan omega-3 dan omega-6, terutama pada daging ayam, mengalami fluktuasi yang kemungkinan disebabkan oleh adanya penguapan pelarut pada sampel. Oleh karena itu, pada

penelitian selanjutnya diperlukan adanya kontrol internal dengan konsentrasi yang sudah diketahui pada setiap sampel. Selain itu, perlu penelitian lebih lanjut untuk mengevaluasi kemungkinan sumber omega-6 yang terdapat di pakan ayam komersil.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada LPPM UPH yang telah memberi dukungan finansial untuk penelitian ini (P-079-S/FaST/III/2020). Selain itu, penulis berterima kasih kepada Rizky Farm dan Program Studi Biologi UPH karena telah menyediakan Laboratorium Biologi Dasar (203) dan Laboratorium Biologi Lanjutan (407) sebagai tempat berlangsungnya penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Alagawany, M., Elnesr, S.S., Farag, M.R., Abd El-Hack, M.E., Khafaga, A.F., Taha, A.E., Tiwari, R., Yatoo, M.I., Bhatt, P., Khurana, S.K., & Dhaman, K. (2019). Omega-3 and Omega-6 Fatty Acids in Poultry Nutrition: Effect on Production Performance and Health. *Animals*, 9(8), 573. <https://doi.org/10.3390/ani9080573>
- Al-Zuhairy, M.A., & Jameel, Y.J. (2014). Effect of ND vaccine, multivitamins AD3E, and omega-3 on performance and immune response of broilers. *Mirror of Research in Veterinary Sciences and Animals*, 3, 42–50.
- Cachaldora, P., Garcia-Rebollar, P., Alvarez, C., De Blas, J.C., & Mendez, J. (2008). Effect of type and level of basal fat and level of fish oil

- supplementation on yolk fat composition and n-3 fatty acids deposition efficiency in laying hens. *Animal Feed Science and Technology*, 141, 104–114. <https://doi.org/10.1080/00071660500475541>
- Fraeye, I., Bruneel, C., Lemahieu, C., Buyse, J., Muylaert, K., & Foubert, I. (2012). Dietary enrichment of eggs with omega-3 fatty acids: A review. *Food Research International*, 48, 961–969. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2012.03.014>
- Herber, S.M., & Van Elswyk, M.E. (1996). Dietary marine algae promotes efficient deposition of n-3 fatty acids for the production of enriched shell eggs. *Poultry Science*, 75, 1501–1507. <https://doi.org/10.3382/ps.0751501>
- Innes, J.K., & Calder, P.C. (2018). Omega-6 fatty acids and inflammation. *Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids*, 132, 41–48. <https://doi.org/10.1016/j.plefa.2018.03.004>
- Lawlor, J.B., Gaudette, N., Dickson, T., & House, J.D. (2010). Fatty acid profile and sensory characteristics of table eggs from laying hens fed diets containing microencapsulated fish oil. *Animal Feed Science and Technology*, 156, 97–103. <http://dx.doi.org/10.1016%2Fj.anifeedsci.2010.01.003>
- Luthfiah, Genisa, J., Metusalach, Abustam, E., Sabahannur, S., & Ramadhan, W. (2014). Analysis quality fish oil (*Decapterus* sp.) containing omega-3 using extraction method (Steam Press) and (Bligh and Dyer). *Advances in Environmental Biology*, pp. 923.
- Kovalcuks, A. (2014). Solvent extraction of egg oil from liquid egg yolk. Annual 20th International Scientific Conference Proceedings (pp. 142–147). Jelgava, Latvia.
- Metillo, E.B., & Eya, A.A.A. (2014). Fatty Acids in Six Small Pelagic Fish Species and Their Crustacean Prey from the Mindanao Sea, Southern Philippines. *Tropical Life Sciences Research*, 25, 105–115.
- Meyer, B.J., Mann, N.J., Lewis, J.L., Milligan, G.C., Sinclair, A.J., & Howe, R.C. (2003). Dietary Intakes and Food Sources of Omega-6 and Omega-3 Polyunsaturated Fatty Acids. *Lipids*, 38, 391–392. <https://doi.org/10.1007/s11745-003-1074-0>
- Moran, C.A., Mauro, M., Keegan, J.D., & Fusconi, G. (2019). Increasing the omega-3 content of hen's eggs through dietary supplementation with *Aurantiochytrium limacinum* Microalgae: Effect of inclusion rate on the temporal pattern of docosahexaenoic acid enrichment, efficiency of transfer, and egg characteristics. *Journal of Applied Poultry Research*, 28, 329–338. <https://doi.org/10.3382/japr/pfy075>
- Mozaffarian, D., & Wu, J. H. (2011). Omega-3 fatty acids and cardiovascular disease: effects on risk factors, molecular pathways, and clinical events. *Journal of the American College of Cardiology*, 58(20), 2047–67. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2011.06.063>
- NutritionValue. (2020). *Fish, raw, european, anchovy*. Retrieved from: https://www.nutritionvalue.org/Fish%2C_raw%2C_european%2C_anchovy_nutritional_value.html. Accessed on 7/9/2020.
- Omidi, M., Rahimi, S., & Torshizi, M.A.K. (2015). Modification of egg yolk fatty acids profile by using different oil

- sources. *Veterinary Research Forum*, 6, 137-141.
- Olsen, S.F., Osterdal, M.L., Salvig, J.D., Mortensen, L. M., Rytter, D., Secher, N. J., & Henriksen, T. B. (2008). Fish oil intake compared with olive oil intake in late pregnancy and asthma in the offspring: 16 y of registry-based follow-up from a randomized controlled trial. *American Journal of Clinical Nutrition*, 88, 167–75. <https://doi.org/10.1093/ajcn/88.1.167>
- Sigma. (2008). *Fatty Acid / FAME Application Guide: Analysis of Foods for Nutritional Needs*. Retrieved from https://www.sigmaaldrich.com/content/dam/sigmaaldrich/docs/Supelco/General_Information/t408126.pdf. Accessed on 24/4/2019.
- Simopoulos, A.P. (2008). Human requirement for n-3 polyunsaturated fatty acids. *Poultry Science*, 79, 961-970. <https://doi.org/10.1093/ps/79.7.961>
- Sugata, M., Atmadja, A., Darmawan, A., Tatulus, Y., Djojo, S.C., Rizkinata, D., Rosa, D., Victor, H., & Tan, T.J. (2020). The effect of anchovy fish supplementation on the level of n-3 LC-PUFA in egg yolk. *Journal of World's Poultry Research*, 10(4), 599-604. <https://dx.doi.org/10.36380/jwpr.2020.68>

KARAKTERISTIK FISIKOKIMIA DAN SENSORI MI ANALOG BERBASIS SINGKONG DENGAN PENAMBAHAN KARAGENAN

[PHYSICOCHEMICAL AND SENSORY CHARACTERISTICS OF CASSAVA BASED NOODLE ANALOGUE WITH CARRAGEENAN ADDITION]

Hardoko^{1,4*}, Delicia Martha², Yuniwaty Halim³

^{1,2,3}Program Studi Teknologi Pangan, Universitas Pelita Harapan, Tangerang, Indonesia

⁴Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia

*Korespondensi penulis: hardoko@ub.ac.id

ABSTRACT

Cassava noodles are considered as a type of non-gluten-based noodles that have stickiness and higher cooking loss than wheat noodles. The addition of several types of hydrocolloids was allegedly able to improve the quality of starch-based analog noodles. The purpose of this study was to determine the characteristics of analogue noodles based on cassava plus carrageenan hydrocolloid compared to wheat noodles. The research method used was the experimental method of adding 0%, 5%, 10%, and 15% carrageenan to the cassava-based analog noodle formulation. The results showed that the addition of carrageenan to cassava-based analog noodles reduced the elasticity, chewability, water absorption and elongation of noodles, but increased the stickiness, tensile strength, and elasticity of analog noodles. Analog noodles whose characteristics of elasticity, stickiness, and hardness are close to that of commercial wheat noodles are those with 10% carrageenan added. The level of preference for cassava-based analog noodles added with 10% carrageenan was still below commercial wheat noodles which reached a hedonic level of moderate liking (score 5.0), however, the level of preference for analog noodles still reached neutral to moderate (4.5-5.0).

Keywords: carrageenan; cassava based noodles; cassava flour; wheat noodles

ABSTRAK

Mie singkong dianggap sebagai jenis mie berbasis non-gluten yang memiliki sifat lengket dan susut masak lebih tinggi daripada mi terigu. Penambahan beberapa jenis hidrokoloid disinyalir dapat memperbaiki mutu mi analog berbasis pati. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik mi analog berbasis singkong yang ditambah hidrokoloid karagenan dibandingkan dengan mi terigu. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen penambahan karagenan 0%, 5%, 10%, dan 15% pada formulasi mi analog berbasis singkong. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Penambahan karagenan pada mi analog berbasis singkong dapat menurunkan kekenyalan, daya kunyah, daya serap air, dan elongasi mi, tetapi menaikkan kelengketan, kuat tarik, dan elastisitas mi analog. Mi analog yang karakteristik kekenyalan, kelengketan, dan kekerasannya mendekati mi terigu komersial adalah yang ditambah karagenan 10%. Tingkat kesukaan terhadap mi analog berbasis singkong yang ditambah karagenan 10% masih dibawah mi terigu komersial yang mencapai tingkat hedonik agak suka (skor 5,0), meskipun demikian tingkat kesukaan mi analog masih mencapai netral sampai agak suka (4,5-5,0).

Kata kunci: karagenan; mi berbasis singkong; mi terigu; tepung singkong

PENDAHULUAN

Miberdasarkan bahan bakunya dapat dibagi menjadi 2 macam, yaitu mi dengan bahan dasar terigu (*gluten-based noodle*) dan mi dengan bahan dasar pati (*starch-based noodle*). Mi yang berbahan dasar pati yang diformulasi dan diproses menjadi produk seperti mi terigu dapat disebut mi *analog*.

Produk mi terigu lebih digemari oleh masyarakat Indonesia, karena tekstur, rasa dan organoleptik yang lain dapat diterima oleh semua kalangan dan cara pembuatannya pun cukup mudah (Biyumna *et al.*, 2017). Hal ini menyebabkan penggunaan tepung terigu di Indonesia mengalami peningkatan, pada hal gandum merupakan produk impor yang dapat menguras devisa negara. Impor gandum terpaksa dilakukan karena gandum merupakan tanaman sub-tropis yang tidak dapat tumbuh baik didaerah tropis (Mujiharto & Syarifuddin, 2016). Menurut data Badan Pusat Statistik (BPS), impor biji gandum pada tahun 2019 telah mencapai 10,7 juta ton.

Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mengurangi aktivitas impor dan ketergantungan akan tepung terigu adalah dengan memanfaatkan bahan pangan lokal lain, seperti singkong untuk pembuatan produk mi. Dalam hal ini singkong sebagai

sumber karbohidrat yang berpotensi sebagai bahan baku untuk produk lain, termasuk produk mi (Zarkasie *et al.*, 2017) dengan mengkonversi menjadi tepung singkong atau tepung tapioka (Esti & Prihatman, 2000).

Kandungan pati pada tepung singkong yang paling banyak adalah amilopektin (87%) dibandingkan dengan amilosanya. Besarnya kadar amilopektin ini menyebabkan sifat lengket pada hasil produk yang menggunakan tepung singkong (Akhmad *et al.*, 2013). Menurut Mesda (2002), mi dengan bahan dasar tepung singkong cenderung memiliki karakteristik yang kurang baik seperti mudah putus, rapuh dan lembek. Adanya penambahan tapioka yang berlebih juga turut menurunkan mutu mi yang dihasilkan yaitu menurunkan keelastisannya dan mudah putus. Penambahan hidrokoloid karagenan diharapkan dapat memperbaiki karakteristik dari mi singkong yang dihasilkan. Karagenan merupakan suatu polisakarida hasil dari ekstraksi rumput laut merah yang memiliki sifat fungsional sebagai pengental, pembentuk gel, dan penstabil karena sifat anioniknya yang kuat (Van de Velde *et al.*, 2005).

Menurut penelitian Tasia (2020), penambahan 5% telur dengan rasio tepung singkong: tapioka sebanyak 60:40 dapat

menurunkan tingkat kelengketan dengan hasil sebesar $-14,08 \pm 0,34$ g.s, *cooking loss* sebesar $11,64 \pm 0,50\%$, meningkatkan daya serap dan kekenyalan, namun masih lebih lengket jika dibandingkan dengan mi terigu komersil. Menurut Kaudin *et al.* (2019), penambahan karagenan sebanyak 10% pada pembuatan mi basah dengan substitusi tepung sagu dapat meningkatkan kekenyalan, elastisitas, viskositas yang dapat mengurangi kelengketan serta berpengaruh nyata terhadap kualitas sensorik kecuali aroma. Menurut penelitian Sihmawati *et al.* (2019), penambahan karagenan sebesar 8% pada mi basah berbahan dasar terigu dengan substitusi tepung porang dapat meningkatkan kesukaan panelis terhadap tekstur (kekenyalan), aroma dan rasanya.

Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian penambahan karagenan pada pembuatan mi analog berbasis singkong untuk memperbaiki mutu dan diharapkan dapat memberikan hasil produk mi analog berbasis singkong dengan karakteristik seperti mi komersil yang berbahan dasar terigu.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan utama dalam pembuatan mi analog adalah singkong putih lokal (*Manihot esculenta* Crantz) ukuran besar

dengan panjang $25,25 \pm 0,02$ cm dan diameter $10,04 \pm 0,04$ cm yang diperoleh dari pasar Kopro Tanjung Duren, air, tepung tapioka (Rose Brand), dan hidrokoloid karagenan (IndoGum). Bahan pendukung pada pembuatan mi adalah air, garam (Refine salt Refina), emulsifier komersil dari PT. Triartha Food Mandiri (propylene glycol, sorbitol, lesitin, dan fatty acid ester), mi kuning komersil (Yi Jian), dan kansui (air aboe / larutan garam alkali dengan komponen utama Na_2CO_3 dan K_2CO_3).

Bahan yang digunakan untuk analisis parameter uji dari mi analog adalah akuades, heksana (Merck CAS Number 110-54-3), Hidrogen peroksida (Merck Catalogue Number 107209), HCl 0,2 N (Merck CAS Number 10043- 35-3), NaOH 35% (Merck CAS Number 1310-73-2), H₂SO₄ pekat (Merck CAS Number 7664- 93-9), H₃BO₃ 4% (Merck CAS Number 10043- 35-3), HCl 1 N, Kalium sulfat (Merck CAS Number 7778-8-50), Selenium (Merck CAS Number 7778-8-50), dan mixed indicator bromocresol green-methyl (Merck Catalogue Number 106130).

Alat yang digunakan pada pembuatan mi analog adalah baskom, spatula, panci, kompor, pamarut singkong, ayakan 60 mesh, mangkuk, pisau, sendok, gelas ukur

(pyrex), gelas beaker (Pyrex), pengukus, loyang, *noodle maker*, *miller machine* (Formac), timbangan meja, timbangan analitik (OHAUS), dan cabinet dryer (Wangdi W). Alat yang digunakan untuk analisis parameter uji mi analog adalah oven (MEMMERT UNE 200-800), desikator (Duran), texture analyzer (Barnstead), probe, timbangan analitik (Ohaus AR2140), cawan penguapan, heater, penggaris, alat dekstrusi Kjeldahl (Buchi Speed Digester K-425 dan Buchi Scrubber K-415), alat destilasi Kjeldahl (Buchi K-355), automatic titrator (TitroLine Schott Instrument), erlenmeyer (Pyrex), tanur (Thermolyne 48000), didih, kertas saring, benang kasur, Soxhlet, thimble (Iwaki), hotplate stirrer (Barnstead Thermolyne Cimarec), rotary evaporator (Buchi R-210), alat-alat gelas, dan peralatan uji sensori seperti piring kertas dan nampan.

Metode Penelitian

Metode penelitian menggunakan metode eksperimen yang dilakukan dalam bentuk perlakuan konsentrasi penambahan karagenan 0%, 5%, 10%, dan 15% terhadap berat tepung dalam pembuatan mi. Perlakuan percobaan pembuatan mi analog diformulasikan seperti Tabel 1. Percobaan ini dirancang dengan Rancangan Acak lengkap (RAL) 1 faktor

dengan 4 tingkat dan 5 kali ulangan. Data dianalisis menggunakan program SPSS versi 24.

Tabel 1. Formulasi mi analog

Bahan	Konsentrasi karagenan			
	0%	5%	10%	15%
T.singkong	60g	60g	60g	60g
Tapioka	40g	40g	40g	40g
Karagenan	0g	5g	10g	15g
Air	20g	20g	20g	20g
Garam	1g	1g	1g	1g
Telur	6,5g	6,5g	6,5g	6,5g
Emulsifier	0,4g	0,4g	0,4g	0,4g
Kansui	0,3g	0,3g	0,3g	0,3g

Pembuatan Tepung Singkong

Pembuatan tepung singkong diawali dengan pencucian singkong dengan air mengalir dan selanjutnya dilakukan pengupasan dan pengirisan tipis hingga ukurannya mencapai ketebalan 1-2 mm. Irisan singkong ditata di atas loyang (*tray cabinet*) dan dikeringkan dengan alat cabinet dryer pada suhu 50°C selama 24 jam, hingga irisan singkong menjadi kering. Irisan singkong yang kering dihaluskan dengan menggunakan alat *miller* dan diayak dengan pengayak 60 mesh sehingga dihasilkan tepung singkong yang siap dipakai (Ardianto *et al.*, 2017; Tharise *et al.*, 2014).

Pembuatan Mi Analog

Pembuatan mi analog berbasis singkong diawali dengan penimbangan

bahan sesuai formulasi. Selanjutnya, dilakukan proses gelatinisasi dengan cara mencampurkan tepung singkong dan tapioka sebanyak setengah dari formulasi dengan air (1:1). Campuran kemudian dikukus selama 4 menit dan dilakukan pendinginan selama 5 menit pada suhu ruang, serta ditambahkan tepung singkong, air, garam, air kansui, emulsifier, telur serta karagenan sesuai dengan formulasi. Campuran diaduk dan diuleni hingga kalis dengan menggunakan alat penggiling adonan. Adonan yang telah kalis dicetak menggunakan *noodle maker* dengan cara memasukan adonan ke dalam selongsong kemudian diberikan tekanan dari atas untuk membentuk untaian mi. Untaian mi kemudian dikukus selama 3 menit lalu diangkat dan dipisahkan untaian mi yang sudah matang. Mi kemudian didiamkan pada suhu kamar hingga dingin, setelah itu mi dikeringkan dengan menyusun setiap untaian mi pada standy pasta selama 48 jam (Okwundu, 2015; Tasia, 2020).

Parameter penelitian

Parameter yang diamati dalam penelitian ini meliputi *cooking loss* (Mulyadi *et al.*, 2014), daya serap air mi (Mulyadi *et al.*, 2014), tekstur (kekenyalan dan kelengketan) (Inglett *et al.*, 2015), elongasi (Indrianti *et al.*, 2014), kuat tarik (*tensile strength*) dan elastisitas (Sun *et al.*,

2019), serta uji sensori perbandingan jamak (Setyaningsih *et al.*, 2010) dan uji hedonik (Lawless & Heyman, 2010). Penambahan karagenan terbaik pada mi analog dan mi komersil dilakukan analisis proksimat (AOAC, 2006).

HASIL DAN PEMBAHASAN

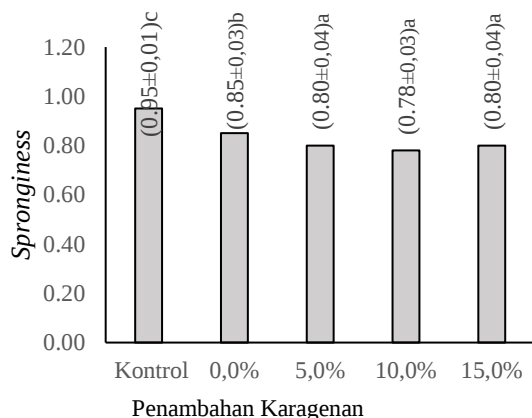
Tepung singkong terbuat dari singkong putih dengan jenis *Manihot esculenta* Crantz. Kadar air dari tepung singkong yang dihasilkan adalah sebesar $7,00 \pm 0,03\%$. Menurut SNI 01-2997-1996, maksimal kadar air tepung singkong yang masih dapat diterima adalah sebesar 12%. Oleh karena itu, tepung singkong putih yang dibuat masih masuk dalam mutu SNI. Hasil rendemen dari tepung singkong putih adalah sebesar 16,86%. Kadar pati pada tepung singkong putih yaitu sebesar 86,28% dengan kadar amilosa sebesar 22,07% dan amilopektin sebesar 64,21%.

Kekenyalan (*Springiness*) Mi Analog

Kekenyalan suatu produk menunjukkan kemampuan produk dapat kembali ke posisi awal ketika diberi tekanan pertama kali. Nilai kekenyalan memiliki korelasi positif dengan elastisitas dari produk mi (Impaprasert *et al.*, 2017).

Hasil anova menunjukkan bahwa variasi konsentrasi penambahan karagenan pada mi berpengaruh nyata terhadap

kekenyalan mi analog berbasis singkong ($p < 0,05$). Hasil uji Duncan dapat dilihat pada Gambar 1.



Keterangan: Notasi huruf menunjukkan beda nyata 5%

Gambar 1. Pengaruh konsentrasi karagenan terhadap *springiness* mi analog berbasis singkong matang

Pada Gambar 1 dapat dilihat bahwa penambahan karagenan sampai 15% belum mampu meningkatkan kekenyalan dari mi analog singkong, dan kekenyalan mi analog masih lebih rendah daripada mi kontrol (mi terigu komersial). Hasil yang mirip juga dilaporkan Ratnawati & Afifah (2018) terkait dengan penambahan karagenan pada mi dari mokaf, tepung beras dan tepung jagung yang tidak berefek terhadap kekenyalan mi. Hal ini dapat dikarenakan adanya penurunan viskositas *setback* yang terjadi akibat adanya persaingan antara molekul hidrokoloid karagenan dengan amilosa dalam membangun jaringan antarmolekul saat pendinginan berlangsung. Viskositas *setback* sendiri merupakan suatu ukuran

yang digunakan untuk menentukan kecenderungan terjadinya retrogradasi pati. Oleh sebab itu, terjadi pengurangan jumlah interaksi amilosa-amilosa dan menyebabkan retrogradasi pati untuk membentuk struktur gel menjadi terhambat dan tekstur mi analog singkong menjadi lebih lunak serta tidak kenyal dibandingkan dengan mi komersial terigu dan mi analog tanpa hidrokoloid (Alam *et al.*, 2009).

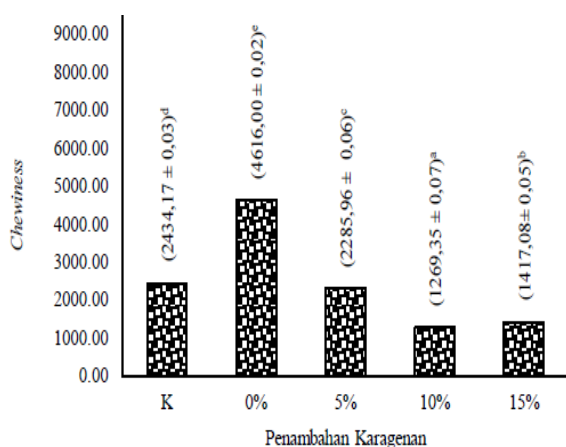
Menurut Fitriani (2013), tingkat kekenyalan dari produk pasta non-terigu, dipengaruhi oleh kandungan pati yang terdapat pada produk. Tepung singkong dan pati singkong memiliki kadar pati amilopektin lebih banyak dibandingkan amilosanya yaitu 64,21% dan 68,42% secara berturut turut. Kandungan amilosa pada produk akan membentuk gel yang kokoh, sedangkan amilopektin akan berperan dalam pembentukan struktur gel yang lebih lunak sehingga semakin banyak kadar amilopektin pada bahan akan meningkatkan kelunakan pada mi analog singkong yang dihasilkan (Haryanti *et al.*, 2014).

Daya Kunyah (*Chewiness*)

Pengukuran nilai *chewiness* pada mi analog berbasis singkong bertujuan untuk mengetahui energi yang dibutuhkan pada saat makanan dikunyah. Secara umum,

chewiness dapat juga disebut sebagai daya kunyah suatu produk pangan (Chandra & Shamasundar, 2015).

Hasil Anova menunjukkan bahwa penambahan karagenan pada mi analog berbasis singkong berpengaruh nyata terhadap daya kunyah mi analog berbasis singkong ($p < 0,05$). Hasil uji lanjut dengan Duncan dapat dilihat pada Gambar 2.



Keterangan: Notasi huruf menunjukkan beda nyata 5%

Gambar 2. Pengaruh konsentrasi karagenan terhadap *chewiness* mi analog berbasis singkong

Gambar 2 memperlihatkan bahwa penambahan karagenan cenderung menurunkan nilai daya kunyah atau dengan kata lain mi analog yang ditambah karagenan lebih mudah dikunyah daripada mi analog yang tidak ditambah karagenan dan juga mi terigu (kontrol komersial). Fenomena ini mirip dengan kekenyalan mi analog yang ditambah karagenan. Makin tidak kenyal mi maka akan makin mudah dikunyah atau makin rendah nilai daya kunyahnya. Nilai daya kunyah pada mi

analog singkong yang ditambah karagenan yang cenderung lebih rendah dipengaruhi oleh proses retrogradasi pati pada saat mi analog singkong didinginkan dan interaksi pati amilosa-amilopektin. Proses retrogradasi mengakibatkan pembentukan struktur gel menjadi terhambat dan tekstur mi analog singkong menjadi lebih lunak dan daya kunyah menurun (Monica *et al.*, 2018). Pati amilosa pada produk akan membentuk gel yang kokoh, sedangkan amilopektin akan berperan dalam pembentukan struktur gel yang lebih lunak sehingga semakin banyak kadar amilopektin pada bahan akan meningkatkan kelunakan pada mi analog singkong yang dihasilkan (Haryanti *et al.*, 2014).

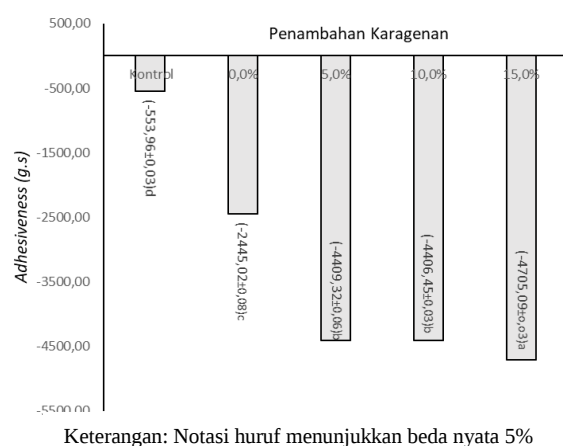
Menurut Kurniawati (2006), adanya penambahan hidrokoloid dapat menyebabkan penurunan dari amilosa yang terlarut, sehingga tekstur mi menjadi melunak dan daya kunyah pun semakin menurun karena sedikitnya fraksi amilosa yang mengalami retrogradasi. Adanya pengurangan retrogradasi pati ini disebabkan adanya pengurangan jumlah interaksi antara amilosa dan menghambat pembentukan struktur gel, sehingga mi analog singkong dengan penambahan hidrokoloid cenderung lebih lunak dan memiliki nilai daya kunyah yang lebih kecil

dibandingkan mi komersil terigu maupun mi analog singkong tanpa hidrokoloid (Alam *et al.*, 2009).

Kelengketan (*Adhesiveness*)

Kelengketan (*adhesiveness*) merupakan sifat rheologi untuk mengatasi gaya tarik menarik antar permukaan makanan dan bahan lain yang saling bebersentuhan. Kelengketan sendiri merupakan suatu gaya yang dibutuhkan untuk menarik dan melepas bagian permukaan makanan dari lempeng kompresi (Ratnawati dan Afifah, 2018).

Hasil Anova menunjukkan bahwa konsentrasi karagenan memberikan pengaruh nyata terhadap kelengketan mi analog berbasis singkong ($p < 0,05$). Hasil uji lanjut Duncan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Pengaruh konsentrasi karagenan terhadap kelengketan mi analog berbasis singkong matang

Gambar 3 menunjukkan penambahan karagenan sampai 15% belum mampu menurunkan kelengketan mi analog, tetapi

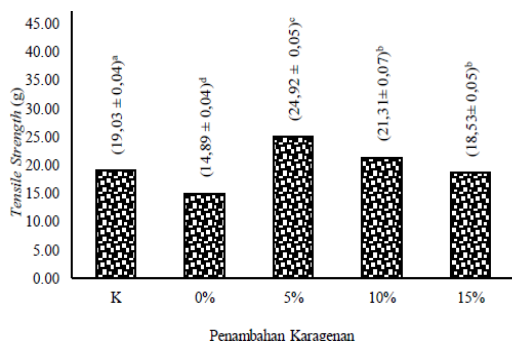
justeru cenderung meningkatkan kelengketan mi analog. Hal ini diduga terkait dengan karakteristik kekentalan karagenan yang bersifat kental dan kekuatan gel karagenan yang kuat. Interaksi antara karagenan dengan pati singkong ternyata dapat meningkatkan kelengketan mi analog berbasis singkong. Daya lengket juga berkaitan erat dengan adanya kandungan pati bahan yang akan membentuk gel pada saat pemanasan. Menurut Shaliha *et al.* (2017), perlakuan pemanasan dengan suhu di atas 70 °C akan menyebabkan pati tergelatinisasi dan terbentuknya gel yang akan memengaruhi viskositas dan kelengketan dari bahan tersebut.

Peningkatan kelengketan mi analog berbasis singkong oleh penambahan karagenan juga dapat terjadi oleh karena menurunnya viskositas akibat gelatinisasi pati yang terhambat oleh adanya keberadaan mineral dan kadar serat kasar dari penambahan karagenan, sehingga menyebabkan penghambatan pengikatan air dan pengembangan pada pati mengakibatkan penurunan viskositas dan kekuatan gel. Penurunan kekuatan gel menyebabkan ketidakstabilan gel yang terbentuk, sehingga meningkatkan tingkat kelengketan dari mi analog singkong (Aini *et al.*, 2009).

Kuat Tarik (*Tensile Strength*)

Pengujian *tensile strength* bertujuan untuk mengetahui kemampuan bahan untuk menahan beban maksimal ketika diregangkan sebelum bahan terputus atau sobek. Semakin tinggi nilai *tensile strength*, maka ketahanan kuat tarik pada mi akan lebih baik dan cenderung tidak mudah terputus (Winifati & Mubarak, 2020).

Hasil Anova menunjukkan bahwa penambahan karagenan berpengaruh nyata terhadap tingkat *tensile strength* dari mi analog singkong ($p < 0,05$). Hasil uji lanjut Duncan *tensile strength* mi analog singkong dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Pengaruh konsentrasi karagenan terhadap *tensile strength* mi analog berbasis singkong matang

Nilai *tensile strength* pada mi analog singkong tanpa hidrokoloid memiliki nilai yang lebih rendah dibandingkan dengan mi komersil tepung terigu. Hal ini dapat dikarenakan adanya protein pada tepung terigu berupa gluten sebagai pengikat dan memberikan adonan yang elastis, sehingga mi komersil terigu cenderung tidak mudah

terputus apabila terjadi tekanan berupa tarikan maupun regangan (Rosalina *et al.*, 2018).

Pada Gambar 4 terlihat bahwa adanya penambahan karagenan dapat meningkatkan *tensile strength* dari mi analog singkong secara signifikan. Menurut penelitian Firdaus *et al.* (2018) pada mi dengan penambahan parsial mocaf dan karagenan dapat meningkatkan kuat tariknya, hal ini dikarenakan sifat karagenan yang berbahan dasar rumput laut memiliki sifat yang dapat mengikat air, sehingga penambahan karagenan dapat meningkatkan tekstur gel yang kuat dan tidak mudah terputus.

Gambar 4 juga memberikan informasi bahwa penggunaan karagenan dengan konsentrasi berlebihan dapat menurunkan *tensile strength* dari mi analog. Hal ini menurut Winifati & Mubarak (2020), adanya penambahan konsentrasi karagenan yang semakin meningkat dapat membuat kandungan air yang terperangkap menjadi semakin lebih banyak pada mi analog. Adanya penambahan karagenan membuat antar ikatan tekstur pada mi analog lebih mudah lepas seiring dengan gaya kuat tarik yang diberikan. Oleh karena itu, mi analog dengan penambahan karagenan 10% dan 15% cenderung memiliki nilai *tensile*

strength yang lebih rendah dibandingkan mi analog dengan karagenan 5%.

Elastisitas

Pengujian *elasticity* bertujuan untuk mengetahui kemampuan dari mi matang yang diberi tekanan pertama untuk kembali ke kondisi semula (Indrianti *et al.*, 2013). Nilai *elasticity* mi yang semakin tinggi menandakan bahwa mi memiliki sifat yang lebih elastis dan tidak mudah terputus (Monica *et al.*, 2018).

Hasil uji Anova dari elastisitas mi analog singkong menunjukkan bahwa penambahan konsentrasi karagenan pada mi analog singkong tidak memberikan pengaruh nyata terhadap elastisitas mi ($p > 0,05$). Nilai elastisitasnya berkisar antara -11,25 sampai -11,77 mm. Menurut Impaprasert *et al.* (2017), nilai elastisitas suatu produk memiliki korelasi yang positif dengan nilai kekenyalannya (*springiness*). Nilai kekenyalan mi analog singkong dengan penambahan karagenan juga tidak memberikan pengaruh nyata.

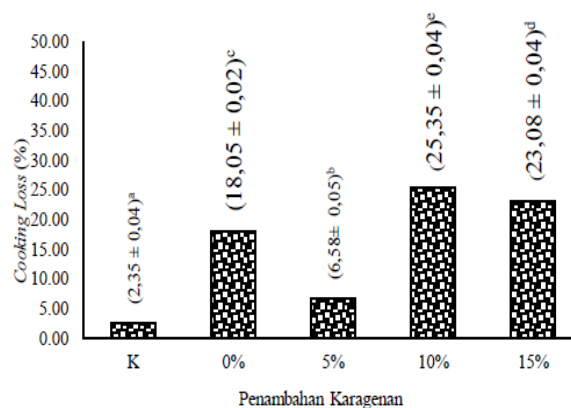
Elastisitas mi non-terigu atau mi pati menurut Indrianti *et al.* (2013), dapat dipengaruhi oleh kadar amilosa dan amilopektin pada bahan untuk terbentuknya proses gelatinisasi sehingga dapat membentuk adonan yang elastis. Penambahan karagenan pada mi analog singkong juga dapat mempertahankan

keelastisan produk sehingga nilai elastisitasnya tidak mengalami perubahan karena sifatnya yang dapat mengikat air dan membentuk gel untuk mempertahankan tekstur dan sifat elastis dari mi analog singkong (Firdaus *et al.*, 2018).

Cooking Loss

Pengujian *cooking loss* atau kehilangan padatan akibat pemanasan bertujuan untuk mengetahui banyaknya jumlah padatan yang hilang atau keluar dari untaian mi selama berlangsungnya proses pemasakan ke air rebusan (Ratnawati & Afifah, 2018).

Hasil uji Anova *cooking loss* mi menunjukkan bahwa penambahan karagenan memberikan pengaruh nyata ($p < 0,05$) pada mi analog singkong. Hasil uji lanjut Duncan untuk parameter *cooking loss* dapat dilihat pada Gambar 5.



Keterangan: Notasi huruf menunjukkan beda nyata 5%

Gambar 5. Pengaruh konsentrasi karagenaan terhadap *cooking loss* mi analog berbasis singkong matang

Gambar 5 memperlihatkan secara umum bahwa *cooking loss* mi analog berbasis singkong lebih tinggi daripada mi terigu kontrol, meskipun demikian terdapat variasi *cooking loss* diantara mi analog berbasis singkong. Pada pembuatan mi non terigu yang berbahan dasar pati, dibutuhkan adonan tepung yang dapat mengalami gelatinisasi dan juga ada fraksi pati yang terlepas dan tersuspensi dalam air yang mengakibatkan air rebusan menjadi lebih keruh dan viskositas naik. Lepasnya pati adalah karena ketidakmampuan pati untuk gelatinisasi dan mempertahankan ikatan pada mi analog singkong (Indrianti *et al.*, 2013).

Penambahan karagenan sebesar 5% dapat menurunkan nilai *cooking loss* mi lebih rendah dibanding yang ditambah 10 dan 15% serta yang tidak ditambah karagenan. Hal ini sejalan dengan Kaur *et al.* (2015) yang menyatakan bahwa penambahan hidrokoloid pada mi non-terigu memiliki nilai *cooking loss* yang lebih rendah dibandingkan dengan mi tanpa penambahan hidrokoloid. Hal ini disebabkan adanya hidrokoloid mampu membentuk ikatan kompleks antara amilosa dan hidrokoloid, sehingga proses *leaching* atau pelepasan amilosa dari granula pati yang menyebabkan kehilangan padatan terlarut akan menjadi

lebih sedikit (Ratnawati & Afifah, 2018).

Penambahan konsentrasi karagenan yang lebih tinggi dari 5% pada mi analog singkong dapat meningkatkan nilai *cooking loss* dari mi. Hal ini juga sesuai dengan Husna *et al.* (2017), bahwa penambahan hidrokoloid tinggi serat dengan konsentrasi yang tinggi seperti karagenan dengan perbandingan air yang sama akan menyebabkan penyatuan adonan menjadi kurang maksimal dan menyebabkan nilai *cooking loss* menjadi semakin meningkat (Indrianti *et al.*, 2013).

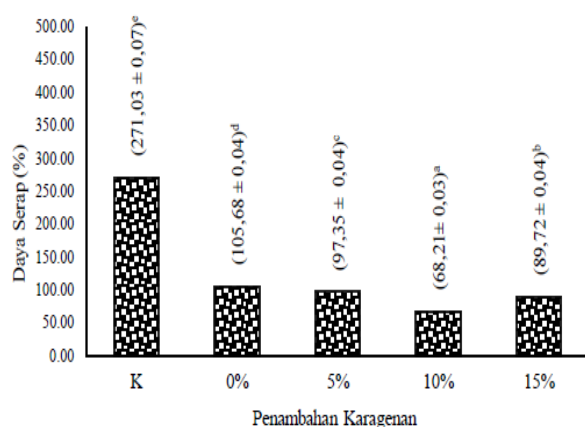
Daya Serap Mi

Daya serap mi menunjukkan kemampuan mi untuk menyerap air pada saat proses pemasakan secara maksimal dan juga dapat menunjukkan perubahan bentuk dari mi ketika proses pemasakan berlangsung (Dessuara, 2015). Menurut Rosa *et al.* (2015), daya serap air mi non-terigu memiliki batas penerimaan dalam rentang 100% - 200%.

Hasil Anova menunjukkan bahwa penambahan karagenan pada mi analog singkong memberikan pengaruh nyata terhadap daya serap air mi ($p < 0,05$). Hasil uji lanjut Duncan daya serap mi analog dapat dilihat pada Gambar 6.

Gambar 6 secara umum memperlihatkan daya serap air mi analog singkong lebih rendah daripada mi kontrol

(terigu komersil). Hal ini sesuai dengan penelitian dari Biyumna *et al.* (2017), bahwa daya serap air pada mi berbasis non-terigu menghasilkan daya serap air yang cenderung lebih rendah dibandingkan mi berbasis terigu. Hal ini dikarenakan daya serap pada mi analog singkong berkaitan dengan sifat retrogradasi patinya, semakin tinggi kadar amilosa dalam bahan maka akan meningkatkan daya serap mi. Kadar amilosa pada tepung singkong dan tapioka cenderung lebih rendah dibandingkan kadar amilopektinnya, sehingga menyebabkan daya serap air mi pada mi analog singkong cenderung rendah dibandingkan mi terigu (Eliason & Gudmundsson, 2012).



Keterangan: Notasi huruf menunjukkan beda nyata 5%

Gambar 6. Pengaruh konsentrasi karagenan terhadap daya serap mi analog berbasis singkong matang

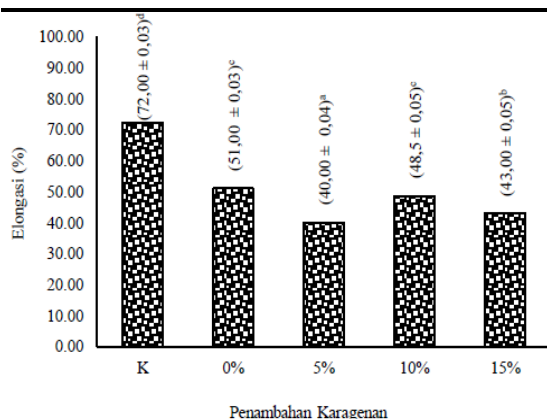
Penambahan konsentrasi karagenan pada mi analog singkong (Gambar 5) terlihat menurunkan daya serap air. Hal ini sesuai dengan penelitian Billina *et al.*

(2014), bahwa semakin banyak penambahan rumput laut pada mi basah akan menurunkan daya serap air dan daya pengembangan dari mi yang dihasilkan dibandingkan dengan mi tanpa penambahan rumput laut. Daya serap mi juga memiliki hubungan dengan *cooking loss* mi, yaitu ketika *cooking loss* mi meningkat akan menurunkan nilai daya serapnya.

Elongasi

Elongasi merupakan perubahan panjang mi maksimum saat mi diberikan gaya tarik hingga terputus dan dinyatakan dalam satuan persentase. Elongasi biasanya dipengaruhi oleh kandungan gluten, amilosa dan amilopektin serta proses pengadonan dan komposisi adonan (Rosmauli, 2016).

Hasil uji Anova menunjukkan bahwa penambahan konsentrasi karagenan berpengaruh nyata terhadap nilai elongasi pada mi analog singkong ($p < 0,05$). Hasil uji lanjut Duncan elongasi mi analog singkong dapat dilihat pada Gambar 7.



Keterangan: Notasi huruf menunjukkan beda nyata 5%

Gambar 7. Pengaruh konsentrasi karagenan terhadap elongasi mi analog berbasis singkong matang

Gambar 7 memperlihatkan elongasi mi analog singkong masih lebih rendah daripada mi kontrol (mi terigu komersil) dan penambahan karagenan juga belum meningkatkan elongasi mi analog. Menurut Tethool (2011), persen elongasi dipengaruhi oleh besarnya nilai *tensile strength*. Nilai *tensile strength* yang lebih tinggi akan menandakan bahwa sifat dari mi analog singkong menjadi lebih kompak, sehingga nilai elongasi mengalami penurunan atau lebih rendah.

Penurunan elongasi pada mi analog singkong dengan penambahan karagenan dapat disebabkan oleh sifat karagenan yang cenderung akan membentuk agregat berupa jala-jala yang berikatan sangat kuat, sehingga adanya penambahan karagenan dapat membentuk tekstur yang kaku dan rigid. Hal ini dapat menyebabkan elastisitas dari mi analog menjadi rendah dikarenakan gel yang dihasilkan menjadi

mengkerut dan bersifat mudah hancur atau pecah, sehingga mi analog singkong dengan penambahan karagenan cenderung memberikan nilai elongasi yang lebih rendah dibandingkan mi komersil terigu dan mi analog singkong tanpa penambahan karagenan (Marzelly, 2017).

Karakteristik Organoleptik Perbandingan Mi Analog Dengan Mi Kontrol

Karakteristik organoleptik mi analog berbasis singkong dibandingkan dengan mi kontrol (mi terigu komersil) dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan jamak mi analog dengan kontrol (mi terigu komersil)

Sifat Mi	Penambahan Karagenan			
	0%	5%	10%	15%
Kekenyalan	4,01	3,36	4,14	3,56
Kelengketan	3,19	2,83	3,25	3,17
Kekerasan	4,92	4,67	5,22	4,56

Keterangan;

- Skor 1 = sangat lebih kenyal /lengket/keras daripada kontrol
- Skor 2 = lebih kenyal /lengket/keras daripada kontrol
- Skor 3 = agak sedikit kenyal /lengket/keras daripada kontrol
- Skor 4 = sama kenyal /lengket/keras daripada kontrol
- Skor 5 = agak tidak kenyal /lengket/keras daripada kontrol
- Skor 6 = lebih tidak kenyal /lengket/keras daripada kontrol
- Skor 7 = sangat tidak kenyal /lengket/keras daripada kontrol

Tabel 2 memperlihatkan bahwa penambahan karagenan dapat meningkatkan kekenyalan mi analog singkong sehingga menyamai mi terigu kontrol, khususnya penambahan 10% karagenan. Tingkat kekenyalan yang dimiliki oleh mi berbasis tepung terigu dipengaruhi oleh adanya kandungan protein gluten yang akan membentuk

tekstur yang kokoh, lebih elastis serta lebih kenyal (Rosalina *et al.*, 2018). Tekstur kenyal pada mi singkong dipengaruhi oleh kandungan pati yang terdapat pada singkong dan juga interaksi dengan hidrokoloid. Pati akan mengalami gelatinisasi dan pembentukan gel dapat terjadi berinteraksi dengan hidrokoloid karagenan sehingga membentuk gel yang kokoh dan memberikan sifat kenyal pada mi analog singkong (Fitriani, 2013).

Tabel 2 juga menunjukkan bahwa mi analog singkong memiliki nilai sekitar 3 (agak sedikit lengket dibandingkan kontrol). Kelengketan mi analog berbasis singkong terkait dengan kandungan amilopektin lebih tinggi pada singkong, sedangkan pada mi terigu ketidangelketan terkait dengan adanya gluten pada terigu yang memberikan sifat plastis (Yuliani *et al.*, 2020).

Tabel 2 juga menunjukan hasil uji perbandingan kekerasan mi analog singkong lebih lembek (agak tidak keras) dibandingkan kontrol mi terigu khususnya pada penambahan karagenan 10% Menurut Umri *et al.* (2017), tekstur pada mi tepung terigu dipengaruhi oleh adanya kandungan gluten yang akan membuat ikatan antar granula pati menjadi lebih rapat, sehingga membuat mi yang dihasilkan menjadi kuat dan kenyal atau keras dibandingkan

dengan mi tanpa gluten. Mi analog singkong dengan karagenan lebih lunak dikarenakan karagenan merupakan serat pangan yang dapat larut air sehingga akan memiliki kemampuan untuk mengikat dan menangkap air yang ada pada matriks pangan. Air yang terperangkap akan membuat mi menjadi lembab dan gel yang terbentuk cenderung akan melunak (Siregar *et al.*, 2017).

Hedonik Mi Analog

Hedonik atau tingkat kesukaan mi analog berbasis singkong dan mi terigu disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Karakteristik hedonik mi analog

Atribut sensori mi	Mi terigu	Penambahan Karagenan			
		0%	5%	10%	15%
Kekenyalan	5,19	5,28	4,44	4,67	4,08
Kelengketan	5,61	4,58	4,14	4,30	4,11
Kekerasan	5,36	5,05	4,17	4,39	4,14
Keseluruhan	5,31	5,08	4,26	4,47	4,31

Keterangan:

Skala 1= Sangat tidak suka; 2= Tidak suka; 3= Agak tidak suka; 4= Netral; 5= Agak suka; 6= Suka; 7=Sangat suka

Tingkat kesukaan terhadap kekenyalan mi analog singkong yang ditambah karagenan (Tabel 3) lebih rendah daripada mi terigu komersial. Hal ini kemungkinan terkait dengan kekenyalan mi analog yang sedikit lebih tinggi (Tabel 2). Tekstur kenyal pada mi singkong dipengaruhi oleh kandungan pati yang terdapat pada singkong dan juga interaksi dengan hidrokoloid (Fitriani, 2013).

Tingkat kesukaan kelengketan mi analog yang ditambah dengan karagenan juga masih lebih rendah daripada mi terigu kontrol, namun demikian tingkat kelengketannya masih bisa diterima panelis. Tingkat kesukaan terhadap kelengketan mi analog yang lebih rendah barang kali terkait dengan kelengketan mi analog yang lebih tinggi daripada mi terigu kontrol karena kandungan pati amilopektin yang lebih tinggi yang berinteraksi dengan karagenan (Aini *et al.*, 2009).

Nilai hedonik pada mi analog singkong dengan penambahan karagenan cenderung menurun dibandingkan dengan mi terigu kontrol, namun panelis masih dapat menerima tingkat kekerasan mi analog singkong yang ditambah karagenan. Hal ini diduga terkait dengan kekerasan mi analog singkong–karagenan yang lebih keras daripada mi terigu (Tabel 2).

Pada Tabel 3 juga menunjukkan bahwa tingkat kesukaan mi berada pada kisaran 4,31 – 5,31 yaitu antara netral hingga agak suka. Panelis cenderung lebih menyukai mi komersil dengan terigu dibandingkan dengan mi analog singkong yang diberi konsentrasi karagenan, namun panelis masih dapat menerima secara keseluruhan produk mi analog singkong dengan penambahan karagenan.

KESIMPULAN

Penambahan karagenan pada mi analog berbasis singkong dapat menurunkan kekenyalan, daya kunyah, daya serap air, dan elongasi mi, tetapi menaikkan kelengketan, kuat tarik, dan elastisitas mi analog.

Mi analog yang karakteristik kekenyalan, kelengketan, dan kekerasannya mendekati mi terigu komersil adalah yang ditambah karagenan 10%. Tingkat kesukaan terhadap mi analog berbasis singkong yang ditambah karagenan 10% masih di bawah mi terigu komersil yang mencapai tingkat hedoni agak suka (skor 5,0), meskipun demikian tingkat kesukaan mi analog mencapai netral sampai agak suka (4,5-5,0).

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Yayasan Pelita Harapan yang telah memberikan dana penelitian melalui LPPM dengan Nomor P-007-FaST/II/2020.

DAFTAR PUSTAKA

- Aini, N., Haryadi, P., Muchtadi, T.R., & Andarwulan, N. (2009). Hubungan sifat kimia dan rheologi tepung jagung putih dengan fermentasi spontan butiran jagung. *Jurnal Pascasarjana Institut Pertanian Bogor*, 32(1), 33-43.
- Akhmad, A.Z., Cinantya, D., & Adeline. (2013). Development of wet noodles based on cassava flour. *Journal of Engineering Technology and*

-
- Science, 45(1), 97-111.
<https://doi.org/10.5614/j.eng.technol.sci.2013.45.1.7>
- Alam, F.A., Siddiqui, Z., Lutfi, A., & Hasnain. (2009). Effect of different hydrocolloids on gelatinization behaviour of hard wheat flour. *Trakia Journal of Sciences*, 7(1), 1–6.
- AOAC. 2006. Official Methods of Analysis. Washington DC: The Association Official Analytical Chemists.
- Ardianto, A., Jamaluddin, P., & Mohammad, W. (2017). Perubahan kadar air ubi kayu selama pengeringan menggunakan pengering kabinet. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, 3(1), 112-116.
<https://doi.org/10.26858/jptp.v3i0.5471>
- Badan Standar Nasional. (1996). *Tepung singkong*. SNI 01-2997-1996. Jakarta: Indonesia.
- Badan Standar Nasional. (2011). *Tepung tapioka*. SNI 3541: 2011. Jakarta: Indonesia.
- Billina, A., Waluyo, S., & Suhandy, D. (2014). Kajian sifat fisik mie basah dengan penambahan rumput laut. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 4(2), 109-116.
- Biyumna, U.L., Windrati, W.S., & Diniyah, N. (2017). Karakteristik mie kering terbuat dari tepung sukun (*Artocarpis altilis*) dan penambahan telur. *Jurnal Agroteknologi*, 11(1), 23-34. <https://doi.org/10.19184/j-agt.v11i1.5440>
- Chandra, M.V., & Shamasundar, B.A. (2015). Texture profile analysis and functional properties of gelatin from the skin of three species of freshwater fish. *International Journal of Food Properties*, 18(1), 572-584.
<https://doi.org/10.1080/10942912.2013.845787>
- Dessuara, C.F., Waluyo, S., & Novita, D.D. (2015). Pengaruh tepung tapioka sebagai bahan substitusi tepung terigu terhadap sifat fisik mie herbal basah. *Jurnal Teknik Pertanian*, 4(2), 81-90.
- Eliason, A.C., & Gudmundsson, M. (2012). Starch: physicochemical and functional aspect. In A.C. Eliason (Eds.), *Carbohydrate in Food*. New York: Marcel Dekker.
- Esti & Prihatman, K. (2000). *Gaplek*. Jakarta: BPP Teknologi.
- Firdaus, M., Jaziri, A.A., Sari, D.S., Yahya., & Prihanto, A.A. (2018). Fortifikasi tepung eucheuma cottoni pada pembuatan mie kering. *Indonesian Journal of Halal*, 1(2), 109-116.
<https://doi.org/10.14710/halal.v1i2.3667>
- Fitriani. (2013). *Pengembangan produk makaroni dari campuran jewawut (*Setaria italica* L.) ubi jalar ungu (*Ipomea batatas* varietas *Ayanyraski*) dan terigu* (thesis). Institut Pertanian Bogor, Bogor, Indonesia.
- Haryanti, P., Setyawati, R., & Wicaksono. (2014). Pengaruh suhu dan lama pemanasan suspensi pati serta konsentrasi butanol terhadap karakteristik fisikokimia pati tinggi amilosa dari tapioka. *Jurnal Agritech*, 34(3), 1-8.
<https://doi.org/10.22146/agritech.9459>
- Husna, N.E.L., Lubis, Y.M., & Ismi, S. (2017). Sifat fisik dan sensori mie basah dari pati sagu dengan penambahan ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*). *Jurnal Teknologi Industri dan Hasil Pertanian*, 22(2),

- 99-106.
<http://dx.doi.org/10.23960/jtihp.v22i2.99-106>
- Impaprasert, R.S., Piyarat, N., Sophontanakij, N., Sakulnate, S., Paengkanya, C., Borompichaichartkul, G., & Srzednicki. (2017). Rehydration and textural properties of dried konjac noodles: effect of alkaline and some gelling agents. *Journal of Horticulturae*, 3(20), 1-10.
<https://doi.org/10.3390/horticulturae3010020>
- Indrianti, N., Sholichah, E., & Darmajana, D.A. (2014). Proses pembuatan mi jagung dengan bahan baku tepung jagung 60 mesh dan teknik sheeting-slitting. *Jurnal Pangan*, 2(3), 256-266.
<https://doi.org/10.33964/jp.v23i3.258>
- Inglett, G.E., Peterson, S.C., Carriere, C.J., & Maneepun. (2015). Rheological, textural, and sensory properties of asian noodles containing an oat cereal hydrocolloid. *Food Chemistry*, 90(1), 1-8.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2003.08.023>
- Kaudin, O., Patadjai, Andi, B., & Isamu, K.T. (2019). Studi penambahan karagenan *Euchema cottoni* dalam pembuatan mie basah berbasis tepung sagu (*Metroxylons* sp.). *Jurnal Fish Protech*, 2(2), 251-259.
<http://dx.doi.org/10.33772/jfp.v2i2.9477>
- Kaur, A., Syehkani, K., Singh, N., Sharma, P., & Kaur, S. (2015). Effect of guar gum and xanthan gum on pasting and noodle making properties of potato, corn, and mug bean starches. *Journal Food Science Technology*, 52(12), 8113-8121.
<https://dx.doi.org/10.1007%2Fs13197-015-0547-5>
- 7-015-1954-5
- Kurniawati, R.D. (2006). *Penentuan desain proses dan formulasi optimal pembuatan mi jagung basah berbasahdasar pati jagung dan corn gluten meal (CGM)* (Skripsi). Institut Pertanian Bogor, Bogor, Indonesia.
- Lawless, H., & Heymann, H. (2010). *Sensory Evaluation of Food Principles and Practices* (2nd ed.). New York: Springer.
- Marzelly, A.D., Yuwanti, S. & Lindriati, T. (2017). Karakteristik fisik, kimia, dan sensoris fruit leather pisang ambon (*Musa paradisiaca* s.) dengan penambahan gula dan karagenan. *Jurnal Agroteknologi*, 11(02), 173-185.
<https://doi.org/10.19184/j-agt.v11i02.6526>
- Mesda, B.M. (2002). *Pencampuran tepung kassava dan gluten serta penambahan kalsium hidroksida sebagai penganting bleng dalam pembuatan mie kassava basah* (Skripsi). Universitas Gajah Mada, Yogyakarta, Indonesia.
- Monica, L., Giriwono, P.E., & Rimbawan. (2018). Pengembangan mi kering berbahan dasar ubi jalar ungu (*Ipomea batatas* L.) sebagai pangan fungsional tinggi serat. *Jurnal Mutu Pangan*, 5(1), 17-24.
- Mulyadi, A.F., Wijana, S., Dewi, L.A., & Putri, W.I. (2014). Karakteristik organoleptik produk mie kering ubi jalar kuning (*Ipomea batatas*) (kajian penambahan telur dan CMC). *Jurnal Teknologi Pertanian*, 15(1), 25-26.
- Okwundu, O.S., & Aluyor, E.O. (2015). Development of whole cassava based instant noodles. *International Journal of Agriculture and Earth Science*, 1(8), 34-47.
- Ratnawati, L., & Afifah, N. (2018). Pengaruh muba guar gum,

- carboxymethyl-cellulose (CMC) dan karagenan terhadap kualitas mi yang terbuat campuran mocaf, tepung beras dan tepung jagung. *Pusbang TTG-LIPI*, 27(1), 43-54.
- Rosalina, L., Suyanto, A., & Yusuf, M. (2018). Kadar protein, elastisitas, dan mutu hedonik mie basah dengan substitusi tepung ganyong. *Jurnal Pangan dan Gizi*, 8(1), 1-10. <https://doi.org/10.26714/jpg.8.1.2018.1-10>
- Rosmauli, J.F. (2016). *Substitusi tepung sorghum terhadap elongasi dan daya terima mie basah dengan volume air yang proposional* (Skripsi). Universitas Muhammadiyah, Surakarta, Indonesia.
- Setyaningsih, D., Apriyantono, A., & Sari, M.P. (2010). *Analisis Sensori untuk Industri Pangan dan Agro*. Bogor: IPB Press.
- Sihmawati, R.R., Rosida, D.A., & Pajaitan, T.W.S. (2019). Evaluasi mutu mie basah dengan substitusi tepung porang dan karagenan sebagai pengemulsi alami. *Jurnal Teknik Industri Heuristic*, 16(1), 45-55. <https://doi.org/10.30996/he.v16i1.2485>
- Siregar, J.A. Nainggolan, R.J., & Numinah, M. (2017). Pengaruh jumlah karagenan dan lama pengeringan terhadap mutu bubuk cincau hitam instan. *Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian*, 5(1), 89-95.
- Sun, K.N., Liao, A.M., Zhang, F., Thakur, K., Zhang, J.G., Huang, J.H., & Wei, Z.J. (2019). Microstructural, textural, sensory properties and quality of wheat-yam composite flour noodles. *Foods Journal*, 8(519), 1-13. <https://doi.org/10.3390/foods8100519>
- Tasia, C. (2020). *Karakterisasi fisik dan sensori mi singkong kering dengan variasi jenis protein serta rasio tepung singkong dan tapioka* (Skripsi). Universitas Pelita Harapan, Tangerang, Indonesia.
- Tethool, E.F. (2011). *Pengaruh heat moisture treatment, penambahan gliserol monostearat serta rasio campuran tepung singkong dan pati sagu terhadap sifat fisikokimia sohun* (Thesis), Universitas Gajah Mada, Yogyakarta, Indonesia.
- Tharise, N., Elisa, J., & Nurminah, M. (2014). Evaluation of physico-chemical and functional properties of composite flour from cassava, rice, potato, soybean, and xanthan gum as alternative of wheat flour. *International Food Research Journal*, 21(4), 1641-1649.
- Umri, A.W., Nurrahman., & Wikanastri, H. (2017). Kadar protein, *tensile strength*, dan sifat organoleptik mie basah dengan substitusi tepung mocaf. *Jurnal Pangan dan Gizi*, 7(1), 38-47. <https://doi.org/10.26714/jpg.7.1.2017.38-47>
- Van de velde, F., Antipova, A.N., Rollema, H.S., Burovo, T.V., Grinberg, N.V., Pereira, L., Gilsenan, P.M., Tromp R.H., Rudoph, B., & Grinberg, V. (2001). The structure of kappa/iota-hybrid carrageenans II. Coil-helix transition as a function of chain composition. *Carbohydrate Research*, 340: 1113-1129. <https://doi.org/10.1016/j.carres.2005.02.015>
- Winifati, Y.E., & Mubarok, A.Z. (2020). Pengaruh konsentrasi karagenan dan tepung terigu terhadap karakteristik fisik *fruit leather* apel anna (*Malus domestica*). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 8(2), 86-94.

-
- Yuliani, H., Rasyid, M.I., Triandita, N., & Angraeni, L. (2020). Karakteristik organoleptik mi kering berbasis tepung terigu pada berbagai tingkat penambahan pure bonggol pisang. *Jurnal Teknologi Pengolahan Pangan*, 2 (1), 8-13.
- Zarkasie, I.M., Prihandini, W.W., Gunawan S., & Wirawasista, A.H. (2017). Pembuatan tepung singkong termodifikasi dengan kapasitas 300.000 ton/tahun. *Jurnal Teknik ITS*, 6(2), 2337-3520. <http://dx.doi.org/10.12962/j23373539.v6i2.24923>

PENGUJIAN AKTIVITAS ANTIJAMUR *Bacillus amyloliquefaciens* STRAIN N1 [ASSESSMENT ON ANTIFUNGAL ACTIVITY OF *Bacillus amyloliquefaciens* STRAIN N1]

Juandy Jo^{1*}, Sara Thalia Subroto², Hans Victor³, Astia Sanjaya⁴
^{1,2,3,4}Program Studi Biologi, Universitas Pelita Harapan, Tangerang, Indonesia

*Korespondensi penulis: juandy.jo@uph.edu

ABSTRACT

The negative impact of fungal contamination in food products is profound. The contamination could be caused by fungi that threatens human health as well. Effective and safe antifungal compounds therefore are crucial to control this issue. It had been reported that certain strains of *Bacillus amyloliquefaciens* exerted an antifungal activity. As a strain of *Bacillus amyloliquefaciens* (called strain N1) had been isolated by our laboratory from a chicken gizzard, we investigated whether this strain had an antifungal activity as well. Two species of fungi, i.e., *Aspergillus welwitschiae* and *Penicillium* sp., were utilized as the target in the whole-cell co-culture method. The result showed that *Bacillus amyloliquefaciens* strain N1 significantly inhibited the growth of *Aspergillus welwitschiae* and *Penicillium* sp. (percentages of inhibition were 73.3% and 100%, respectively). Next, with the availability of whole genome data of *Bacillus amyloliquefaciens* strain N1, the bioinformatic analyses with RAST and nucleotide BLAST database suggested that *Bacillus amyloliquefaciens* strain N1 could secrete antifungal compounds of bacillomycin D, surfactin and fengycin. In conclusion, *Bacillus amyloliquefaciens* strain N1 has a potential to be further utilized due to the presence of its antifungal activity.

Keywords: antifungal; *Aspergillus welwitschiae*; *Bacillus amyloliquefaciens* strain N1; bioinformatic analyses; *Penicillium* sp.

ABSTRAK

Dewasa ini, permasalahan kontaminasi pada produk makanan banyak ditemukan. Kontaminasi ini dapat disebabkan, salah satunya oleh jamur yang dapat mengancam kesehatan manusia. Oleh karena itu, senyawa antijamur yang efektif dan aman dibutuhkan untuk mengendalikan permasalahan ini. Berdasarkan penelitian terdahulu, strain tertentu dari bakteri *Bacillus amyloliquefaciens* diketahui memiliki aktivitas antijamur. Pada penelitian ini, isolat bakteri *Bacillus amyloliquefaciens* strain N1 yang berhasil diisolasi dari tembolok ayam oleh laboratorium Program Studi Biologi Universitas Pelita Harapan diteliti kemampuan aktivitas antijamurnya. Dua spesies jamur, *Aspergillus welwitschiae* dan *Penicillium* sp. dipergunakan sebagai target dalam percobaan dengan metode *whole-cell co-culture*. Hasil percobaan menunjukkan bahwa *Bacillus amyloliquefaciens* strain N1 menghambat pertumbuhan *Aspergillus welwitschiae* dan *Penicillium* sp. masing-masing sebesar 73,3% dan 100%. Percobaan selanjutnya adalah analisis bioinformatika dengan RAST dan *nucleotide BLAST database* berhubung tersedianya data *whole genome* dari *Bacillus amyloliquefaciens* strain N1, dimana ditunjukkan kemungkinan bahwa senyawa antijamur yang dihasilkan adalah bacillomycin D, surfactin dan fengcyn. Kesimpulan kami adalah bahwa *Bacillus amyloliquefaciens* strain N1 memiliki potensi untuk dipergunakan lebih lanjut berkat aktivitas antijamurnya.

Kata kunci: analisis bioinformatika; antijamur; *Aspergillus welwitschiae*; *Bacillus amyloliquefaciens* strain N1; *Penicillium* sp.

PENDAHULUAN

Jamur merupakan mikroorganisme yang ditemukan melimpah di alam dan di berbagai zona geografis. Namun, infeksi atau kontaminasi jamur menimbulkan dampak buruk, baik untuk kesehatan maupun untuk makanan (Radi *et al.*, 2017). Oleh karena itu, dibutuhkan adanya senyawa-senyawa antijamur yang efektif dan aman dalam mengendalikan atau mencegah infeksi ataupun kontaminasi jamur (Nett & Andes, 2016).

Bakteri merupakan salah satu kandidat senyawa antijamur yang sering diteliti (Damayanti *et al.*, 2015). Salah satu tipe bakteri yang diketahui memiliki senyawa antijamur adalah bakteri-bakteri dari genus *Bacillus*, salah satunya *Bacillus amyloliquefaciens* (*B. amyloliquefaciens*) (Kim *et al.*, 2017). Berdasarkan penelitian, strain dari *B. amyloliquefaciens* dilaporkan memiliki aktivitas antijamur (Lee *et al.*, 2017; Li *et al.* 2016).

Oleh karena itu, dilakukan penelitian untuk menguji aktivitas antijamur dari koleksi bakteri *B. amyloliquefaciens* strain N1 Laboratorium Program Studi Biologi Universitas Pelita Harapan yang berhasil diisolasi dari tembolok ayam.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Isolat bakteri yang dipergunakan adalah *B. amyloliquefaciens* strain N1. Isolat jamur yang dipergunakan adalah *Aspergillus welwitschiae* dan *Penicillium* sp. Bahan yang dipergunakan adalah agar bacteriological (Himedia, India), kentang, D+glucose (Merck, Jerman), de Man Rogosa and Sharpe broth (Merck, Jerman), serta Luria Bertani Broth (Condalab, Spanyol).

Metode Penelitian

Uji Aktivitas Antijamur

Bakteri *B. amyloliquefaciens* strain N1 ditumbuhkan di agar Luria Bertani pada suhu 37 °C. Jamur *Aspergillus welwitschiae* dan *Penicillium* sp. ditumbuhkan di *Potato-Dextrose Agar* (PDA) pada suhu 25 °C. Setelah koloni tunggal didapatkan, bakteri dan jamur ditumbuhkan ulang di medium baru (subkultur). Kemudian bakteri *B. amyloliquefaciens* strain N1 diinkubasi selama satu hari, sementara *Aspergillus welwitschiae* dan *Penicillium* sp. diinkubasi selama tujuh hari (Mardanova *et al.* 2017).

Pada penelitian ini juga dilakukan pengujian zona inhibisi pertumbuhan jamur secara kualitatif menggunakan metode *whole-cell co-culture*. Pada metode ini, koloni bakteri dan koloni

jamur dengan diameter 6 mm diambil dan diletakkan dalam cawan petri berisikan PDA dengan jarak tiga sentimeter antara koloni bakteri dan jamur. Selanjutnya, dilakukan inkubasi pada suhu 30 °C selama tujuh hari (Mardanova *et al.* 2017). Kontrol negatif yang digunakan untuk pengujian ini cawan petri PDA yang hanya berisikan koloni jamur. Setelah inkubasi selama tujuh hari selesai, zona inhibisi dilakukan diukur dan dibandingkan dengan kontrol negatif. Selanjutnya, hasil pengukuran digunakan untuk menghitung persentase inhibisi berdasarkan rumus berikut:

$$\text{Persen inhibisi (\%)} = \frac{R - r}{R} \times 100$$

Keterangan:

R = jari-jari pertumbuhan jamur pada kontrol negatif.

r = jari-jari pertumbuhan jamur pada *co-culture*.

Identifikasi Gen Antijamur

Whole-genome sequencing dari *B. amyloliquefaciens* strain N1 telah dilakukan Laboratorium Program Studi Biologi Universitas Pelita Harapan (*manuscript in submission*). Selanjutnya, dilakukan analisis bioinformatika berdasarkan data *whole genome* yang diperoleh untuk mengidentifikasi kandidat gen yang terlibat dalam aktivitas antijamur dari *B. amyloliquefaciens* strain N1. Analisis ini dilakukan menggunakan data *whole genome* dari *B. amyloliquefaciens*

strain WF02 (NZ_CP053376) sebagai *genome reference*.

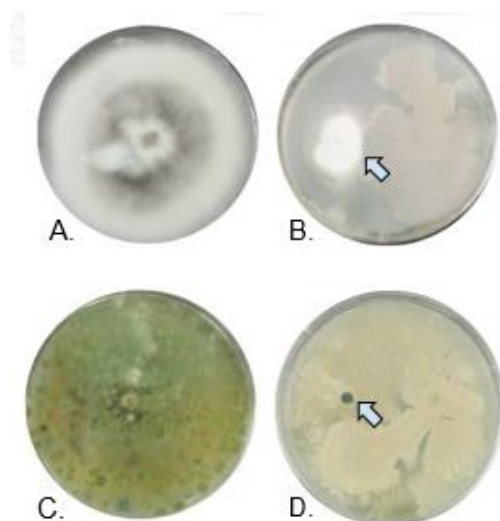
Proses identifikasi dilakukan menggunakan dua metode. Pertama, data genom dengan format FASTA dari *B. amyloliquefaciens* strain N1 dimasukkan ke dalam *Rapid Annotation using Subsystem Technology* (RAST) database (<https://rast.nmpdr.org/>) untuk mengidentifikasi/menganotasi genom. Anotasi genom yang dilakukan mencakup identifikasi gen pengkode protein, gen rRNA dan gen tRNA.

Kedua, genom *B. amyloliquefaciens* strain N1 dianalisis dengan *nucleotide BLAST database* (<https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi?PAGE=Search>) untuk mengidentifikasi kandidat gen yang dapat menghasilkan senyawa antijamur.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Aktivitas Antijamur

Uji aktivitas antijamur dilakukan dengan metode *whole-cell co-culture* antara *B. amyloliquefaciens* strain N1 dengan kedua target jamur. Parameter yang diukur adalah jari-jari dari pertumbuhan jamur. Gambar 1 adalah gambar representatif dari uji aktivitas antijamur tersebut. Hasil pengukuran jari-jari pertumbuhan jamur dan perhitungan persentase inhibisi disajikan di Tabel 1.



Gambar 1. Gambar representatif dari *whole-cell co-culture* *B. amyloliquefaciens* strain N1 dengan *Aspergillus welwitschiae* atau *Penicillium* sp. Lokasi *B. amyloliquefaciens* strain N1 (N1) selalu di sebelah kanan di panel B dan D. A: *Aspergillus welwitschiae* sebagai kontrol negatif; B: N1 dengan *Aspergillus welwitschiae*; C: *Penicillium* sp. sebagai kontrol negatif; D: N1 dengan *Penicillium* sp. Anak panah menunjukan pertumbuhan jamur yang terhambat atau zona inhibisi yang terbentuk.

Identifikasi Gen Antijamur

Berdasarkan hasil metode *whole-cell co-culture* yang menunjukkan adanya aktivitas antijamur dari *B. amyloliquefaciens* strain N1, maka selanjutnya dilakukan analisis bioinformatika untuk mengidentifikasi kandidat gen dalam genom *B. amyloliquefaciens* strain N1 yang menghasilkan senyawa antijamur. Analisis ini dilakukan dengan menggunakan data *whole-genome sequencing* *B. amyloliquefaciens* strain N1 yang telah dilakukan oleh Laboratorium Program Studi Biologi Universitas Pelita Harapan sebelumnya (*manuscript in submission*).

Tabel 1. Hasil pengukuran jari-jari pertumbuhan jamur dan perhitungan persentase inhibisi pertumbuhan jamur pada berbagai kondisi

Kondisi	Jari-Jari Pertumbuhan Jamur (cm)			% Inhibisi
	I	II	III	
<i>Aspergillus welwitschiae</i> (kontrol negatif)	4,5	-	-	0%
<i>Aspergillus welwitschiae</i> + N1	0,8	1,8	1	73,3%
<i>Penicillium</i> sp. (kontrol negatif)	4,5	-	-	0%
<i>Penicillium</i> sp. + N1	0	0	-	100%

Keterangan: kondisi pertama dan ketiga dilakukan masing-masing sekali. Kondisi kedua diulang sebanyak 3 kali. Kondisi keempat diulang sebanyak 2 kali. N1, *B. amyloliquefaciens* strain N1. Angka romawi dalam kolom jari-jari pertumbuhan menunjukkan jumlah pengulangan.

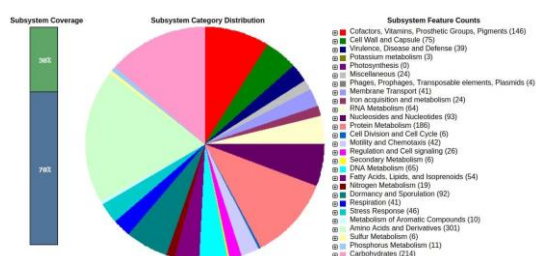
Tabel 1 menunjukkan bahwa *B. amyloliquefaciens* strain N1 memiliki aktivitas antijamur yang dibuktikan dengan terjadinya aktivitas penghambatan pertumbuhan jamur *Aspergillus welwitschiae* dan *Penicillium* sp. secara signifikan. Persentase inhibisi pertumbuhan *Aspergillus welwitschiae* dan *Penicillium* sp. adalah sebesar 73,3% dan 100%.

Analisis dengan RAST database pertama-tama memberikan informasi umum terkait genom *B. amyloliquefaciens* strain N1. Hasil analisis ini dapat dilihat pada Tabel 2. Gambar 2 menampilkan pengelompokan gen-gen dari *B. amyloliquefaciens* strain N1 berdasarkan subsistem yang terannotasi.

Namun, kandidat gen antijamur tidak ditemukan.

Tabel 2. Informasi umum dari genom *B. amyloliquefaciens* strain N1

Indikator	<i>B. amyloliquefaciens</i> strain N1
Ukuran	3.900.964 <i>basepairs</i>
Persentase GC	46,5 %
Jumlah <i>coding sequence</i>	3.929 <i>basepairs</i>
Jumlah RNAs	90



Gambar 2. Data subsistem dari genom *B. amyloliquefaciens* strain N1.

Analisis selanjutnya dengan *nucleotide BLAST database* menunjukkan adanya beberapa kandidat gen antijamur di dalam genom *B. amyloliquefaciens* strain N1, sebagaimana ditampilkan dalam Tabel 3. Tiga keluarga gen penghasil senyawa antijamur yang teridentifikasi adalah bacillomycin D, surfactin dan fengcyn. Ketiga senyawa yang tergolong *cyclic lipopeptide* tersebut bekerja dengan mengganggu fungsi membran dan menimbulkan kebocoran pada sel jamur sehingga ion kalium keluar dari dalam sel, yang akhirnya menimbulkan kematian sel jamur. Cara kerja ini merupakan cara kerja

obat antijamur golongan polien (Nett & Andes, 2016).

Secara lebih mendalam, *bacillomycin D* merupakan kandidat kuat dari senyawa antijamur yang dihasilkan *B. amyloliquefaciens* strain N1, berdasarkan tingginya nilai *query cover* dan *identity percentage* di Tabel 3. Informasi penting lainnya adalah ditemukannya regulator transkripsi gen bacillomycin D (gen *degU*, *degS* dan *comA*) dan gen pengkode protein Kdgc yang berfungsi sebagai *protein transmembrane* untuk mengekspresikan bacillomycin D (Koumoutsis *et al.*, 2007) di genom *B. amyloliquefaciens* strain N1.

Selain bacillomycin D, genom *B. amyloliquefaciens* strain N1 juga memiliki gen penghasil surfactin dan fengcyn. Surfactin berguna untuk meningkatkan daya tahan bakteri tersebut dengan menghambat pertumbuhan bakteri dan jamur (Vitullo *et al.*, 2012; Meena & Kanwar, 2015; Sarwar *et al.*, 2018).

Fengcyn sendiri merupakan agen fungisida yang disintesis oleh *Bacillus* spp. dan umum dipergunakan dalam pertanian (Tao *et al.*, 2011). Nilai *query cover* dan *identity percentage* untuk kedua kelompok gen tersebut juga tinggi (Tabel 3). Perlu diutarakan bahwa penelitian ini tidak menemukan adanya senyawa antijamur lainnya yang dapat dihasilkan oleh *B. amyloliquefaciens* strain N1.

Tabel 3. Hasil *nucleotide BLAST B. amyloliquefaciens* N1 pada gen pengkode komponen antijamur

Sekuen Pembanding	Fungsi	Query Cover	Identity Percentage
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> strain GYL4 bacillomycin D synthetase A (<i>bmyA</i>) gene, partial cds		100	98,41
UNVERIFIED: <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> strain MH71 <i>BmyB</i> -like gene, partial sequence	Gene cluster Bacillomycin D	99	93,51
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> strain GYL4 bacillomycin D synthetase C (<i>bmyC</i>) gene, partial cds		100	98,1
<i>Bacillus subtilis</i> strain BS6 <i>BmyD</i> (<i>bmyD</i>) gene, partial cds		100	95,13
degU – two-component system response regulator <i>DegU</i>		100	100
degS – two-component system response regulator <i>DegS</i>	Regulator transkripsi untuk ekspresi gen Bacillomycin D	100	99,66
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> (<i>comA</i> gene)		100	99,07
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> <i>kdg</i> gene for KdgK protein	Protein transmembran untuk ekspresi Bacillomycin D	98	97,24
Surfactin non-ribosomal peptide synthetase <i>SrfAA</i> [<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>]		100	98,52
Surfactin non-ribosomal peptide synthetase <i>SrfAB</i> [<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>]		100	98,57
Surfactin non-ribosomal peptide synthetase <i>SrfAC</i> [<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>]	Gene cluster Surfactin	100	99,22
Surfactin non-ribosomal peptide synthetase <i>SrfAD</i> [<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>]		100	98,50
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> strain SYBC H47 <i>FenA</i> gene, complete cds		100	99,01
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> strain SYBC H47 <i>FenB</i> gene, complete cds		100	99,43
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> strain SYBC H47 <i>FenC</i> gene, complete cds	Gene cluster Fengycin	100	98,63
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> strain SYBC H47 <i>FenD</i> gene, complete cds		100	97,95
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> strain SYBC H47 <i>FenE</i> gene, complete cds		100	98,76

Sebagai contoh, bacillibactin merupakan senyawa antijamur, dalam kombinasi dengan surfactin dan fengcyn, yang dihasilkan oleh gen *dhb* dari *Bacillus velezensis* (Rabbee dan Baik, 2020). Akan tetapi, analisis RAST dan *nucleotide BLAST database* menunjukkan bahwa genom *B. amyloliquefaciens* strain N1 tidak memiliki gen *dhb* (data tidak ditampilkan).

KESIMPULAN

Hasil penelitian kami mendukung kemungkinan bahwa isolat *Bacillus amyloliquefaciens* strain N1 yang dimiliki Laboratorium Program Studi Biologi Universitas Pelita Harapan memiliki aktivitas antijamur, berdasarkan percobaan *whole-cell co-culture* terhadap jamur *Aspergillus welwitschiae* dan *Penicillium* sp. Analisis bioinformatika yang dilakukan pada data *whole genome* dari *B. amyloliquefaciens* strain N1 mengidentifikasi 3 kelompok gen antijamur, yaitu bacillomycin D, surfactin dan fengcyn. Oleh karena itu, *Bacillus amyloliquefaciens* strain N1 memiliki potensi untuk dipergunakan lebih lanjut berkat aktivitas antijamurnya.

SARAN

Penelitian lanjutan yang dapat dilakukan adalah dengan menggunakan metode *cell-free supernatant* untuk memastikan adanya aktivitas antijamur.

Penelitian berikut yang dapat dilakukan adalah mengidentifikasi senyawa antijamur dari *supernatant* kultur bakteri dengan menggunakan *Liquid Chromatography – Mass Spectrometry* (LC-MS).

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami berterima kasih kepada Dr. Reinhard Pinontoan, Dr. Ellen Tanudjaja, Steven Tan, S.Si. serta Dikson, S.Si. yang telah mengisolasi *Bacillus amyloliquefaciens* strain N1, mengekstraksi DNA serta melakukan *whole-genome sequencing* pada bakteri tersebut. Kami juga berterima kasih kepada Suawa Natania Abigail Christy, S.Si. yang memberikan masukan berharga terkait penulisan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Damayanti, E., Suryani, A.E., Sofyan, A., Karimy, M.F., & Julendra, H. (2015). Seleksi Bakteri Asam Laktat dengan Aktivitas Anti Jamur yang Diisolasi dari Silase dan Saluran Cerna Ternak (Isolation of Lactic Acid Bacteria for Antifungal Activity Isolated from Silage and Animal Digestives Tract). *Jurnal Agritech*, 35(02), 164. <https://doi.org/10.22146/agritech.9402>
- Kim, M.J., Radhakrishnan, R., Kang, S.M., You, Y.H., Jeong, E.J., Kim, J.G., & Lee, I.J. (2017). Plant Growth Promoting Effect of *Bacillus amyloliquefaciens* H-2-5 on Crop Plants and Influence on Physiological Changes in Soybean under Soil Salinity. *Physiology and Molecular Biology of Plants*, 23(3), 571–80. <https://doi.org/10.1007/s12298-017-0449-4>

- \Koumoutsis, A., Chen, X.H., Vater, J., & Borris, R. (2007). DegU and YczE Positively Regulate the Synthesis of Bacillomycin D by *Bacillus amyloliquefaciens* Strain FZB42. *Applied and Environmental Microbiology*, 73 (21), 6953–64. <https://doi.org/10.1128/AEM.00565-07>
- Lee, T., Park, D., Kim, K. Lim, S.M., Yu, N.H., Kim, S., Kim, H.Y., Jung, K.S., Jang, J.Y., Park, J.C., Ham, H., Lee, S., Hong, S.K., & Kim, J.C. (2017). Characterization of *Bacillus amyloliquefaciens* DA12 Showing Potent Antifungal Activity against Mycotoxigenic Fusarium Species. *Plant Pathology Journal*, 33(5), 499–507. <https://doi.org/10.5423/PPJ.FT.06.2017.0126>
- Li, X., Zhang, Y., Wei, Z., Guan, Z., Cai, Y., & Liao, X. 2016. Antifungal Activity of Isolated *Bacillus amyloliquefaciens* SYBC H47 for the Biocontrol of Peach Gummosis. *PLoS ONE*, 11(9), 1–22. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0162125>
- Mardanov, A.M., Hadieva, G.F., Lutfullin, M.T., Khilyas, I.V., Minnullina, L.F., Gilyazeva, A.G., Bogomolnaya, L.M., & Sharipova, M.R. (2017). *Bacillus subtilis* Strains with Antifungal Activity against the Phytopathogenic Fungi. *Agricultural Sciences*, 08(01), 1–20. <http://dx.doi.org/10.4236/as.2017.81001>
- Meena, K.R., & Kanwar, S.S. 2015. Lipopeptides as the Antifungal and Antibacterial Agents. *BioMed Research International*, 2015, 1–9. <https://doi.org/10.1155/2015/473050>
- Nett, J.E., & Andes, D.R. (2016). Antifungal Agents: Spectrum of Activity, Pharmacology, and Clinical Indications. *Infectious Disease Clinics of North America*, 30(1), 51–83. <https://doi.org/10.1016/j.idc.2015.10.012>
- Rabbee, M.F., & Baek, K.H. (2020). Antimicrobial Activities of Lipopeptides and Polyketides of *Bacillus velezensis* for Agricultural Applications. *Molecules*, 25(21).<https://doi.org/10.3390/molecules25214973>
- Radi, N.A.M., Abdelmonem, A.A., & Ziada, A.A. (2017). A Study on the Antifungal Effects of *Lactobacillus* Spp. on Candida Species. *The Egyptian Journal of Medical Microbiology*, 26(3), 25–29.
- Sarwar, A., Hassan, M.N., Imran, M., Iqbal, M., Majeed, S., Brader, G., Sessitsch, A., & Hafeez, F.Y. (2018). Biocontrol Activity of Surfactin A Purified from *Bacillus* NH-100 and NH-217 against Rice Bakanae Disease. *Microbiological Research*, 209, 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.micres.2018.01.006>
- Tao, Y., Bie, X., Lv, F., Zhao, H., & Lu, Z. (2011). Antifungal Activity and Mechanism of Fengycin in the Presence and Absence of Commercial Surfactin Against *Rhizopus stolonifer*. *Journal of Microbiology*, 49(1), 146–50. <https://doi.org/10.1007/s12275-011-0171-9>
- Vitullo, D., Di Pietro, A., Romano, A., Lanzotti, V., & Lima, G. (2012). Role of New Bacterial Surfactins in the Antifungal Interaction between *Bacillus amyloliquefaciens* and *Fusarium oxysporum*. *Plant Pathology*, 61(4), 689–99. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2011.02561.x>

**KARAKTERISTIK FISIKOKIMIA KOMBUCHA DAUN PEGAGAN (*Centella asiatica* (L.) Urban) DENGAN PENAMBAHAN MADU
[PHYSICOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF KOMBUCHA FROM GOTU KOLA LEAVES (*Centella asiatica* (L.) Urban) WITH HONEY ADDITION]**

Ratna Handayani^{1*}, Stefany Indah Pricilia Tjoa², Dela Rosa³

^{1,2}Program Studi Teknologi Pangan, Universitas Pelita Harapan, Tangerang, Indonesia

³Program Studi Farmasi, Universitas Pelita Harapan, Tangerang, Indonesia

*Korespondensi penulis: ratna.handayani@uph.edu

ABSTRACT

Gotu kola (Centella asiatica (L.) Urban) is a type of plant that grows in Indonesia and is generally used as a brewed drink and traditional medicine. Kombucha is a fermented beverage of tea and sugar as a fermentation substrate using a kombucha starter culture called Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast. This research to determine the effect of honey addition and fermentation time for antioxidant activity of kombucha. Gotu kola with concentrations of 1%, 2% and 3% leaves with 12 days of fermentation. Kombucha with the best antioxidant activity added with honey and variations in fermentation time. Kombucha analyzed in the form of antioxidant activity, total phenolic, color, pH, total titrated acid, total dissolved solids, SCOBY thickness, total bacteria, total yeast, and hedonic. Gotu kola kombucha was added with 10%, 15%, and 20% honey with 4 days, 8 days, 12 days, and 16 days of fermentation. Gotu kola kombucha with the addition of 20% honey and 12 days of fermentation had the lowest IC₅₀ amount of 4061,64±355,41 ppm, total phenolic amount of 995,8176±0,67 mg GAE/L, lightness amount of 42,34±0,07, °Hue amount of 89,76±0,02, pH amount of 2,77±0,00, SCOBY thickness amount of 0,70±0,07 cm, total bacteria amount of 4,73±8,54 CFU/mL, total yeast amount of 6,72±7,33 CFU/mL, and overall acceptance 6,27±0,96. Gotu kola kombucha with the addition of 20% honey and 12 days of fermentation had the highest antioxidant activity indicated by the lowest IC value.

Keywords: *fermentation; gotu kola (Centella asiatica (L.) Urban); honey; IC₅₀; kombucha*

ABSTRAK

Pegagan (*Centella asiatica* (L.) Urban) adalah salah satu jenis tanaman yang tumbuh di Indonesia dan pada umumnya dimanfaatkan sebagai minuman yang diseduh dan obat-obatan tradisional. Kombucha merupakan minuman yang diperoleh dari hasil fermentasi teh dan gula sebagai substrat fermentasi dengan menggunakan starter kultur kombucha yang disebut *Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan madu dan lama fermentasi terhadap aktivitas antioksidan kombucha. Kombucha akan dilakukan analisis berupa aktivitas antioksidan, total fenolik, warna, pH, ketebalan pelikel, total bakteri, total khamir, dan penerimaan secara keseluruhan. Kombucha daun pegagan ditambahkan madu 10%, 15%, dan 20% dengan lama fermentasi selama 4 hari, 8 hari, 12 hari, dan 16 hari. Kombucha pegagan dengan penambahan madu 20% dan lama fermentasi 12 hari memiliki nilai IC₅₀ terendah yaitu sebesar 4061,64±355,41 ppm, total fenolik 995,8176±0,67 mg GAE/L, *lightness* 42,34±0,07, °*Hue* 89,76±0,02, pH 2,765±0,00, ketebalan pelikel 0,70±0,07 cm, total bakteri 4,73±8,54 CFU/mL, total khamir 6,72±7,33 CFU/mL, dan penerimaan

keseluruhan $6,27 \pm 0,96$. Kombucha pegagan dengan perlakuan penambahan madu 20% dan lama fermentasi 12 hari memiliki aktivitas antioksidan tertinggi ditunjukkan dengan nilai IC_{50} yang terendah.

Kata kunci: IC_{50} ; kombucha; lama fermentasi; madu; pegagan (*Centella asiatica* (L.) Urban)

PENDAHULUAN

Kombucha merupakan minuman hasil fermentasi teh dan gula dengan memanfaatkan pertumbuhan simbiosis antara khamir dan bakteri yang disebut dengan SCOBY (*Symbiotic Culture Bacteria and Yeast*) (Lestari dan Lailatus, 2020). Perubahan sifat fisik dan kimia akan terjadi selama proses fermentasi seperti pH, kadar gula, dan kadar antioksidan. Hal-hal yang dapat memengaruhi fermentasi kombucha, yaitu lama waktu fermentasi, jumlah gula, jumlah starter, dan konsentrasi teh (Nurhayati *et al.*, 2020).

Pegagan merupakan salah satu tanaman yang tumbuh di daerah tropis dan mempunyai daerah penyebaran yang luas. Tanaman pegagan dapat tumbuh di dataran rendah, dataran tinggi, dan 2.500 m di atas permukaan laut. Tanaman pegagan memiliki kandungan antioksidan yang tinggi karena senyawa fenol sebagai kontributor utama (Saputri & Evy, 2015). Aktivitas antioksidan daun pegagan kering yaitu sebesar 42,63 ppm sehingga termasuk dalam golongan

antioksidan yang sangat kuat (Yulianti *et al.*, 2019).

Madu merupakan salah satu pemanis alami yang dapat digunakan sebagai pengganti gula dalam proses fermentasi kombucha. Selain dijadikan pemanis alami, madu juga dapat dikonsumsi secara langsung. Madu memiliki kandungan fruktosa, glukosa, dan sukrosa sehingga dapat menjadi pengganti gula (Pebiningrum & Joni, 2018).

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah daun pegagan kering yang dibeli dari produsen tanaman di Bandung Barat, madu murni randu “Granova”, gula “Rose Brand”, air mineral “Amidis”, starter kombucha cair SCOBY (*Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast*) yang dibeli dari pembibit kombucha di Kelapa Dua, Kabupaten Tangerang, etanol, larutan DPPH (2,2 *diphenyl-1-picrylhydrazyl*), reagen Folin-Ciocalteu, Na_2CO_3 , asam galat, NaOH 0,1 N, indikator

phenolphthalein, asam oksalat, *buffer* pH 4, *buffer* pH 7, *buffer* pH 9, NaCl fisiologis, asam tartarat, MRSA, PDA, *crystal violet*, iodine, alkohol, safranin, *methylene blue*, minyak imersi.

Alat yang digunakan adalah spektrofotometer Uv-Vis “Thermo Scientific Genesys 20”, pH meter “Metrohm”, *chromameter* “Konica Minolta”, *vortex mixer* “Barnstead Thermolyne”, *colony counter* “Funke Gerber”, mikropipet “Thermo Scientific Finnpiette”, *laminar air flow*, *autoclave*, erlenmeyer, *aluminium foil*, *hand refractometer*, jangka sorong “Tricle Brand”, mikroskop “Olympus”.

Metode Penelitian

Pembuatan Kombucha

Daun pegagan kering disortir dan dipisahkan bagian daun, batang dan akar. Daun pegagan kemudian ditimbang sebanyak 3% dari jumlah air yang dipergunakan untuk penyeduhan, selanjutnya dilakukan penyeduhan menggunakan air sebanyak 400 mL pada suhu 80°C selama 15 menit. Daun pegagan yang telah diseduh kemudian disaring dan didinginkan hingga suhu seduhan mencapai $\pm 25^{\circ}\text{C}$. Seduhan daun pegagan yang telah didinginkan kemudian ditambahkan gula

5%, dilakukan pengadukan kemudian ditambahkan madu sesuai dengan konsentrasi perlakuan (10%, 15%, dan 20%) disertai dengan pengadukan. Konsentrasi madu yang ditambahkan berasal dari jumlah air yang ditambahkan untuk penyeduhan yaitu sebanyak 400 mL air. Setelah ditambahkan madu, seduhan dipindahkan ke toples kaca kemudian ditambahkan SCOBY dan *starter* kultur kombucha sebanyak 20% (b/v). Toples kaca ditutup dengan kain saring merk “ero” dan diikat dengan karet. Fermentasi kombucha daun pegagan dilakukan selama 4, 8, 12, dan 16 hari dan pada suhu ruang.

Aktivitas antioksidan (Hidayana & Ariya, 2017; Julizan *et al.*, 2017 dengan Modifikasi)

Aktivitas antioksidan pada percobaan ini dilakukan dengan metode DPPH. Pada percobaan ini menggunakan etanol sebagai blanko. Sampel kombucha daun pegagan diencerkan menggunakan etanol absolut hingga pengenceran tertentu. Sebanyak 1,4 mL kombucha daun pegagan yang sudah diencerkan dan 0,6 mL larutan DPPH ditambahkan kedalam tabung reaksi, lalu di homogenisasi menggunakan *vortex*. Larutan sampel di inkubasi selama 30 menit dalam ruang tertutup dan terhindar dari cahaya,

lalu larutan sampel diukur absorbansinya menggunakan alat spektrofotometer dengan Panjang gelombang 517 nm.

Fenolik (Tahir *et al.*, 2017; Zuraida *et al.*, 2017 dengan Modifikasi)

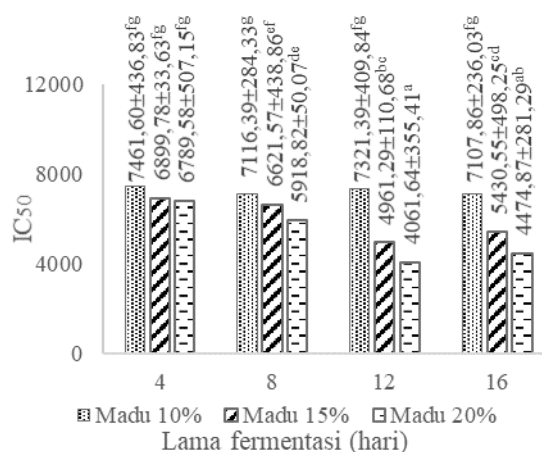
Uji kadar fenolik dilakukan dengan metode *Folin-Ciocalteu*. Sampel kombucha daun pegagan diambil sebanyak 0,3 mL dan ditambahkan reagen *Folin-Ciocalteu* sebanyak 1,5 mL lalu dihomogenkan menggunakan *vortex* dan dibiarkan selama 5 menit kemudian ditambahkan larutan Na_2CO_3 sebanyak 1,2 mL. Larutan dihomogen dengan menggunakan *vortex*. Setelah dihomogenkan menggunakan *vortex* kemudian larutan didiamkan pada ruang gelap selama 20 menit. Asam galat digunakan sebagai larutan standar. Absorbansi diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 765 nm.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Aktivitas antioksidan (IC_{50})

Berdasarkan hasil uji statistik *Univariate ANOVA* dapat dilihat bahwa terdapat pengaruh signifikan ($p \leq 0,05$) pada interaksi konsentrasi madu dan lama fermentasi terhadap aktivitas antioksidan kombucha daun pegagan. Rata-rata aktivitas

antioksidan daun pegagan dengan penambahan madu 10%, 15%, dan 20% dan variasi lama fermentasi 4 hari, 8 hari, 12 hari, dan 16 hari dapat dilihat pada Gambar 1.



Keterangan: Notasi berbeda menunjukkan perbedaan signifikan ($p \leq 0,05$)

Gambar 1. Aktivitas antioksidan (IC_{50}) kombucha daun pegagan

Kombucha daun pegagan dengan konsentrasi madu sebanyak 20% dan lama fermentasi 12 hari memiliki nilai IC_{50} yang terendah yaitu sebesar 4061,64±355,41 ppm. Kombucha daun pegagan dengan konsentrasi madu sebanyak 10% dan lama fermentasi 4 hari memiliki IC_{50} tertinggi yaitu sebesar 7461,60±436,83 ppm. IC_{50} yang semakin rendah menunjukkan bahwa sampel memiliki aktivitas antioksidan yang paling tinggi sehingga kombucha daun pegagan dengan konsentrasi madu sebanyak 20% dan lama fermentasi 12 hari memiliki aktivitas antioksidan yang tertinggi. Senyawa pendukung aktivitas antioksidan di

dalam madu antara lain karotenoid, asam amino essensial, asam-asam organik, flavonoid, flavonols, asam fenolik, katekin, dan turunan asam sinamat (Pebiningrum dan Joni, 2018).

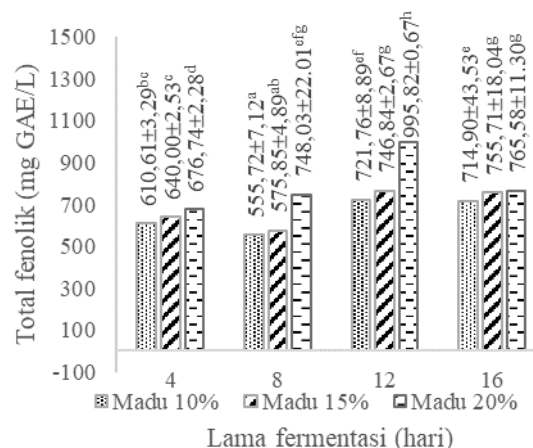
Bakteri asam asetat dan asam laktat pada kombucha akan meningkatkan aktivitas antioksidan karena aktivitas metabolismenya (Degirmencioglu *et al.*, 2020). Keberadaan khamir, bakteri asam laktat, dan bakteri asam asetat akan memetabolisme gula yang terdapat di dalam madu sehingga menghasilkan asam-asam organik.

Total Fenolik

Berdasarkan hasil uji statistik *Univariate* ANOVA dapat dilihat bahwa terdapat pengaruh signifikan ($p \leq 0,05$) pada interaksi konsentrasi madu dan lama fermentasi terhadap total kandungan fenolik kombucha daun pegagan. Rataa-rata total fenolik daun pegagan dengan penambahan madu 10%, 15%, dan 20% dan variasi lama fermentasi 4 hari, 8 hari, 12 hari, dan 16 hari dapat dilihat pada Gambar 2.

Kombucha daun pegagan dengan konsentrasi madu sebanyak 20% dan lama fermentasi 12 hari memiliki total fenolik tertinggi yaitu sebesar $995,82 \pm 0,67$ mg GAE/L. Kombucha daun pegagan dengan konsentrasi madu sebanyak 10% dan lama

fermentasi 8 hari memiliki total fenolik paling rendah yaitu sebesar $555,72 \pm 7,12$ mg GAE/L.



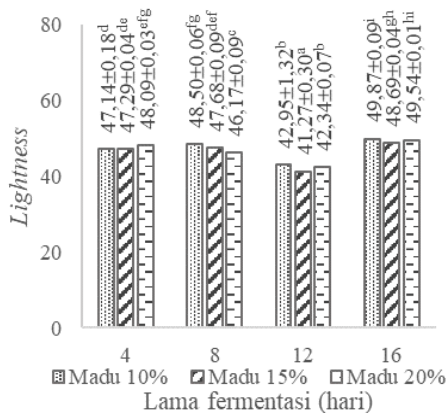
Keterangan: Notasi berbeda menunjukkan perbedaan signifikan ($p \leq 0,05$)

Gambar 2. Total fenolik kombucha daun pegagan

Kombucha daun teh hitam dengan penambahan madu (Degirmencioglu *et al.*, 2020) menghasilkan total fenolik tertinggi pada hari ke-12. Madu memiliki beberapa senyawa seperti asam-asam fenolik, flavonoid, protein, enzim, asam-asam organik, dan mineral yang dapat meningkatkan total fenolik di dalam kombucha dan meningkatkan aktivitas antioksidan kombucha daun pegagan. Berdasarkan hasil penelitian, dapat dinyatakan fermentasi selama 12 hari menghasilkan total fenolik maksimum pada kombucha.

Lightness

Berdasarkan hasil uji statistik *Univariate* ANOVA dapat dilihat bahwa terdapat pengaruh signifikan ($p \leq 0,05$) pada interaksi konsentrasi madu dan lama fermentasi terhadap nilai *lightness* kombucha daun pegagan. Rata-rata *lightness* daun pegagan dengan penambahan madu 10%, 15%, dan 20% dan variasi lama fermentasi 4 hari, 8 hari, 12 hari, dan 16 hari dapat dilihat pada Gambar 3.



Keterangan: Notasi berbeda menunjukkan perbedaan signifikan ($p \leq 0,05$)

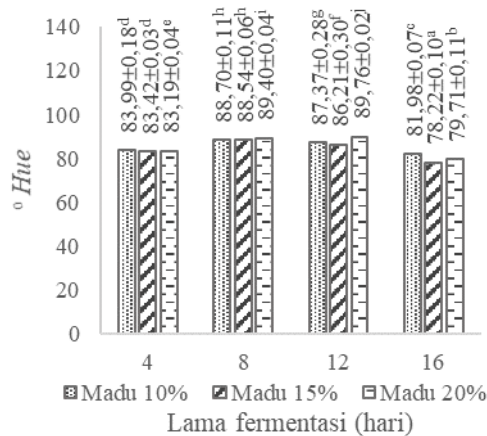
Gambar 3. *Lightness* kombucha daun pegagan

Kombucha daun pegagan dengan konsentrasi madu sebanyak 10% dan lama fermentasi 16 hari memiliki *lightness* tertinggi yaitu sebesar $49,87 \pm 0,02$. Kombucha daun pegagan dengan konsentrasi madu sebanyak 15% dan lama fermentasi 8 hari memiliki *lightness* paling rendah yaitu sebesar $41,27 \pm 0,30$.

Semakin tinggi derajat *lightness*, artinya warna akan semakin cerah. Berdasarkan Gambar 3, penambahan madu sebanyak 10% dan lama fermentasi selama 16 hari menghasilkan tingkat kecerahan kombucha yang paling tinggi. Tingkat kecerahan dari kombucha dipengaruhi kandungan tanin yang terdapat pada daun pegagan. Tanin akan mengalami kerusakan karena aktivitas fermentasi yang menghasilkan senyawa asam. Tingkat kecerahan kombucha juga meningkat seiring bertambahnya waktu fermentasi. Madu dengan konsentrasi semakin tinggi maka akan meningkatkan total padatan terlarut.

Hue

Berdasarkan hasil uji statistik *Univariate* ANOVA dapat dilihat bahwa terdapat interaksi ($p \leq 0,05$) antara konsentrasi madu dan lama fermentasi terhadap nilai °Hue kombucha daun pegagan. Rata-rata °Hue daun pegagan dengan penambahan madu 10%, 15%, dan 20% dan variasi lama fermentasi 4 hari, 8 hari, 12 hari, dan 16 hari dapat dilihat pada Gambar 4.



Keterangan: Notasi berbeda menunjukkan perbedaan signifikan ($p \leq 0,05$)

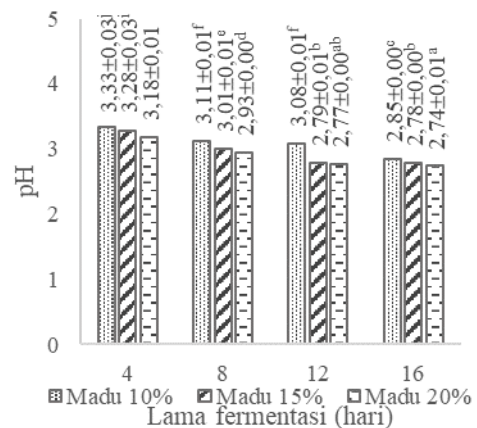
Gambar 4. °Hue kombucha daun pegagan

Kombucha daun pegagan dengan konsentrasi madu sebanyak 20% dan lama fermentasi 12 hari memiliki °Hue tertinggi yaitu sebesar $89,76 \pm 0,02$. Kombucha daun pegagan dengan konsentrasi madu sebanyak 15% dan lama fermentasi 16 hari memiliki °Hue paling rendah yaitu sebesar $78,22 \pm 0,10$. Menurut Souripet (2015), °Hue tersebut termasuk dalam range kuning. Saat perebusan daun pegagan, warna air rebusan adalah kuning, namun saat ditambahkan madu akan menjadi lebih gelap. Konsentrasi madu dapat memengaruhi tingkat kekuningan pada madu. Kombucha dengan penambahan madu sebanyak 20% akan meningkatkan pigmen karotenoid di dalam minuman. Penurunan warna kuning dari karotenoid akibat fermentasi yang lama sehingga suasana asam dapat menyebabkan

karotenoid menjadi lebih pudar (Ayuratri & Joni, 2017).

pH

Berdasarkan hasil uji statistik *Univariate* ANOVA dapat dilihat bahwa terdapat interaksi ($p \leq 0,05$) antara konsentrasi madu dan lama fermentasi terhadap nilai pH kombucha daun pegagan. Rata-rata nilai pH daun pegagan dengan penambahan madu 10%, 15%, dan 20% dan variasi lama fermentasi 4 hari, 8 hari, 12 hari, dan 16 hari dapat dilihat pada Gambar 5.



Keterangan: Notasi berbeda menunjukkan perbedaan signifikan ($p \leq 0,05$)

Gambar 5. Nilai pH kombucha daun pegagan

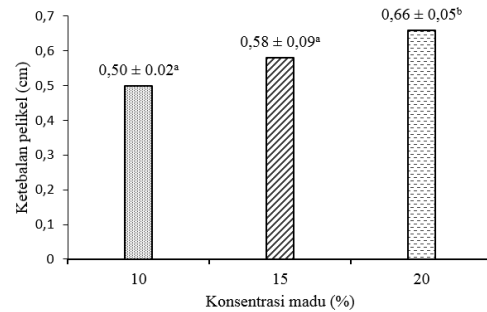
Pada Gambar 5 terlihat kombucha dengan penambahan madu sebanyak 20% dan lama fermentasi 16 hari memiliki tingkat keasaman yang paling tinggi. Konsentrasi madu yang semakin tinggi akan

meningkatkan kandungan sukrosa di dalam kombucha. Semakin banyak gula yang ditambahkan maka khamir dapat merombak lebih banyak sukrosa sehingga dapat diubah menjadi asam-asam organik. Asam asetat dan asam glukonat yang terdapat di dalam madu mulai terbentuk pada saat penurunan pH mulai dari 5 hingga tingkat keasaman 2,5. Pelepasan ion H^+ bakteri asam asetat juga dapat menurunkan pH kombucha (Ayuratri & Joni, 2017).

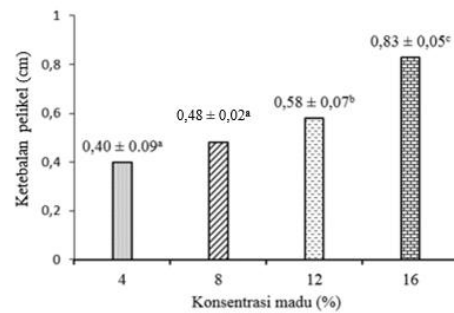
Ketebalan Pelikel

Pada Gambar 6 konsentrasi madu dan lama fermentasi memiliki pengaruh yang signifikan ($p \leq 0,05$) terhadap ketebalan pelikel kombucha daun pegagan. Namun interaksi antara konsentrasi madu dengan lama fermentasi tidak memiliki pengaruh yang signifikan ($p > 0,05$).

Semakin lama waktu fermentasi maka bakteri asam asetat dapat membentuk selulosa lebih tebal hingga sukrosa pada madu telah dirombak seluruhnya menjadi alkohol dan selulosa.



(a)



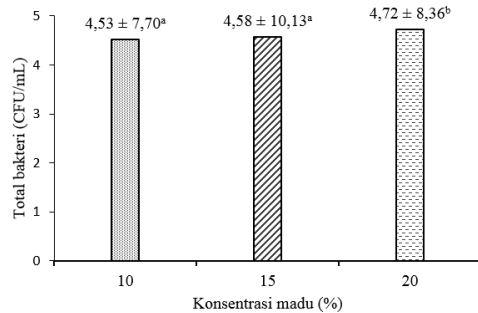
(b)

Keterangan: Notasi berbeda menandakan perbedaan signifikan ($p \leq 0,05$)

Gambar 6. Pengaruh konsentrasi madu (a) dan (b) lama fermentasi terhadap ketebalan pelikel kombucha daun pegagan

Total Bakteri

Pada Gambar 7 konsentrasi madu memiliki pengaruh yang signifikan ($p \leq 0,05$) terhadap total bakteri kombucha daun pegagan. Namun lama fermentasi dan interaksi antara konsentrasi madu dengan lama fermentasi tidak memiliki pengaruh yang signifikan ($p > 0,05$).



Keterangan: Notasi berbeda menandakan perbedaan signifikan ($p \leq 0,05$)

Gambar 7. Pengaruh konsentrasi madu terhadap total bakteri kombucha daun pegagan

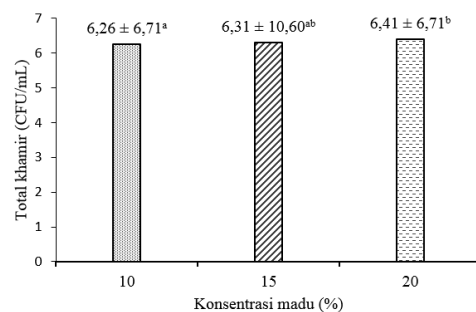
Bakteri yang terdapat pada kombucha pada umumnya adalah bakteri asam asetat seperti *Acetobacter xylinum* dan bakteri asam laktat seperti *Leuconostoc*. Peningkatan jumlah bakteri pada kombucha dapat disebabkan oleh konsentrasi madu yang meningkat sehingga nutrisi dan energi untuk mikroba tercukupi sehingga pertumbuhan mikroba dapat meningkat (Nurhayati *et al.*, 2020).

Total khamir

Pada Gambar 8 konsentrasi madu memiliki pengaruh yang signifikan ($p \leq 0,05$) terhadap total khamir kombucha daun pegagan. Namun lama fermentasi dan interaksi antara konsentrasi madu dengan lama fermentasi tidak memiliki pengaruh yang signifikan ($p > 0,05$).

Khamir dapat tumbuh dengan memanfaatkan gula pada madu sebagai substrat. Khamir yang pada umumnya

tumbuh pada kombucha adalah *Saccharomyces cerevisiae*. Penambahan madu akan menyebabkan peningkatan jumlah khamir dapat merombak glukosa sehingga membentuk etanol. Etanol dioksidasi oleh bakteri asam asetat menjadi asam asetat. Peningkatan jumlah khamir juga dapat meningkatkan total fenolik (Nurhayati *et al.*, 2020).



Keterangan: Notasi berbeda menandakan perbedaan signifikan ($p \leq 0,05$)

Gambar 8. Pengaruh konsentrasi madu terhadap total khamir kombucha daun pegagan

Penerimaan Keseluruhan

Pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa konsentrasi madu tidak memiliki pengaruh yang signifikan ($p > 0,05$) terhadap hedonik penerimaan secara keseluruhan kombucha daun pegagan. Berdasarkan Tabel 1, kombucha dengan tingkat kesukaan tertinggi yaitu kombucha dengan penambahan madu sebesar 20% dengan nilai $6,27 \pm 0,96$. Kombucha dengan penambahan madu sebesar 10% memiliki nilai $5,93 \pm 0,59$ sedangkan kombucha dengan penambahan

madu sebesar 15% memiliki nilai $6,07 \pm 0,29$. Hasil dari uji hedonik menunjukkan bahwa kombucha daun pegagan dapat diterima dengan baik oleh panelis.

Tabel 1 Penerimaan keseluruhan kombucha dengan variasi konsentrasi madu

Konsentrasi madu (%)	Penerimaan keseluruhan
10	5,93
15	6,07
20	6,27

Keterangan: skala 1: sangat tidak suka, 7: sangat suka

KESIMPULAN

Hasil analisis kombucha daun pegagan dengan penambahan madu dengan variasi konsentrasi penambahan madu dan lama fermentasi berpengaruh meningkatkan aktivitas antioksidan, total fenolik, warna, ketebalan pelikel, dan menurunkan nilai pH. Kombucha daun pegagan dengan penambahan madu sebanyak 20% dan lama fermentasi selama 12 hari menghasilkan aktivitas antioksidan dan total fenolik yang paling tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- AOAC. (2005). *Official methods of analysis*. 18th edition. AOAC International. United States of America.
- Ayuratri, M. K. dan Joni, K. (2017). Aktivitas antibakteri kombucha jahe (*Zingiber officinale*) (Kajian

varietas jahe dan konsentrasi madu). *Jurnal Pangan and Agroindustri*, 5(3), 95-107.

- Bayu, M. K., Heni, R., dan Nurwantoro, N. (2017). Analisis total padatan terlarut, keasaman, kadar lemak, dan tingkat viskositas pada kefir optima dengan lama fermentasi yang berbeda. *Jurnal Teknologi Pangan*, 1(2), 33-38.

- Degirmencioglu, N., Elif, Y., & Guldaz, M. (2020). Health benefits of kombucha tea enriched with olive oil and honey. *Journal of Obesity and Chronic Diseases*, 4(1), 1-5.

- Fitriani, N., Herman, H. & Laode, R. (2019). Antioksidan ekstrak daun sumpit (*Brucea javanica* (L.) Merr) dengan metode DPPH. *Jurnal Sains dan Kesehatan*, 2(1), 57-62.

- Galih, K. P. (2015). Uji efektifitas antimikroba kombucha dan yogurt sari bunga bakung paskah (*Lilium longiflorum* Thumb) dengan penambahan sari kurma (*Phoenix dactylifera* L.) dan lama fermentasi. Skripsi. Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.

- Kamaluddin, M. J. N. & Mustika, N. H. (2018). Pengaruh perbedaan jenis hidrokoloid terhadap karakteristik *fruit leather* pepaya. *Edufortech*, 3(1), 25-32.

- Nasir, M. & St, Rahmdani. (2015). Uji organoleptik the kombucha dari berbagai jenis teh dan waktu fermentasi yang berbeda. *Jurnal Pendidikan Biologi*, 4(10), 6-14.

- Lestari, K. A. P., & Lailatus, S. (2020). Karakteristik kimia dan fisik teh hijau kombucha pada waktu pemanasan yang berbeda. *Journal of Pharmacy and Science* 5, (1).
- Nurhayati, N., Sih, Y., & Aurora, Urbahillah. (2020). Karakteristik fisikokimia dan sensori kombucha *Cascara* (Kulit kopi ranum). *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 31(1), 38-49.
- Pebiningrum, A. & Joni, K. (2018). Pengaruh varietas jahe (*Zingiber officinale*) dan penambahan madu terhadap aktivitas antioksidan minuman fermentasi kombucha jahe. *Journal of Food and Life Sciences*, 1(2), 33-42.
- Rohman, A., Bambang., D., & Heni, R. (2015). Pengaruh lama fermentasi terhadap total asam, total bakteri asam laktat, total khamir, dan mutu hedonik kefir air kelapa hijau (*Cococs nucifera*). *Jurnal Teknologi Pangan*, 3(1), 127-133.
- Saputri, I. & Evy, D. (2015). Penambahan pegagan (*Centella asiatica*) dengan berbagai konsentrasi dan pengaruhnya terhadap sifat fisikokimia cookies sagu. *Jurnal Gizi Pangan*, 10(2), 149-156.
- Sari, P. A. & Irdawati, I. (2019). Kombucha tea production using different tea raw materials. *Bioscience*, 3(2), 135-145.
- Souripet, A. (2015). Komposisi, sifat fisik dan tingkat kesukaan nasi ungu. *Agritekno Jurnal Teknologi Pertanian Pertanian*, 4(1), 25-32.
- Sukarman, S., Dewi, A. A., & Nur, B. P. U. (2017). Evaluasi kualitas warna ikan clown *Amphiprion percula* Lacepede 1802 tangkapan alam dan hasil budidaya. *Jurnal Riset Akuakultur*, 12(3), 231-239.
- Suryaningsih, V., Rejeki, S. F., & Endang, K. (2019). Karakteristik morfologi, biokimia, dan molekuler isolate khamir IK-2 hasil isolasi dari jus buah sirsak (*Annona muricata* L.). *Jurnal Biologi*, 7(1), 18-25.
- Susilowati, S. (2013). Perbedaan waktu fermentasi dalam pembuatan teh kombucha dari ekstrak the hijau lokal *Arraca Kiara*, *Arraca Yabukita*, *Pekoe* dan *Dewata* sebagai minuman fungsional untuk anti oksidan. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi*, (4). Universitas Wahid Hasyim Semarang.
- Wahdaningsih, S., Erna, P. S., & Subagus, W. (2011). Aktivitas penangkap radikal bebas dari batang pakis (*Alsophila glauca* J. Sm). *Majalah Obat Tradisional*, 16(3), 156-160.
- Tahir, M., A, M., & Syafrianti, S. (2017). Penentuan kadar fenolik total ekstrak etanol dan nilam (*Pogostemon cablin* Benth.) dengan metode spektrofotometri UV-Vis. *Jurnal Fitofarmaka Indonesia*, 4(1), 215-218. doi: <https://doi.org/10.33096/jffi.v4i1.231>
- Yulianti, D., Marleen, S., & Endah, W. (2019). Aktivitas antioksidan daun pegagan (*Centella asiatica* L. Urban) dan bunga krisan (*Crhysanthemum* sp) pada tiga variasi suhu pengeringan.

Pasundan Food Technology Journal, 6(3), 142-147.

Zuraida, Z., Sulistiyanti, S., Dondin, Sajuthi., & Irma, H. S. (2017). Fenol, flavonoid, dan aktivitas antioksidan pada ekstrak kulit batang pulai (*Alstonia scholaris* R. Br). *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 35(3), 211-219.

**KARAKTERISTIK FISIKOKIMIA TEH HITAM HERBAL DAUN JAMBU BIJI YANG
DITAMBAHKAN DENGAN SARI JERUK NIPIS DAN *Eucalyptus globulus*
[PHYSICOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF GUAVA LEAF HERBAL TEA ADDED
WITH LIME JUICE AND *Eucalyptus globulus*]**

Yuniwaty Halim^{1*}, Fella Evelyn², dan Dela Rosa³

^{1,2}Program Studi Teknologi Pangan, Universitas Pelita Harapan, Tangerang, Indonesia

³Program Studi Farmasi, Universitas Pelita Harapan, Tangerang, Indonesia

*Korespondensi penulis: yuniwaty.halim@uph.edu

ABSTRACT

Guava leaves can be utilized as herbal tea because it contains bioactive compounds. In this research, guava leaf herbal tea was prepared according to black tea making process. Guava leaf herbal tea tends to have an astringent taste, therefore lime juice and *Eucalyptus globulus* were added to improve the sensory characteristics. The purpose of this study was to determine the best brewing temperature and time, and the effect of lime juice concentration and *E. globulus* essential oil on physicochemical and sensory properties of guava leaf herbal tea. In the first stage research, guava leaf herbal tea was brewed at different temperature (70, 80, 90°C) and time (5, 10, 15 minutes). The selected brewing temperature and time was 90°C for 10 minutes, with antioxidant activity (IC₅₀) of 4372.22±54.71 ppm, total phenolic of 292.88±8.35 mg GAE/L, total flavonoids of 80.83±1.61 mg QE/L, and condensed tannin of 543.10 ±38.68 mg CE/L. In the second research stage, guava leaf herbal tea was prepared with the addition of lime (1, 2, 3%) and *E. globulus* (0,05, 0,10, 0,15%). When compared to herbal teas without the addition of lime and *E. globulus*, guava leaf herbal tea with addition of 3% lime and 0,15% *E. globulus* has lower antioxidant activity (IC₅₀) of 10199.18±289.35 ppm, total phenolic of 303.12±19.70 mg GAE/L, total flavonoids of 78.20±3.52 mg QE/L, and condensed tannins of 362.40±12.40 mg CE/L. However, addition of lime and *E. globulus* to the guava leaf herbal tea increased the panelists' preference in terms of color and astringency.

Keywords: brewing; *Eucalyptus globulus*; guava leaf; herbal tea; lime juice

ABSTRAK

Daun jambu biji dapat dimanfaatkan menjadi teh herbal dikarenakan memiliki kandungan senyawa bioaktif. Pembuatan teh herbal daun jambu biji pada penelitian ini menggunakan proses pembuatan teh hitam. Teh herbal daun jambu biji cenderung memiliki rasa sepat sehingga ditambahkan sari jeruk nipis dan *Eucalyptus globulus* untuk meningkatkan karakteristik sensorinya. Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan perlakuan suhu dan waktu penyeduhan terpilih, serta pengaruh penambahan konsentrasi sari jeruk nipis dan minyak esensial *E. globulus* terhadap karakteristik fisikokimia serta sensori teh herbal daun jambu biji. Penelitian tahap I dilakukan pembuatan daun teh jambu biji kering dan penyeduhan teh herbal daun jambu biji pada suhu (70, 80, 90°C) dan waktu penyeduhan (5, 10, 15 menit). Suhu dan waktu penyeduhan terpilih adalah suhu 90°C selama 10 menit, yang memiliki aktivitas antioksidan (IC₅₀) sebesar 4372,22±54,71 ppm, total fenolik 292,88±8,35 mg GAE/L, total flavonoid 80,83±1,61 mg QE/L, dan kandungan tanin terkondensasi 543,10±38,68 mg CE/L. Pada penelitian tahap II, dilakukan pembuatan teh herbal daun jambu biji dengan penambahan konsentrasi jeruk nipis (1, 2, 3%) dan

E. globulus (0,05, 0,10, 0,15%). Jika dibandingkan dengan teh herbal tanpa penambahan *E. globulus* dan jeruk nipis, teh herbal daun jambu biji dengan penambahan jeruk nipis 3% dan *E. globulus* 0,15% memiliki aktivitas antioksidan (IC_{50}) yang lebih rendah, yaitu sebesar $10199,18 \pm 289,35$ ppm, total fenolik $303,12 \pm 19,70$ mg GAE/L, total flavonoid $78,20 \pm 3,52$ mg QE/L, dan kandungan tanin terkondensasi $362,40 \pm 12,40$ mg CE/L. Namun, penambahan jeruk nipis dan *E. globulus* pada teh herbal daun jambu biji meningkatkan tingkat kesukaan panelis terhadap warna dan rasa sepat.

Kata kunci: daun jambu biji; *Eucalyptus globulus*; jeruk nipis; penyeduhan; teh herbal

PENDAHULUAN

Teh herbal merupakan produk teh yang bukan berasal dari varietas tanaman *Camellia sinensis*, namun dapat diambil dari bunga, daun, biji, akar, atau buah kering varietas tanaman lainnya (Amanto *et al.*, 2019). Air rebusan daun jambu biji sering digunakan sebagai obat tradisional, namun sangat jarang disajikan sebagai minuman fungsional, yaitu dalam bentuk teh herbal (Dusun *et al.*, 2017). Selain itu, daun jambu biji dapat dimanfaatkan dalam pembuatan teh herbal karena mengandung beberapa senyawa kimia seperti flavonoid, alkaloid, triterpenoid, tanin, dan kandungan minyak esensial (Chandrasekara & Shahidi, 2018; Sudira *et al.*, 2019). Daun jambu biji diketahui mengandung beberapa komponen kimia, yaitu senyawa flavonoid, tanin (17,4%), fenolat (575,3 mg/g), polifenol, karoten dan minyak atsiri (Purwandari *et al.*, 2018).

Pembuatan teh herbal daun jambu biji pada penelitian ini menggunakan proses seperti pembuatan teh hitam dengan adanya proses fermentasi teh. Putra (2019) menyatakan bahwa fermentasi teh hitam menghasilkan warna yang lebih pekat dan meningkatkan rasa dan aroma. Selain itu, Tanjung *et al.* (2016) menyatakan bahwa proses fermentasi dapat menyebabkan polifenol teroksidasi serta menurunkan kadar tanin, sehingga mengurangi rasa sepat dan aktivitas antioksidan. Selain proses fermentasi, Dewata *et al.* (2017) menyatakan bahwa suhu dan waktu penyeduhan yang berbeda pada teh herbal daun alpukat memengaruhi aktivitas antioksidan dan sifat sensoris.

Menurunnya aktivitas antioksidan dan warna teh yang pekat akibat proses fermentasi dapat diatasi dengan penambahan sari jeruk nipis. Sudjatini (2016) menyatakan bahwa penambahan sari jeruk nipis pada teh hijau dapat menurunkan

kepekatan warna seduhan, menghasilkan rasa yang sedikit asam, dan juga meningkatkan aktivitas antioksidan pada teh hijau.

Selain jeruk nipis, penambahan minyak esensial *E. globulus* pada teh herbal daun jambu biji diharapkan dapat menambahkan karakteristik. Selain itu, *E. globulus* juga dilaporkan memiliki nilai fungsional, yaitu sebagai sumber antioksidan (Said *et al.*, 2015).

Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan suhu dan waktu penyeduhan terbaik, serta pengaruh penambahan konsentrasi sari jeruk nipis dan minyak esensial *E. globulus* terhadap karakteristik fisikokimia serta sifat sensoris teh herbal daun jambu biji.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah daun jambu biji (*Psidium guajava* L.) dengan warna hijau, tidak berlubang, dan memiliki panjang sekitar 10 cm yang diperoleh dari Toko Tanaman Hias di Jakarta Timur, jeruk nipis (*Citrus aurantiifolia*) yang berbentuk bulat, berwarna hijau, dan memiliki diameter 30-45 mm yang diperoleh dari Foodmart, Karawaci, minyak esensial *E. globulus food*

grade yang diperoleh dari PT Indesso Aroma, dan air. Bahan yang digunakan untuk analisis produk adalah akuades, etanol “Smart Lab”, larutan buffer 7, kristal DPPH, larutan Folin Ciocalteu, Na₂CO₃, asam galat, kuersetin, AlCl₃ 2% “Merck”, vanilin “Merck”, metanol “Merck”, HCl 37% “Smart Lab”.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *cabinet dryer*, oven “Mettler UNE800”, termometer, desikator, timbangan analitik “Ohaus”, pH meter “Ohaus”, *vortex* “Thermo Scientific”, Spektrofotometer UV-Vis “Thermo Scientific Genesys 10S”, kuvet “Hellma”, alat-alat gelas “Iwaki Pyrex”, dan nampan.

Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental yang terdiri dari dua tahap, yaitu penelitian tahap I dan penelitian tahap II. Penelitian tahap I bertujuan untuk menentukan perlakuan suhu dan waktu penyeduhan terpilih berdasarkan aktivitas antioksidan terbaik pada teh herbal daun jambu biji, sedangkan penelitian tahap II bertujuan untuk menentukan pengaruh penambahan konsentrasi sari jeruk nipis dan minyak esensial *E. globulus* terhadap pH, aktivitas antioksidan, total fenolik, total flavonoid, kandungan tanin terkondensasi,

dan penerimaan sensoris teh herbal daun jambu biji.

Penelitian Tahap I

Penelitian tahap I dibagi menjadi dua, yaitu pembuatan daun teh jambu biji kering dan penyeduhan teh herbal daun jambu biji. Proses pembuatan teh daun jambu biji mengikuti metode pembuatan teh hitam (Hardoko *et al.*, 2015; Yuniartini *et al.* 2015; Teshome, 2019). Proses pembuatan daun teh jambu diawali dengan daun jambu biji disortasi dan dicuci. Daun jambu biji yang sudah melewati proses pencucian, kemudian dilayukan pada suhu ruang (25°C) selama 16 jam. Daun jambu biji yang sudah dilayukan, kemudian dilakukan penggulungan daun selama 25 menit, dan selanjutnya dilakukan proses fermentasi pada suhu ruang (25°C) selama 100 menit. Pada tahap terakhir dilakukan proses pengeringan menggunakan oven dengan suhu 70°C yang dilakukan selama 6 jam sehingga menghasilkan daun teh jambu biji kering yang kemudian akan dilakukan analisis kadar air dan rendemen.

Proses penyeduhan teh daun jambu biji menggunakan daun teh jambu biji kering yang ditimbang sebanyak 4 g dan 200 mL air dengan suhu sesuai dengan perlakuan yaitu 70, 80, dan 90°C, dan waktu

penyeduhan selama 5, 10, dan 15 menit (Shannon *et al.*, 2018 dengan modifikasi; Albab *et al.*, 2018 dengan modifikasi). Daun teh jambu biji kering kemudian disaring. Teh herbal daun jambu biji kemudian didinginkan hingga mencapai suhu ruang.

Setelah itu, dilakukan analisis pH dan aktivitas antioksidan terhadap teh herbal daun jambu biji yang diperoleh. Perlakuan penyeduhan suhu dan waktu yang terpilih adalah perlakuan yang menghasilkan aktivitas antioksidan terbaik, kemudian dilakukan analisis total fenolik, total flavonoid, dan kandungan tanin terkondensasi.

Penelitian Tahap II

Suhu dan waktu penyeduhan terbaik teh herbal daun jambu biji yang diperoleh dari penelitian tahap I digunakan untuk penelitian tahap II. Pada penelitian tahap II, dilakukan penambahan sari jeruk nipis sebanyak 1, 2, dan 3% serta minyak esensial *E. globulus* sebesar 0,05, 0,10, 0,15% (Anggraini *et al.*, 2016; Sipahelut *et al.*, 2017 dengan modifikasi) pada teh herbal daun jambu biji. Teh herbal daun jambu biji kemudian dilakukan analisis pH, aktivitas antioksidan, total fenolik, total flavonoid, kandungan tanin terkondensasi, dan uji sensori.

Analisis

Pada penelitian ini dilakukan analisis berupa kadar air (AOAC, 2005), rendemen (Samosir *et al.*, 2018), pH (BSN, 2004), aktivitas antioksidan (Parlina, 2012), total fenolik (Javanmardi *et al.*, 2003 dengan modifikasi), total flavonoid (Lamien-Meda *et al.*, 2008 dengan modifikasi), kandungan tanin terkondensasi (Hardoko *et al.*, 2015 dengan modifikasi), dan uji organoleptik berupa ujihedonik (BSN, 2006).

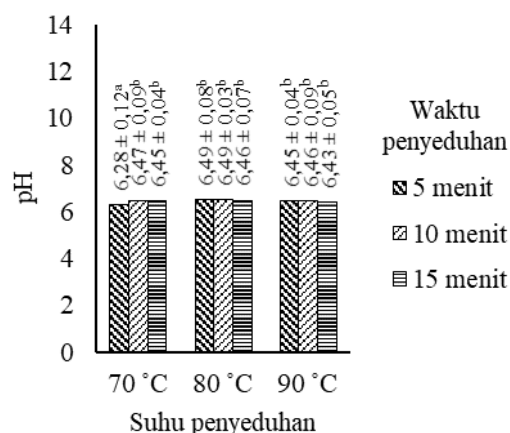
HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar Air dan Rendemen Daun Jambu Biji

Kadar air daun teh jambu biji kering pada penelitian ini sebesar $9,66 \pm 0,86\%$ dengan rendemen sebesar $38,58 \pm 3,80\%$. Kadar air daun teh jambu biji kering pada penelitian ini lebih tinggi dibandingkan dengan syarat mutu teh kering menurut BSN (2013), yaitu sebesar 8%. Hal tersebut dikarenakan adanya pengaruh dari faktor umur daun terhadap tinggi rendahnya kadar air yang dinyatakan oleh Lestari *et al.* (2018), bahwa daun yang digunakan dengan umur daun yang muda akan menghasilkan kadar air yang lebih tinggi dibandingkan dengan umur daun yang tua.

Pengaruh Suhu dan Waktu Penyeduhan terhadap pH Teh Herbal Daun Jambu Biji

Analisis statistik menggunakan *Univariate* menunjukkan bahwa interaksi antara suhu dengan waktu penyeduhan berpengaruh signifikan ($p \leq 0,05$) terhadap pH teh herbal daun jambu biji. Hasil uji lanjut menggunakan uji Duncan dapat dilihat pada Gambar 1.



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

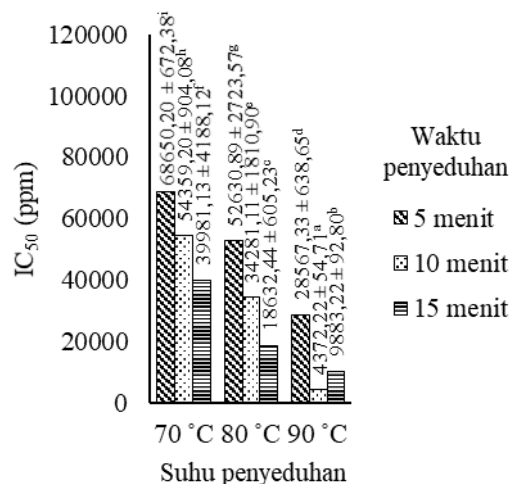
Gambar 1. Pengaruh suhu dan waktu penyeduhan terhadap pH teh herbal daun jambu biji

Berdasarkan Gambar 1., suhu dan waktu penyeduhan 70°C selama 5 menit menghasilkan pH yang paling rendah dibandingkan dengan perlakuan suhu dan waktu penyeduhan lainnya. Kombinasi suhu dan waktu penyeduhan lainnya menghasilkan teh herbal daun jambu biji dengan pH yang tidak berbeda signifikan.

Pengaruh Suhu dan Waktu Penyeduhan terhadap Aktivitas Antioksidan Teh Herbal Daun Jambu Biji

Berdasarkan hasil analisis statistik *Univariate*, perlakuan suhu dan waktu penyeduhan, serta interaksi antara suhu penyeduhan dengan waktu penyeduhan berpengaruh signifikan ($p \leq 0,05$) terhadap aktivitas antioksidan teh herbal daun jambu biji. Pada penelitian ini, aktivitas antioksidan dinyatakan dalam nilai IC_{50} . Hasil uji lanjut menggunakan uji Duncan dapat dilihat pada Gambar 2.

Gambar 2 menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu penyeduhan, maka semakin rendah nilai IC_{50} yang artinya memiliki aktivitas antioksidan yang tinggi, namun pada suhu $90^{\circ}C$ dengan waktu penyeduhan 15 menit aktivitas antioksidan menurun. Aktivitas antioksidan tertinggi didapatkan pada perlakuan penyeduhan dengan suhu $90^{\circ}C$ dan waktu 10 menit, yaitu sebesar $4372,22 \pm 54,71$ ppm. Hal tersebut sesuai dengan penelitian Dewata *et al.* (2017), pada teh herbal daun alpukat, semakin tinggi suhu dan lama waktu penyeduhan, maka semakin tinggi aktivitas antioksidan.



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

Gambar 2. Pengaruh suhu dan waktu penyeduhan terhadap aktivitas antioksidan teh herbal daun jambu biji

Pada suhu $90^{\circ}C$ dengan waktu penyeduhan 15 menit aktivitas antioksidan menurun. Hal ini dapat disebabkan senyawa tanin yang berperan sebagai antioksidan yang terdapat dalam teh dapat menurun pada perlakuan suhu tinggi dan waktu yang lebih lama (Sari *et al.*, 2017). Berdasarkan aktivitas antioksidan, maka perlakuan suhu dan waktu penyeduhan terbaik adalah pada suhu $90^{\circ}C$ selama 10 menit. Teh herbal daun jambu biji terpilih memiliki kandungan total fenolik sebesar $292,88 \pm 8,35$ mg GAE/L, total flavonoid sebesar $80,83 \pm 1,61$ mg QE/L, dan tanin terkondensasi sebesar $543,10 \pm 38,68$ mg CE/L.

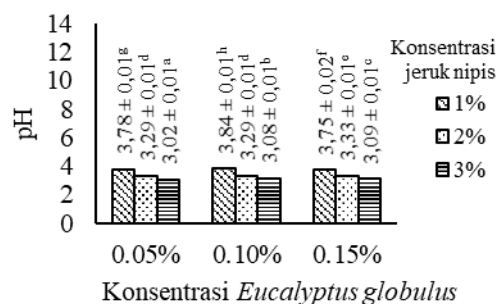
Jika dibandingkan dengan teh hitam daun sirsak pada penelitian Hardoko *et al.*

(2015), teh herbal daun jambu biji memiliki total flavonoid dan tanin terkondensasi yang lebih tinggi, namun memiliki total fenolik yang lebih rendah. Suhu dan waktu penyeduhan terbaik ini kemudian digunakan pada penelitian tahap II, yaitu pembuatan teh herbal daun jambu biji dengan penambahan sari jeruk nipis dan minyak esensial *E. globulus*.

Pengaruh Penambahan Sari Jeruk Nipis dan Minyak Esensial *E. globulus* terhadap pH

Berdasarkan hasil analisis statistik *Univariate*, perlakuan penambahan konsentrasi jeruk nipis dan konsentrasi *E. globulus*, serta interaksi antara perlakuan penambahan konsentrasi jeruk nipis dengan konsentrasi *E. globulus* berpengaruh signifikan ($p \leq 0,05$) terhadap pH teh herbal daun jambu biji. Hasil uji lanjut menggunakan uji Duncan dapat dilihat pada Gambar 3.

Berdasarkan Gambar 3, semakin tinggi penambahan konsentrasi jeruk nipis menghasilkan pH semakin menurun, sedangkan semakin tinggi penambahan *E. globulus*, hasil yang didapatkan masih fluktuatif. Hal tersebut diduga pH sangat dipengaruhi oleh penambahan jeruk nipis yang bersifat asam.



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

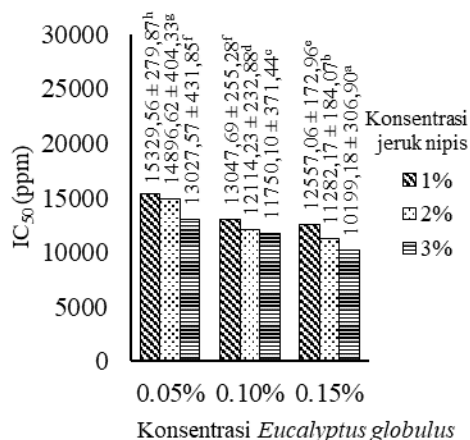
Gambar 3. Pengaruh penambahan konsentrasi jeruk nipis dengan konsentrasi *E. globulus* terhadap pH teh herbal daun jambu biji

Pengaruh Penambahan Sari Jeruk Nipis dan Minyak Esensial *E. globulus* terhadap Aktivitas Antioksidan

Berdasarkan hasil analisis statistik, interaksi antara perlakuan penambahan konsentrasi jeruk nipis dengan konsentrasi *Eucalyptus globulus* berpengaruh signifikan ($p \leq 0,05$) terhadap aktivitas antioksidan teh herbal daun jambu biji. Hasil uji lanjut menggunakan uji Duncan dapat dilihat pada Gambar 4.

Berdasarkan Gambar 4, semakin banyak penambahan konsentrasi jeruk nipis dan *E. globulus*, maka semakin tinggi aktivitas antioksidan teh herbal daun jambu biji. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Sudjatini (2016), bahwa semakin banyak jeruk nipis yang ditambahkan pada teh hijau, maka aktivitas antioksidan semakin

meningkat. *Eucalyptus globulus* juga berkontribusi untuk meningkatkan aktivitas antioksidan dikarenakan *Eucalyptus globulus* memiliki aktivitas antioksidan yang tinggi yaitu memiliki IC₅₀ sebesar $2,48 \pm 2,24$ mg/mL (Boukhatem *et al.*, 2020).



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

Gambar 4. Pengaruh penambahan konsentrasi sari jeruk nipis dan *E. globulus* terhadap aktivitas antioksidan teh herbal daun jambu biji

Pengaruh Penambahan Sari Jeruk Nipis dan Minyak Esensial *E. globulus* terhadap Total Fenolik

Hasil uji statistik menggunakan *Univariate* menyatakan bahwa penambahan jeruk nipis dan *E. globulus* berpengaruh signifikan ($p \leq 0,05$), tetapi tidak ada pengaruh interaksi antara keduanya terhadap total fenolik teh herbal daun jambu biji. Semakin banyak penambahan konsentrasi jeruk nipis, maka semakin tinggi

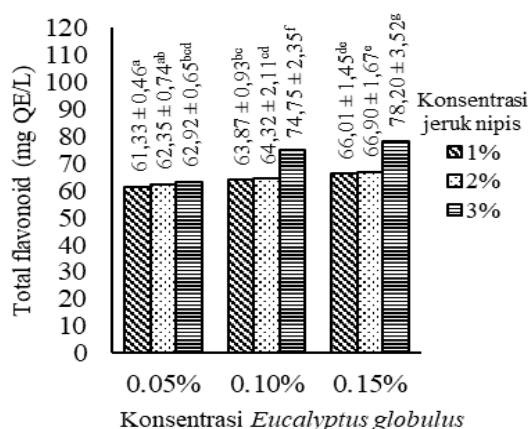
total fenoliknya, yaitu berkisar antara $275,87 \pm 16,83$ mg GAE (*Gallic Acid Equivalent*)/L hingga $287,64 \pm 21,39$ mg GAE/L. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Chakrabarti *et al.* (2017) bahwa teh dengan penambahan jeruk nipis juga menghasilkan total fenolik yang meningkat.

Semakin banyak penambahan *E. globulus*, maka semakin tinggi total fenolik pada teh herbal daun jambu biji, yaitu berkisar antara $267,92 \pm 7,66$ mg GAE/L hingga $297,67 \pm 19,65$ GAE/L. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Dezsai *et al.* (2015) bahwa *E. globulus* mengandung banyak komponen fenolik, sehingga semakin tinggi penambahan *Eucalyptus globulus*, maka teh herbal daun jambu biji memiliki kandungan total fenolik yang meningkat.

Pengaruh Penambahan Sari Jeruk Nipis dan Minyak Esensial *E. globulus* terhadap Total Flavonoid

Hasil uji statistik menggunakan *Univariate* menyatakan bahwa interaksi antara perlakuan penambahan konsentrasi jeruk nipis dengan konsentrasi *E. globulus* berpengaruh signifikan ($p \leq 0,05$) terhadap total flavonoid teh herbal daun jambu biji. Hasil uji lanjut menggunakan uji Duncan dapat dilihat pada Gambar 5.

Berdasarkan Gambar 5, semakin banyak penambahan jeruk nipis dan *E. globulus*, maka semakin tinggi total flavonoid teh herbal daun jambu biji, dengan total flavonoid tertinggi diperoleh pada penambahan jeruk nipis sebanyak 3% dan *E. globulus* sebanyak 0,15%, yaitu sebesar $78,20 \pm 3,52$ mg QE (*Quercetin Equivalent*)/L.



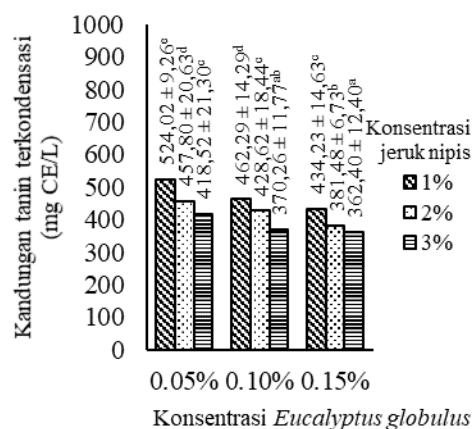
Keterangan: Notasi huruf berbeda menunjukkan adanya perbedaan signifikan ($p \leq 0,05$)
Gambar 5. Pengaruh penambahan konsentrasi sari jeruk nipis dan *E. globulus* terhadap total flavonoid teh herbal daun jambu biji

Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Chakrabarti *et al.* (2017) bahwa adanya peningkatan total flavonoid pada teh yang ditambahkan jeruk nipis dibandingkan dengan tanpa penambahan jeruk nipis. Dezzi *et al.* (2015) juga menyatakan bahwa *E. globulus* mengandung banyak senyawa fenolik terutama kandungan flavonoid utama adalah *hyperoside* sebesar 666,42 mg/g yang

berkontribusi dalam peningkatan total flavonoid dalam teh herbal daun jambu biji.

Pengaruh Penambahan Sari Jeruk Nipis dan Minyak Esensial *E. globulus* terhadap Kandungan Tanin Terkondensasi

Hasil uji statistik menggunakan *Univariate* menyatakan bahwa interaksi antara konsentrasi jeruk nipis dengan *E. globulus* berpengaruh signifikan ($p \leq 0,05$) terhadap tanin terkondensasi teh herbal daun jambu biji. Hasil uji lanjut menggunakan uji Duncan dapat dilihat pada Gambar 6.



Keterangan: Notasi huruf berbeda menunjukkan adanya perbedaan signifikan ($p \leq 0,05$)
Gambar 6. Pengaruh penambahan konsentrasi sari jeruk nipis dan *E. globulus* terhadap kandungan tanin terkondensasi teh herbal daun jambu biji

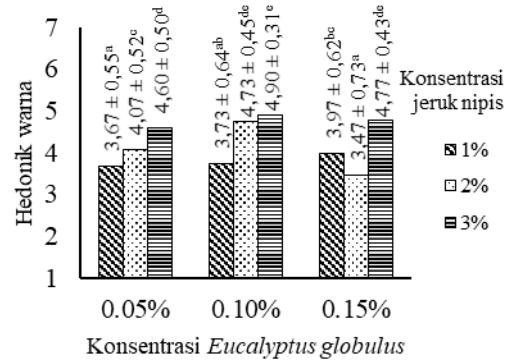
Berdasarkan Gambar 6, dapat dilihat bahwa semakin banyak penambahan konsentrasi jeruk nipis dan *Eucalyptus globulus*, maka semakin rendah kandungan

tanin terkondensasi teh herbal daun jambu biji, dengan total tanin terkondensasi terendah diperoleh pada penambahan jeruk nipis sebanyak 3% dan *E. globulus* sebanyak 0,15%, yaitu sebesar $362,40 \pm 12,40$ mg CE (Catechin Equivalent)/L.

Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Chakrabarti *et al.* (2017) bahwa teh dengan penambahan asam dari jeruk nipis menghasilkan kandungan tanin yang lebih rendah. Jeruk nipis yang mengandung polifenol yang dapat menetralkan sebagian maupun seluruh komponen tanin sehingga menurunkan rasa sepat.

Pengaruh Penambahan Sari Jeruk Nipis dan Minyak Esensial *E. globulus* terhadap Penerimaan Sensoris Teh Herbal Daun Jambu Biji

Hasil uji statistik menggunakan *Univariate* menyatakan bahwa interaksi antara konsentrasi jeruk nipis dengan konsentrasi *E. globulus* berpengaruh signifikan ($p \leq 0,05$) terhadap nilai hedonik warna teh herbal daun jambu biji. Hasil uji lanjut menggunakan uji Duncan dapat dilihat pada Gambar 7.

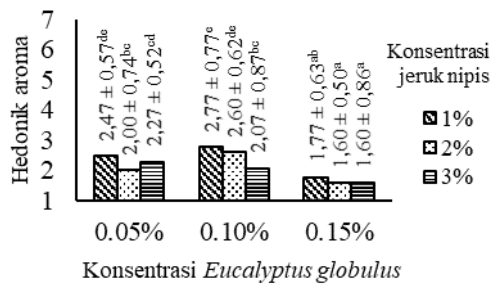


Keterangan: Notasi huruf berbeda menunjukkan adanya perbedaan signifikan ($p \leq 0,05$)
1 = sangat tidak suka,
7 = sangat suka

Gambar 7. Pengaruh penambahan konsentrasi sari jeruk nipis dan *E. globulus* terhadap nilai hedonik warna teh herbal daun jambu biji

Secara umum, semakin tinggi konsentrasi jeruk nipis yang digunakan, nilai hedonik terhadap parameter warna semakin tinggi. Nilai hedonik warna tertinggi diperoleh teh herbal daun jambu biji yang ditambahkan jeruk nipis sebesar 3% dan *E. globulus* 0,10%, yaitu $4,90 \pm 0,31$. Nilai hedonik tersebut mendekati angka 5 yang memiliki tingkat kesukaan hedonik yaitu agak suka.

Interaksi antara konsentrasi jeruk nipis dengan *E. globulus* berpengaruh signifikan ($p \leq 0,05$) terhadap hedonik aroma teh herbal daun jambu biji. Hasil uji lanjut menggunakan uji Duncan dapat dilihat pada Gambar 8.



Keterangan: Notasi huruf berbeda menunjukkan adanya perbedaan signifikan ($p \leq 0,05$)
1 = sangat tidak suka,
7 = sangat suka

Gambar 8. Pengaruh penambahan konsentrasi jeruk nipis terhadap hedonik aroma teh herbal daun jambu biji

Gambar 8 menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi *E. globulus* yang ditambahkan, maka nilai hedonik terhadap parameter aroma semakin rendah. Hal ini menunjukkan bahwa panelis tidak menyukai aroma dari *E. globulus* yang ditambahkan.

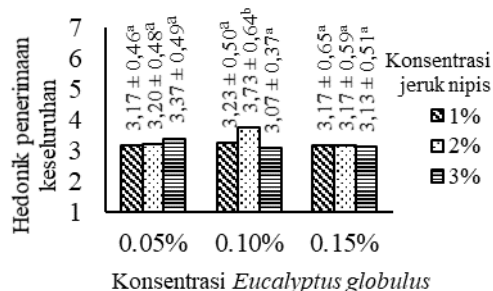
Hasil uji statistik menggunakan *Univariate* menyatakan bahwa penambahan konsentrasi jeruk nipis dan *E. globulus* juga berpengaruh signifikan ($p \leq 0,05$) terhadap nilai hedonik terhadap parameter rasa sepat teh herbal daun jambu biji. Walaupun demikian, interaksi antara keduanya tidak berpengaruh signifikan ($p > 0,05$) terhadap nilai hedonik rasa sepat.

Penambahan konsentrasi jeruk nipis menghasilkan nilai hedonik antara $2,20 \pm 0,48$ hingga $3,08 \pm 0,37$, sedangkan penambahan *E. globulus* menghasilkan nilai hedonik antara $2,41 \pm 0,54$ hingga $2,59 \pm 0,67$.

Hal ini menunjukkan bahwa panelis masih kurang menyukai rasa sepat dari teh herbal daun jambu biji ini walaupun telah ditambahkan dengan jeruk nipis dan *E. globulus*. Penambahan *E. globulus* sebanyak 0,05% dan sari jeruk nipis sebesar 3% memiliki nilai hedonik rasa sepat paling tinggi jika dibandingkan dengan konsentrasi penambahan lainnya.

Hasil uji statistik menggunakan *Univariate* menyatakan bahwa konsentrasi jeruk nipis berpengaruh signifikan ($p \leq 0,05$) terhadap skoring rasa asam teh herbal daun jambu biji. Semakin banyak konsentrasi jeruk nipis, maka rasa asam semakin meningkat, dan nilai hedonik semakin menurun, yaitu dari $3,81 \pm 0,47$ pada konsentrasi 1% menjadi $2,28 \pm 0,58$ pada konsentrasi 3%. Hal ini juga menunjukkan bahwa panelis kurang menyukai rasa asam teh herbal daun jambu biji yang dihasilkan.

Selain itu, hasil uji statistik menggunakan *Univariate* menyatakan bahwa interaksi antara jeruk nipis dengan *E. globulus* berpengaruh signifikan ($p \leq 0,05$) terhadap nilai hedonik penerimaan keseluruhan. Hasil uji lanjut menggunakan uji Duncan dapat dilihat pada Gambar 9.



Keterangan: Notasi huruf berbeda menunjukkan adanya perbedaan signifikan ($p \leq 0,05$)
1 = sangat tidak suka,
7 = sangat suka

Gambar 9. Pengaruh penambahan konsentrasi jeruk nipis terhadap hedonik penerimaan keseluruhan teh herbal daun jambu biji

Tingkat penerimaan secara keseluruhan yang paling tinggi berada pada penambahan konsentrasi jeruk nipis sebanyak 2% dan *E. globulus* 0,10% sebesar $3,73 \pm 0,64$, sedangkan pada formulasi lain tingkat penerimaan keseluruhannya tidak berbeda nyata. Nilai tingkat kesukaan panelis tertinggi terhadap penerimaan keseluruhan teh herbal daun jambu biji adalah dari agak suka hingga mendekati netral.

Perbandingan antara Teh Herbal Daun Jambu Biji Kontrol dengan Perlakuan Terpilih

Teh herbal daun jambu biji kontrol berasal dari suhu dan waktu penyeduhan terpilih pada penelitian tahap I, yaitu teh herbal daun jambu biji yang diseduh pada suhu 90°C selama 10 menit, tanpa

penambahan sari jeruk nipis dan minyak esensial *E. globulus*. Formulasi terpilih pada penelitian tahap II adalah teh herbal daun jambu biji yang ditambahkan dengan jeruk nipis sebanyak 3% dan minyak esensial *E. globulus* sebesar 0,15%. Hal ini dikarenakan aktivitas antioksidan, total fenolik, dan total flavonoid tertinggi pada formulasi ini, sedangkan kandungan tanin terkondensasinya paling rendah. Adapun perbandingan antara formulasi kontrol dengan formulasi terpilih dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan karakteristik teh herbal daun jambu biji kontrol dengan perlakuan terpilih

Parameter	Kontrol	Perlakuan Terpilih
pH	6,46 ± 0,09	3,09 ± 0,01
Aktivitas Antioksidan (ppm)	4372,22 ± 54,71	10199,18 ± 289,35
Total Fenolik (mg GAE/L)	292,88 ± 8,35	303,12 ± 19,70
Total Flavonoid (mg QE/L)	80,83 ± 1,61	78,20 ± 3,52
Kandungan Tanin Terkondensasi (mg CE/L)	543,10 ± 38,68	362,40 ± 12,40
Warna	4,11 ± 0,36	4,77 ± 0,42
Aroma	2,33 ± 0,60	1,60 ± 0,84
Rasa Sepat	1,33 ± 0,47	3,03 ± 0,31
Rasa Asam	4,67 ± 0,54	2,40 ± 0,80
Penerimaan Keseluruhan	3,77 ± 0,50	3,13 ± 0,50

Berdasarkan Tabel 1, pH teh herbal daun jambu biji kontrol lebih tinggi daripada formulasi terpilih. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Sudjatini (2016), bahwa penambahan jeruk nipis mengakibatkan total asam semakin tinggi yang berarti pH menjadi menurun.

Selain itu, teh herbal daun jambu biji terpilih menghasilkan antioksidan yang semakin menurun. Hal tersebut dikarenakan adanya penurunan kandungan tanin terkondensasi dan total flavonoid. Menurut Zuraida *et al.* (2017), flavonoid dan tanin memiliki peran sebagai antioksidan. Fenolik, flavonoid, dan tanin berbanding lurus dengan aktivitas antioksidan, sehingga adanya penurunan komponen-komponen tersebut, maka aktivitas antioksidan juga mengalami penurunan. Hal ini juga sesuai dengan hasil penelitian Enko dan Gliszczynska-Świgło (2015) yang menyatakan bahwa asam askorbat yang ditambahkan pada teh hitam menyebabkan penurunan aktivitas antioksidan. Penurunan aktivitas antioksidan yang terjadi pada teh herbal daun jambu biji ini diduga adanya interaksi antagonisme antara asam askorbat dengan senyawa yang terkandung di dalam teh herbal daun jambu biji.

Tabel 1 juga menunjukkan bahwa panelis lebih menyukai teh herbal daun

jambu biji dengan formulasi terpilih dilihat dari parameter warna dan rasa sepat. Walaupun demikian, adanya perlakuan penambahan sari jeruk nipis dan *E. globulus* yang menyebabkan aroma *Eucalyptus* yang semakin tercium dan rasa asam yang lebih terasa, sehingga menyebabkan menurunnya kesukaan panelis secara keseluruhan pada teh herbal daun jambu biji.

KESIMPULAN

Suhu dan waktu penyeduhan terbaik untuk tee herbal daun jambu biji adalah suhu 90°C selama 10 menit. Teh herbal dengan perlakuan ini memiliki nilai pH $6,46 \pm 0,09$, aktivitas antioksidan $4372,22 \pm 54,71$ ppm, total fenolik $292,88 \pm 8,35$ mg GAE/L, total flavonoid $80,83 \pm 1,61$ mg QE/L, dan kandungan tanin terkondensasi $543,10 \pm 38,68$ mg CE/L.

Penambahan sari jeruk nipis dan minyak esensial *E. globulus* menurunkan pH, aktivitas antioksidan, total flavonoid, dan kandungan tanin terkondensasi, tetapi meningkatkan kandungan total fenolik. Formulasi terpilih adalah teh herbal dengan penambahan konsentrasi jeruk nipis 3% dan *E. globulus* 0,15%. Jika dibandingkan dengan teh herbal tanpa penambahan sari jeruk nipis dan *Eucalyptus*, teh herbal ini memiliki aktivitas antioksidan yang lebih

rendah, yaitu sebesar 10199,18±289,35 ppm, memiliki total fenolik 303,12±19,70 mg GAE/L, total flavonoid 78,20±3,52 mg QE/L, dan kandungan tanin terkondensasi 362,40 ± 12,40 mg CE/L. Namun, penambahan jeruk nipis dan *Eucalyptus globulus* meningkatkan tingkat kesukaan terhadap warna dan rasa sepat.

DAFTAR PUSTAKA

- Albab, U., Nirwana, R., & Firmansyah, R. (2018). Aktivitas antioksidan daun jambu air (*Syzygium samarangense* (BL.) Merr Et. Perry) serta optimasi suhu dan lama penyeduhan. *Walisongo Journal of Chemistry*, 2(1), 18-30.
- Amanto, B., Aprilia, T., & Nursiwi, A. (2019). Pengaruh lama blanching dan rumus petikan daun terhadap karakteristik fisik, kimia, serta sensoris teh daun tin (*Ficus carica*). *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 12(1), 1-11.
- Anggraini, T., Febrianti, F., & Ismanto, S. (2016). Black tea with *Averrhoa Bilimbi* L extract: a healthy beverage. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 9, 241-252.
- AOAC. (2005). *Official methods of analysis of the associates of official analytical chemist 16th edition*. Virginia.
- Boukhatem, M., Boumaiza, A., Nada, H., Rajabi, M., & Mousa, S. (2020). *Eucalyptus globulus* essential oil as a natural food preservative: antioxidant, antibacterial and antifungal properties in vitro and in a real food matrix (Orangina fruit juice). *Applied Sciences*, 10(16), 1-17.
- BSN (Badan Standardisasi Nasional). (2004). *Air dan air limbah – bagian 11: cara uji derajat keasaman (pH) dengan menggunakan alat pH meter. SNI 06-6989.11-2004*. Banten: Badan Standardisasi Nasional.
- BSN (Badan Standardisasi Nasional). (2006). *Petunjuk pengujian organoleptik dan atau sensoris. SNI 01-2346-2006*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- BSN (Badan Standardisasi Nasional). (2013). *Teh kering dalam kemasan. SNI 3836: 2013*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Chakrabarti, G., Bhattacharjee, S., & Bhattacharyya, S. (2017). Evaluation of antioxidant profile and phytochemical constituents of some herb-supplemented black tea infusions. *Int J Pharm Pharm Sci*, 9(12), 131-135.
- Chandrasekara, A. & Shahidi, F. (2018). Herbal beverages: bioactive compounds and their role in disease risk reduction - a review. *Journal of Traditional and Complementary Medicine*, 8(4), 451-458.
- Dewata, I., Wipradnyadewi, P., & Widarta, I. (2017). Pengaruh suhu dan lama penyeduhan terhadap aktivitas antioksidan dan sifat sensoris teh herbal daun alpukat (*Persea americana* Mill.), *Jurnal ITEPA*, 6(2), 30-39.
- Dezsi, Ş., Bădăraş, A., Bischin, C., Vodnar, D., Silaghi-Dumitrescu, R., Gheldiu,

- A., Mocan, A., & Vlase, L. (2015). Antimicrobial and antioxidant activities and phenolic profile of *Eucalyptus globulus* Labill. and *Corymbia ficifolia* (F. Muell.) K.D. Hill & L.A.S. Johnson leaves. *Molecules*, 20(3), 4720-4734.
- Dusun, C., Djarkasi, G., Tehlma, D., & Tuju, J. (2017). Kandungan polifenol dan aktivitas antioksidan teh daun jambu biji (*Psidium guajava* L.). *In Cocos*, 1(7), 1-15.
- Enko, J. & Gliszczynska-Swiglo, A. (2015). Influence of the interactions between tea (*Camellia sinensis*) extracts and ascorbic acid on their antioxidant activity: analysis with interaction indexes and isobolograms. *Food Additives & Contaminants: Part A*, 32(8), 1-9.
- Hardoko, H., Putri, T. S., & Eveline, E. (2015). In vitro anti-gout activity and phenolic content of "black tea" soursop *Annona muricata* L. leaves brew. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 7(11), 735-743.
- Javanmardi, J., Stushnoff, C., Locke, E., & Vivanco, J. (2003). Antioxidant activity and total phenolic content of Iranian *Ocimum* accessions. *Food Chemistry*, 83, 547-550.
- Lamien-Meda, A., Lamien, C., Compaoré, M., Meda, R., Kiendrebeogo, M., Zeba, B., Millogo, J., & Nacoulma, O. (2008). Polyphenol content and antioxidant activity of fourteen wild edible fruits from Burkina Faso. *Molecules*, 13(3), 581-594.
- Lestari, M., Saleh, E., & Rasulu, H. (2018). Pengaruh umur daun pala dan jenis pengeringan terhadap sifat kimia dan organoleptik teh herbal daun pala. *Techno: Jurnal Penelitian*, 7(2), 177-190.
- Parlina, S. (2012). *Study of antioxidant characteristics of cider prepared from pomegranate (Punica granatum L.) fruit peels*. Tangerang, Indonesia: Universitas Pelita Harapan, Bachelor Thesis.
- Purwandari, R., Subagiyo, S., & Wibowo, T. (2018). Uji aktivitas antioksidan ekstrak daun jambu biji. *Walisongo Journal of Chemistry*, 1(2), 67-72.
- Putra, A. (2019). Pengawasan mutu proses produksi teh hitam (studi kasus di pabrik teh sumber daun di desa Hegarmanah Kecamatan Takokak Kabupaten Cianjur). *Ummi*, 13(1), 1-6.
- Said, Z., Slimani, S., Remini, H., Idir-Himed, H., Mazauric, J., Madani, K., & Boulekbache-Makhlouf, L. (2015). Phytochemical analysis and antioxidant activity of *Eucalyptus globulus*: a comparative study between fruits and leaves extracts. *SDRP Journal of Chemical Engineering & Bioanalytical Chemistry*, 1(1), 1-10.
- Sari, D., Affandi, D., & Prabawa, S. (2019). Pengaruh waktu dan suhu pengeringan terhadap karakteristik teh daun tin (*Ficus carica* L.). *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 12(2), 68-77.
- Shannon, E., Jaiswal, A., & Abu-Ghannam, N. (2018). Polyphenolic content and antioxidant capacity of white, green, black, and herbal teas: a kinetic study. *Food Research*, 2(1), 1-11.

- Sipahelut, S., Tetelepta, G., & Patty, J. 2017. Kajian penambahan minyak atsiri dari daging buah pala (*Myristica fragrans* Houtt.) pada cake terhadap daya terima konsumen. *Jurnal Sains dan Teknologi Pangan*, 2(2), 486-495.
- Samosir, P., Tafzi, F., & Indriyani, I. (2018). *Pengaruh metode pengeringan daun pedada (Sonneratia caseolaris) untuk membuat minuman fungsional sebagai sumber antioksidan. Prosiding Seminar Nasional Pembangunan Pertanian Berkelanjutan Berbasis Sumber Daya Lokal*, p. 318-342. Jambi, Indonesia : Fakultas Pertanian Universitas Jambi.
- Sudira, I., Merdana, I., & Qurani, S. (2019). Preliminary phytochemical analysis of guava leaves (*Psidium guajava* L.) as antidiarrheal in calves. *Advances in Tropical Biodiversity and Environmental Sciences*, 3(2), 21-24.
- Sudjatini, S. (2016). Sifat pro-oksidan sari jeruk nipis (*Citrus aurentifolia*) terhadap aktifitas antioksidan teh hijau (*Camellia sinensis*). *Agrotech*, 1(1), 19-26.
- Tanjung, R., Hamzah, F., & Efendi, R. (2016). Lama fermentasi terhadap mutu teh daun sirsak (*Annona muricata* L.). *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Riau*, 3 (2), 1-9.
- Teshome, K. (2019). Effect of tea processing methods on biochemical composition and sensory quality of black tea (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze): A review. *Journal of Horticulture and Forestry*, 11(6), 84-95.
- Yuniartini, N., Kusnadi, J., & Zubaidah, E. (2015). Teh Effect of various tea processing methods on antioxidant activity of guava (*Psidium guajava* L. Var *Pomifera*) leaves tea in East Java Indonesia. *International Journal of Pharmacy Technology*, 7(4), 580-586.
- Zuraida, Z., Sulistiyan, S., Sajuthi, D., & Suparto, I. 2017. Fenol, flavonoid, dan aktivitas antioksidan pada ekstrak kulit batang pulai (*Alstonia scholaris* R. Br). *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 35(3), 211-219.

PEMANFAATAN TEPUNG CANGKANG TELUR DALAM PEMBUATAN *FLAKES* [THE UTILIZATION OF EGGSHELL FLOUR IN THE MAKING OF *FLAKES*]

Lucia C. Soedirga¹, Melanie Cornelia^{2*}, dan Edwin Hadisurya³

^{1,2,3}Program Studi Teknologi Pangan, Universitas Pelita Harapan, Tangerang, Indonesia

*Korespondensi penulis: melanie.cornelia@uph.edu

ABSTRACT

Eggshell is one of the major wastes in Indonesia due to the high consumption of chicken and duck eggs. Eggshells contain high level of calcium; thus, they have the potential to be utilize. Flakes are one of the cereal-based products that are widely used for breakfast. The result has shown that duck eggshell flour was the chosen flour with calcium of 4001.42 mg/100g, magnesium of 67.56 mg/100g, and phosphorus of 1250.55 mg/g compared to chicken eggshells. In this study, wheat flour was substituted with duck eggshell flour at various ratios (1:0, 1:1, 1:2, and 2:1). The scoring results for color, aroma, taste, and texture were 4.79±0.06, 1.99±0.71, 2.06±0.92 and 5.03±0.59, respectively. Moreover, the degree of acceptance was neutral to slightly like toward color, aroma, taste, texture, and overall acceptance of flakes. Based on organoleptic test, ratio 1:1 was selected as the best ratio for making flakes with a hardness value of 8933.85±357.74, °Hue and lightness 89,09° dan 85,87. The best formulation of flakes had calcium of 253.93 mg/100 g, magnesium of 36.91 mg/100 g, and phosphorus of 138.35 mg/100 g, moisture of 3.61±0.05%, ash of 31.76±0.58% of, protein of 10.81±0.06%, fat of 1.70±0.09%, and carbohydrate (by difference) of 52,12%.

Keywords: calcium, chicken eggshell flour, duck eggshell flour, flakes

ABSTRAK

Cangkang telur merupakan salah satu limbah yang cukup besar di Indonesia karena tingginya konsumsi telur ayam dan telur bebek. Cangkang telur memiliki kandungan kalsium yang tinggi sehingga berpotensi untuk dimanfaatkan. *Flakes* adalah salah satu produk berbasis sereal yang banyak dimanfaatkan untuk sarapan pagi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tepung cangkang telur bebek merupakan tepung terpilih dengan kadar kalsium (4001,42 mg/100g), magnesium (67,56 mg/100g), dan fosfor (1250,55 mg/g). Selain itu, pada penelitian ini, tepung terigu akan disubsitusi dengan tepung cangkang telur bebek pada berbagai rasio (1:0, 1:1, 1:2, dan 2:1). Hasil skoring warna (4,79±0,06), aroma (1,99±0,71), rasa (2,06±0,92), tekstur (5,03±0,59). Selain itu, tingkat kesukaan panelis terhadap *flakes* adalah netral hingga agak suka untuk atribut warna, aroma, rasa, tekstur, dan penerimaan keseluruhan. Berdasarkan uji organoleptik ini, rasio 1:1 antara tepung terigu dan tepung cangkang telur bebek merupakan rasio terpilih pada pembuatan *flakes*. *Flakes* terbaik ini memiliki nilai kekerasan sebesar 8933,85±357,74, °Hue dan lightness 89,09° dan 85,87. *Flakes* pada formulasi terpilih memiliki kadar kalsium (253.93 mg/100 g), magnesium (36.91 mg/100 g), dan fosfor (138.35 mg/100 g), kadar air (3,61±0,05%), kadar abu; (31,76±0,58%), kadar protein (10,81±0,06%), kadar lemak (1,70±0,09%) kadar karbohidrat (by difference) (52,12%).

Kata Kunci: *flakes*, kalsium, tepung cangkang telur ayam, tepung cangkang telur bebek

PENDAHULUAN

Telur merupakan makanan berbasis hewani yang disukai oleh masyarakat karena kandungan protein yang tinggi. Ayam dan bebek merupakan unggas yang paling sering dikonsumsi oleh orang Indonesia.

Cangkang telur merupakan limbah industri rumah tangga yang kuantitasnya sangat banyak dan dapat menyebabkan polusi akibat dari aktivitas mikroba di lingkungan karena terdiri atas kalsium karbonat (CaCO_3) (Yonata *et al.*, 2017). Limbah cangkang telur dapat diolah untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku makanan yang ramah lingkungan (Rahmawati & Nisa, 2015).

Menurut Yonata *et al.* (2017), asupan kalsium masyarakat Indonesia masih tergolong rendah bila dibandingkan dengan Angka Kecukupan Gizi (AKG) kalsium yaitu 1000-1200 mg/hari. Menurut Iqbal dan Tahlil (2015), mengkonsumsi makanan di pagi hari merupakan hal yang penting karena dapat mengoptimalkan pertumbuhan, kesehatan, dan kecerdasan seseorang serta dapat membantu untuk memenuhi kecukupan gizi.

Flakes merupakan produk pangan dengan bahan baku sereal seperti beras, jagung, dan umbi-umbian yang berbentuk lembaran tipis dan berwarna kuning kecoklatan serta dapat disantap dengan atau tidak bersama susu (*milk*) (Permana & Putri,

2015). Dalam penelitian ini, dilakukan pembuatan *flakes* dengan memanfaatkan cangkang telur untuk dijadikan tepung.

BAHAN DAN METODE

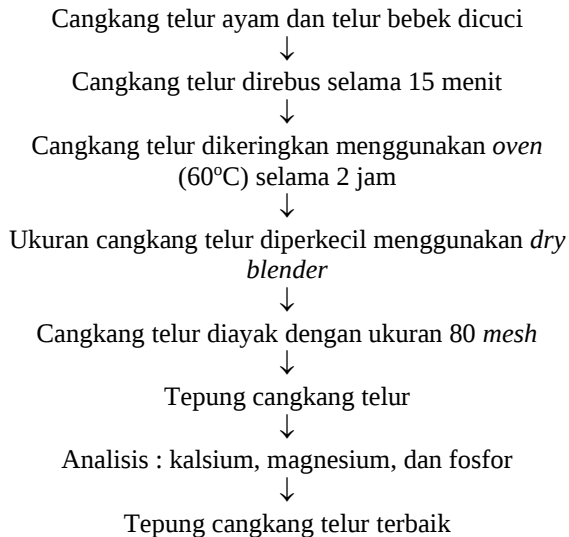
Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah cangkang telur ayam dan bebek yang diperoleh dari “Martabak Bandung Jaya”, *soft wheat flour* (Segitiga Biru), susu bubuk (Frisian Flag), garam (Dolphin), gula (Gulaku), akuades, standar kalsium, standar magnesium, standar fosfor, dan *aquabides*. Alat yang akan digunakan pada penelitian ini adalah oven (Bakbar), *dry blender* (Philips), *roller*, *heater*, alat-alat gelas (Iwaki Pyrex), timbangan analitik (Ohaus Pioneer), *Microwave Digestion*, dan ICP-OES.

Metode Penelitian

Penelitian Pendahuluan

Penelitian pendahuluan yang dilakukan adalah pembuatan tepung cangkang telur ayam dan telur bebek (Gambar 1). Tepung cangkang telur ayam dan bebek yang dihasilkan kemudian akan dianalisis kadar kalsium, magnesium, dan fosfor dengan menggunakan metode ICP-OES (*Inductively Coupled Plasma–Optical Emission Spectrometry*) (SIG, 2019) di laboratorium PT Sarawanti Indo Genetech.



Gambar 1. Diagram alir pembuatan tepung canggang telur

Penelitian Utama

Penelitian utama adalah pembuatan *flakes* dengan memanfaatkan tepung canggang telur terbaik (Gambar 2). Perlakuan pada tahap ini yaitu perbandingan konsentrasi tepung terigu dan tepung canggang telur terbaik dan akan dipilih sesuai analisis organoleptik (skoring dan hedonik) (Amerine *et al.*, 2013).

Flakes terpilih dianalisis lebih lanjut warna, tekstur (Meilgaard *et al.*, 2006), analisis proksimat (AOAC, 2005), kalsium, magnesium, dan fosfor (SIG, 2019).

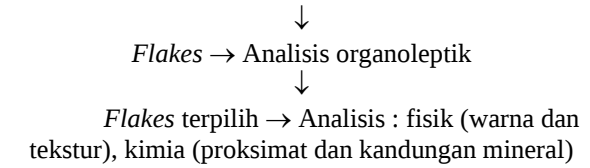
Tepung terigu : Tepung canggang telur dengan rasio 1:0, 1:1, 1:2, 2:1

Kedua tepung dicampurkan dengan susu bubuk (5%), gula (9%), garam (1%) dan air (30%)

Adonan diuleni sampai homogen

Adonan dipipihkan menggunakan *roller* (± 1 mm) dan dicetak menggunakan cetakan lingkaran ($d = 2.1$ cm)

Adonan dikukus selama 5 menit dan dipanggang menggunakan oven 150°C selama 15 menit



Gambar 2. Diagram alir pembuatan *flakes*

Analisis Proksimat

Analisis proksimat mengacu kepada AOAC (2005). Analisis proksimat dilakukan untuk menganalisis kandungan pada *flakes* terpilih berdasarkan hasil uji organoleptik. Analisis ini meliputi penentuan kadar air, lemak, protein, abu, dan karbohidrat (*by difference*). Analisis kadar air dilakukan dengan menggunakan metode oven.

Pengujian kadar air dilakukan dengan menimbang 5 g sampel dimasukkan ke dalam cawan yang telah diketahui beratnya dan dimasukkan ke dalam oven (Mettler) pada suhu 105°C selama 3 jam. Setelah itu, cawan dikeluarkan dari oven dan dimasukkan ke dalam desikator (Duran) dan dilakukan penimbangan berat hingga mencapai berat yang konstan. Kadar air yang didapatkan dinyatakan sebagai persentase kadar air basis basah.

Pengujian lemak dilakukan dengan metode *soxhlet* menggunakan labu lemak yang telah diketahui beratnya. Sampel sebanyak 5 gram dibungkus menggunakan kertas saring yang bebas lemak dan dimasukkan ke dalam *soxhlet* menggunakan pelarut heksana (Pro-Analysis, Smart Lab)

sebanyak 150 mL dalam labu lemak. Proses ekstraksi berdurasi 3 jam dan setelah itu labu lemak yang berisi ekstrak lemak dan pelarut akan diuapkan dengan alat *rotary evaporator* ((R-210/215, Büchi) untuk menghilangkan pelarutnya. Hasil dari proses penghilangan pelarut akan dikeringkan dalam oven dan ditimbang hingga mencapai berat konstan.

Pengujian kadar protein dengan menimbang 5 g sampel ke dalam *digestion flask* Kjeldahl (Buchi SpeedDigester K-425 dan Buchi Scrubber K-415). 5 g Selenium (Merck) dan 200 mL H₂SO₄ pekat (Pro-Analysis, Smart Lab), ditambahkan ke dalam labu yang berisi sampel. Preparasi terhadap blanko juga dilakukan tanpa adanya penambahan sampel. Labu kemudian dipanaskan dengan cepat hingga larutan menjadi jernih. Setelah itu, didinginkan dan ditambahkan 50 ml NaOH 35% (Pro-Analysis, Merck). Proses distilasi kemudian dilanjutkan dengan menggunakan alat destilasi Kjeldahl (Buchi K-355). Hasil distilasi kemudian ditampung pada Erlenmeyer yang sudah berisi 25 mL larutan H₃BO₃ 4% (Pro-Analysis, Merck) dan 5 tetes *mixed indicator*. Setelah itu, hasil distilasi akan dilanjutkan dengan proses titrasi dilakukan proses titrasi menggunakan larutan HCl 0,2 N (Pro-analysis, Smart Lab) hingga warna larutan menjadi merah muda. Proses titrasi dilakukan dengan

menggunakan *automatic titrator* (TitroLine Schott Instruments).

Pengujian kadar abu dilakukan berdasarkan metode Gravimetri. Pengujian kadar abu menggunakan krusibel yang dipanaskan dalam tanur (Thermolyne 48000) pada suhu 550°C. 2 g sampel dimasukkan ke dalam krusibel yang sudah konstan lalu dipanaskan dalam tanur pada suhu 550°C selama 24 jam kemudian suhu akan diturunkan hingga mencapai suhu 40°C. Krusibel yang berisi sampel tersebut akan dikeluarkan dari tanur dan dimasukkan ke dalam desikator untuk didinginkan selama 15 menit yang nantinya akan ditimbang hingga mencapai berat konstan.

Analisis Warna

Analisis warna dilakukan berdasarkan Gaurav (2003) dengan menggunakan *Chromameter* (Konica Minolta). Analisis warna dilakukan untuk mendapatkan nilai untuk L*, a*, dan b*.

Analisis Tekstur

Pengujian terhadap tekstur menggunakan alat *Texture Profile Analysis* (Meilgaard *et al.*, 2006). Uji ini dilakukan untuk mengukur kekerasan terhadap *flakes* dengan *test type: compression, trigger force: 5.0 g, target value: 1 mm, no. cycles: 1, test speed: 5 mm/s, probe type: ½ inch stainless*

spherical, hold time: 0 s, dan recovery time: 0 s. Pengaturan alat *Texture Profile Analyzer* menggunakan aplikasi dan kemudian dijalankan. Setelah itu *probe* akan bergerak dan menekan sampel hingga patah lalu didapatkan hasil dari pengujian menggunakan alat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Tepung Cangkang Telur

Pembuatan tepung cangkang telur pada penelitian ini terdiri atas 1 faktor yaitu jenis cangkang (cangkang telur ayam dan cangkang telur bebek). Pengeringan cangkang telur dilakukan pada suhu 60°C yang merupakan suhu pengeringan terbaik dalam pembuatan tepung menurut Rahmawati & Nisa (2015). Kadar air tepung cangkang telur ayam ($1,32 \pm 0,01\%$) dan tepung cangkang telur bebek ($0,76 \pm 0,03\%$) yang dihasilkan pada penelitian ini cukup rendah. Hasil yang diperoleh juga sesuai dengan hasil tepung cangkang telur yang diperoleh oleh Ali & Badawy (2017) yaitu $0,95 \pm 0,12\%$ dan $0,76 \pm 0,15\%$.

Nilai kadar air yang rendah menunjukkan bahwa proses pengeringan telah berjalan dengan baik sehingga tepung yang dihasilkan bersifat dan akan memiliki umur simpan yang panjang. Kadar air yang tinggi pada tepung dapat menyebabkan terjadinya kontaminasi mikrobiologis dan degradasi kimia terhadap beberapa substansi

(Der-Jiun *et al.*, 2012). Rendemen yang dihasilkan untuk tepung cangkang telur ayam dan bebek adalah $79,21 \pm 0,68\%$ dan $80,97 \pm 0,45\%$. Hasil penelitian ini juga berada dalam range nilai rendemen Nurlaela *et al.* (2014), yakni sebesar 78,37-98,62%.

Hasil Analisis Kandungan Mineral Tepung Cangkang Telur

Hasil analisis kandungan mineral tepung cangkang telur ayam dan bebek dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil analisis kandungan mineral tepung cangkang telur ayam dan bebek

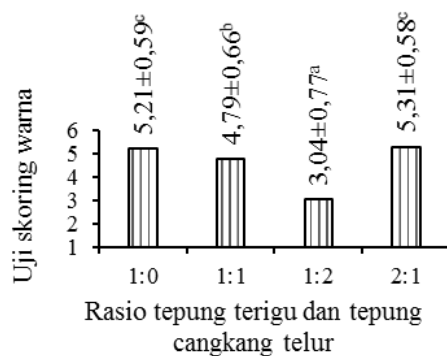
Tepung Cangkang Telur	Kandungan Mineral		
	Kalsium (mg/100 g)	Magnesium (mg/100g)	Fosfor (mg/g)
Ayam	$3540,99 \pm 0,16$	$286,50 \pm 0,43$	$848,64 \pm 0,33$
Bebek	$4001,42 \pm 0,99$	$67,56 \pm 0,34$	$1250,55 \pm 0,39$

Menurut Nurlaela *et al.* (2014), mineral bersifat stabil terhadap perlakuan selama proses pengolahan dari cangkang menjadi tepung. Berdasarkan Tabel 1 terlihat bahwa tepung cangkang telur bebek memiliki kandungan kalsium dan fosfor yang lebih tinggi dibandingkan dengan telur ayam. Sedangkan tepung cangkang telur ayam unggul dalam magnesium. Berdasarkan Tabel 1 tepung cangkang telur bebek merupakan tepung terpilih karena tingginya kandungan mineral kalsium dan fosfor. Selanjutnya tepung cangkang telur bebek ini akan diaplikasikan dalam dalam pembuatan *flakes*.

Penentuan Rasio Terbaik *Flakes* Berdasarkan Uji Organoleptik

Warna

Warna *flakes* diuji secara subjektif dengan uji organoleptik. Dari hasil uji statistik skoring, rasio konsentrasi tepung terigu dan tepung cangkang telur 1:0, 1:1, 1:2, dan 2:1 menunjukkan perbedaan signifikan ($p \leq 0,05$). Berdasarkan Gambar 3 terlihat bahwa semakin tinggi substitusi tepung terigu dengan tepung cangkang telur bebek, semakin agak tidak berwarna kuning-kecoklatan. Hal ini disebabkan tepung cangkang telur bebek tidak memiliki warna yang tidak sepekat tepung lainnya.

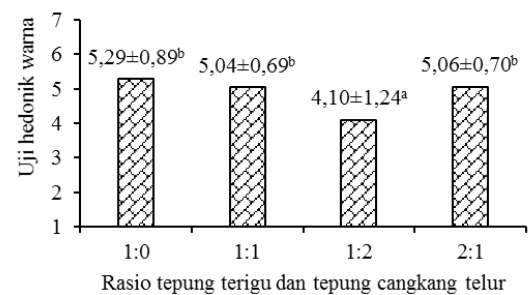


Keterangan: Skala 1 (sangat tidak berwarna kuning-kecoklatan)-6 (sangat berwarna kuning-kecoklatan). Notasi yang berbeda menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada $p \leq 0,05$

Gambar 3. Uji skoring terhadap warna *flakes*

Pada rasio tepung terigu dan tepung cangkang telur 1:0, 1:1, 1:2, 2:1 menghasilkan perbedaan yang signifikan dalam tingkat kesukaan panelis terhadap warna ($p \leq 0,05$). Berdasarkan Gambar 4, rasio 2:1 menghasilkan *flakes* yang paling

disukai oleh panelis. Pada rasio ini, komposisi tepung terigu lebih banyak sehingga *flakes* yang dihasilkan juga lebih disukai karena memiliki warna kuning-kecoklatan. Warna yang lebih tidak kuning-kecoklatan dianggap lebih pucat. Warna merupakan salah satu faktor yang penting karena memengaruhi persepsi awal konsumen (Mulyadi *et al.*, 2013).

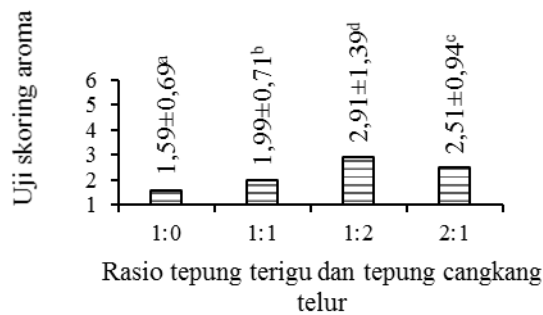


Keterangan: Skala 1 (sangat tidak suka)-7 (sangat suka). Notasi yang berbeda menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada $p \leq 0,05$

Gambar 4. Uji hedonik terhadap warna *flakes*

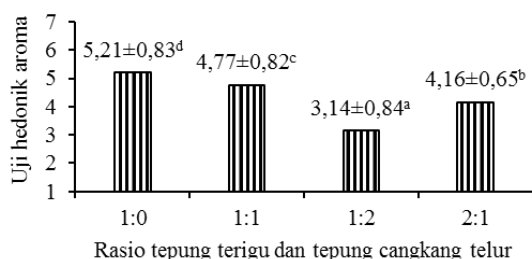
Aroma

Aroma *flakes* dianalisis secara subjektif dengan uji organoleptik. Gambar 5 menunjukkan bahwa semakin tinggi rasio tepung cangkang telur dalam formulasi *flakes*, semakin tercium aroma asing pada produk. *Flakes* yang dibuat dengan rasio 1:2 antara tepung terigu dan tepung cangkang telur merupakan rasio yang memiliki intensitas aroma asing paling tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa keberadaan tepung cangkang telur bebek berkontribusi terhadap aroma asing.



Keterangan: Skala 1 (sangat tidak tercium aroma asing)-6 (sangat tercium aroma asing). Notasi yang berbeda menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada $p \leq 0,05$
Gambar 5. Uji skoring terhadap aroma *flakes*

Pada rasio 1:0, 1:1, 1:2, 2:1 antara tepung terigu dan tepung cangkang telur menghasilkan perbedaan yang signifikan dalam tingkat kesukaan panelis terhadap aroma ($p \leq 0,05$). Berdasarkan Gambar 6, panelis cenderung paling menyukai konsentrasi tepung terigu dan tepung cangkang telur 1:1.

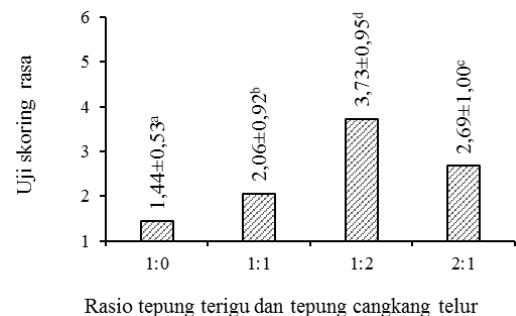


Keterangan: Skala 1 (sangat tidak suka)-7 (sangat suka). Notasi yang berbeda menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada $p \leq 0,05$
Gambar 6. Uji hedonik terhadap aroma *flakes*

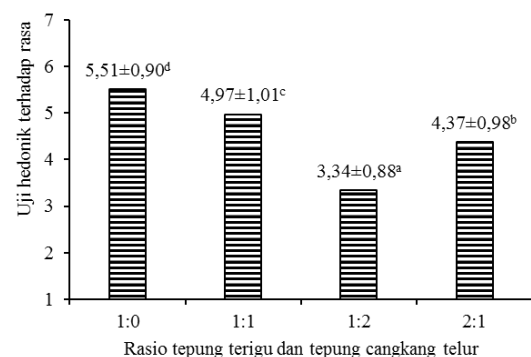
Rasa

Berdasarkan hasil uji statistik skoring, rasio konsentrasi tepung terigu dan tepung cangkang telur 1:0, 1:1, 1:2, dan 2:1 menunjukkan perbedaan signifikan

($p \leq 0,05$). Berdasarkan Gambar 7, semakin tinggi rasio tepung cangkang telur yang ditambahkan, semakin terasa asing pada produk. Hal ini dapat dikatakan bahwa tepung cangkang telur bebek berkontribusi terhadap rasa asing. Hasil ini juga sejalan dengan skoring aroma (Gambar 5)



Keterangan: Skala 1 (sangat tidak tercium aroma asing)-6 (sangat tercium aroma asing). Notasi yang berbeda menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada $p \leq 0,05$
Gambar 7. Uji skoring terhadap rasa *flakes*



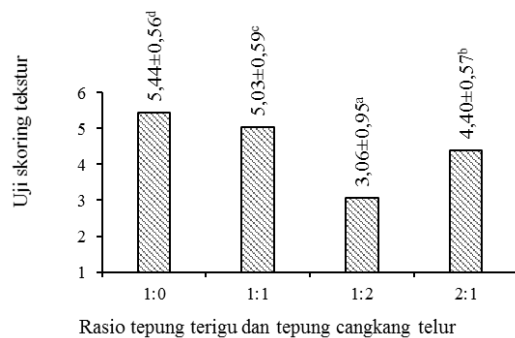
Keterangan: Skala 1 (sangat tidak suka)-7 (sangat suka). Notasi yang berbeda menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada $p \leq 0,05$
Gambar 8. Uji hedonik *flakes* terhadap rasa

Substitusi tepung terigu dan tepung cangkang telur pada rasio 1:0, 1:1, 1:2, 2:1 menghasilkan perbedaan yang signifikan dalam tingkat kesukaan panelis terhadap rasa ($p \leq 0,05$). Berdasarkan Gambar 8, panelis cenderung paling menyukai *flakes*

yang dibuat dengan menggunakan tepung terigu dan tepung cangkang telur pada rasio 1:1.

Tekstur

Rasio tepung terigu dan tepung cangkang telur 1:0, 1:1, 1:2, dan 2:1 menunjukkan perbedaan signifikan ($p \leq 0.05$) terhadap skoring tekstur. Berdasarkan Gambar 9, semakin tinggi konsentrasi tepung cangkang telur yang ditambahkan, semakin tidak renyah produk. Hasil ini sesuai dengan Shuhadah & Supri (2009) yang menyatakan bahwa tepung cangkang telur bebek merupakan *hydrophilic filler* dimana air yang diabsorpsi lebih banyak, sehingga produk akhir yang dihasilkan akan lebih tidak renyah.

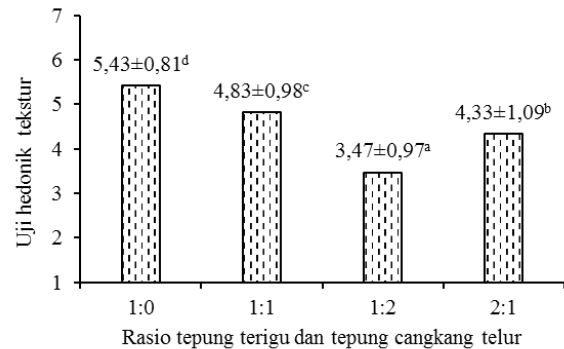


Keterangan: Skala 1 (sangat tidak renyah)-6 (sangat renyah). Notasi yang berbeda menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada $p \leq 0,05$

Gambar 9. Uji skoring terhadap tekstur *flakes*

Rasio tepung terigu dan tepung cangkang telur 1:0, 1:1, 1:2, 2:1 menghasilkan perbedaan yang signifikan dalam tingkat kesukaan panelis terhadap rasa ($p \leq 0,05$). Berdasarkan Gambar 10,

panelis cenderung paling menyukai *flakes* yang dibuat dengan menggunakan tepung terigu dan tepung cangkang telur pada rasio 1:1.



Keterangan: Skala 1 (sangat tidak suka)-7 (sangat suka). Notasi yang berbeda menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada $p \leq 0,05$

Gambar 10. Uji hedonik terhadap tekstur *flakes*

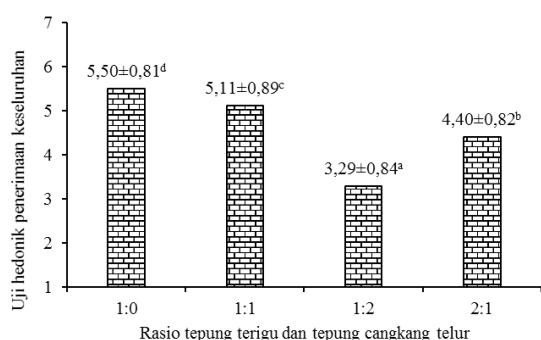
Penerimaan Keseluruhan *Flakes*

Flakes yang dibuat dengan menggunakan tepung terigu dan tepung cangkang telur pada rasio 1:0, 1:1, 1:2, 2:1 menghasilkan perbedaan yang signifikan dalam tingkat kesukaan panelis terhadap penerimaan keseluruhan keseluruhan ($p \leq 0,05$). Gambar 11 menunjukkan bahwa pada rasio 1:1 (tepung terigu: tepung cangkang telur) merupakan *flakes* yang paling disukai oleh panelis.

Pada rasio 1:2 dimana proporsi tepung cangkang telur lebih tinggi dibandingkan dengan tepung terigu menyebabkan penurunan nilai penerimaan yang signifikan ($3,29 \pm 0,84$) dibandingkan dengan rasio lainnya. Nilai tersebut menunjukkan bahwa panelis agak tidak

menyukai *flakes* yang dihasilkan. Hal ini disebabkan oleh munculnya *mouthfeel* berpasir pada *flakes*.

Hal ini juga didukung oleh Ray *et al.* (2017) yang menyatakan bahwa terjadi penurunan *mouthfeel* pada *chocolate cakes* yang difortifikasi dengan 9% tepung cangkang telur. Penurunan *mouthfeel* ini berkaitan adanya tekstur berpasir pada *cakes*. Selain itu, *cookies* yang dibuat dengan menggunakan campuran bubuk cangkang telur dan bubuk biji olive juga menghasilkan tekstur yang agak rapuh dan berpasir (Ermis *et al.*, 2020).



Keterangan: Skala 1 (sangat tidak suka)-7 (sangat suka). Notasi yang berbeda menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada $p \leq 0,05$

Gambar 11. Uji hedonik terhadap penerimaan keseluruhan *flakes*

Karakteristik Fisikokimia *Flakes* Terbaik

Berdasarkan uji organoleptik diperoleh bahwa rasio 1:1 antara tepung terigu dan tepung cangkang telur merupakan rasio terbaik yang digunakan dalam pembuatan *flakes*. *Flakes* dengan rasio

terbaik ini kemudian akan dianalisis fisik dan kimia. Analisis fisik meliputi analisis warna dan tekstur. Analisis kimia meliputi analisis proksimat dan analisis mineral.

Analisis Fisik *Flakes* Terbaik

Analisis fisik meliputi warna dan tekstur. Nilai $^{\circ}\text{Hue}$ *flakes* pada rasio tepung terigu dan tepung cangkang telur (1:1) terbaik adalah $89,09^{\circ}$. Menurut sistem warna *Munsell* dari Shevell (2003), nilai *Hue* pada range $54-90^{\circ}$ termasuk ke dalam warna *yellow red*. Hal ini terjadi karena adanya reaksi *Maillard* yang menyebabkan perubahan warna pada *flakes*. Reaksi ini disebabkan oleh antara karbohidrat yaitu gula pereduksi dan gugus amina primer dengan menghasilkan warna produk menjadi lebih coklat (Permana & Putri, 2015). *Lightness* dari *flakes* pada rasio terbaik ini adalah 85,87. Semakin mendekati 100 berarti produk semakin berwarna putih, oleh sebab itu dapat dikatakan bahwa *flakes* yang dihasilkan memiliki tingkat kecerahan yang tinggi (Shevell, 2003).

Selain warna, *flakes* yang dibuat dengan rasio tepung terbaik juga akan dianalisis tingkat kekerasannya. Nilai kekerasan yang didapat adalah $8933,85 \pm 357,74$. Jika dibandingkan dengan tekstur *flakes* dengan rasio konsentrasi tepung terigu dan tepung cangkang telur 1:0

(kontrol), 1:2, dan 2:1, nilai kekerasan yang didapat berturut-turut adalah $2831,44 \pm 118,13$, 11595 , 71 ± 328 , 44 , dan $3038,51 \pm 231,49$. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa *flakes* dengan penggunaan tepung cangkang telur berkontribusi terhadap kekerasan *flakes*. Hal ini sesuai dengan pernyataan dari Shuhadah & Supri (2009), bahwa tepung cangkang telur bebek memiliki sifat *hydrophilic*. Oleh karena hal ini, produk yang dihasilkan menjadi lebih keras.

Analisis Proksimat *Flakes* Terbaik

Analisis proksimat meliputi kadar air, lemak, protein, abu, dan karbohidrat. *Flakes* terbaik pada penelitian ini memiliki kadar air sebesar $3,61 \pm 0,05\%$. Nilai kadar ini sudah sesuai dengan syarat mutu *flakes* yang dinilai dengan syarat mutu makanan ringan ekstrudat menurut SNI 2886:2015, yakni maksimum sebesar 4% (BSN, 2015).

Kadar lemak yang diperoleh pada *flakes* terbaik adalah $1,70 \pm 0,09\%$. Tepung cangkang telur juga memiliki kandungan lemak yang akan berkontribusi dalam kadar lemak pada *flakes*. Menurut BSN (2015), syarat mutu *flakes* yang dinilai dengan syarat mutu makanan ringan ekstrudat tanpa proses penggorengan adalah maksimum 30% dimana hasil penelitian ini sesuai dengan syarat mutu.

Flakes terbaik pada penelitian ini memiliki kadar protein sebesar $10,81 \pm 0,06\%$. Kandungan protein yang dalam *flakes* dipengaruhi oleh penggunaan *soft wheat flour* dan tepung cangkang telur yang secara teori memiliki kandungan protein sebesar 10-14% (Finnie & William, 2016) dan $2,95 \pm 0,29$ (Ali & Badawy, 2017).

Menurut Susanti *et al.* (2017) kadar abu atau mineral tidak mudah menguap pada proses pembakaran dan jumlah kandungan abu dapat mempengaruhi warna tepung. Pada penelitian ini, kadar abu *flakes* yang dihasilkan sebesar $31,76 \pm 0,58\%$. Hasil yang diperoleh tersebut tidak sesuai dengan syarat mutu *flakes* yang dinilai dengan syarat mutu makanan ringan ekstrudat (BSN, 2015) yaitu maksimum 0,1%. Tepung cangkang telur bebek yang digunakan pada penelitian ini mengandung mineral seperti kalsium, magnesium, dan fosfor yang tinggi sehingga kadar abu pada *flakes* yang dibuat dengan tepung cangkang telur bebek juga memberikan kadar abu yang tinggi pula.

Kadar karbohidrat *flakes* yang diperoleh pada penelitian dilakukan dengan menggunakan metode *by difference* yakni sebesar 52,12%. Menurut Susanti *et al.* (2017), karbohidrat berkontribusi terhadap hasil produk akhir struktur *flakes* ketika ditambahkan air atau susu. *Flakes* menjadi mudah menyerap air dan cepat mengembang.

Analisis Kandungan Mineral *Flakes* Terbaik

Analisis kandungan mineral yang dilakukan pada *flakes* terbaik meliputi kadar kalsium, magnesium, dan fosfor. Analisis mineral tersebut dilakukan dengan menggunakan metode ICP-OES. Berdasarkan Tabel 2 terlihat bahwa *flakes* yang dihasilkan pada penelitian ini memiliki kandungan mineral yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan *flakes* komersial yang berasal dari merk “Kellogg’s.” “Kellogg’s” merupakan salah satu jenis *corn flakes* yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat. Peningkatan kadar mineral dipengaruhi oleh adanya kontribusi dari tepung cangkang telur bebek yang digunakan sebagai salah satu bahan utama dalam pembuatan *flakes*.

Tabel 2. Hasil analisis kandungan mineral *flakes*

<i>Flakes</i>	Kandungan Mineral		
	Kalsium (mg/100 g)	Magnesium (mg/100 g)	Fosfor (mg/100 g)
Terpilih	253.93±0,2 1	36.91±0,22	138.35±0,6 2
“Kellogg’s” ” <i>corn flakes</i>	1,12±0,01	2,52±0,09	10,35±0,22

Mineral merupakan zat gizi mikro yang artinya diperlukan oleh tubuh dalam jumlah yang sedikit. Menurut Vilar *et al.* (2010), *daily intake* kalsium adalah 1000 mg, sedangkan menurut Zhang & Qiu (2018), *Recommended Dietary Allowance* (RDA) magnesium adalah 400-420 mg/hari untuk pria berusia 19-≥ 30 tahun dan 310-

320 mg/hari untuk wanita berusia 19-≥ 30 tahun. Menurut Gutiérrez *et al.* (2017), *Recommended Dietary Allowance* (RDA) untuk fosfor adalah 700-1250 mg/hari sesuai kebutuhan.

Kandungan mineral *flakes* pada penelitian ini mungkin belum dapat mencukupi asupan kebutuhan mineral, namun jika dibandingkan dengan mengonsumsi *flakes* komersial, *flakes* pada penelitian ini dapat memberikan *added-value* dengan adanya peningkatan kadar mineral yang cukup tinggi. Walaupun mineral hanya diperlukan dalam jumlah sedikit, namun mineral juga memegang peranan yang penting dalam metabolisme tubuh sehingga konsumsi produk yang mengandung mineral, apalagi dalam waktu yang rutin sangat diperlukan.

KESIMPULAN

Tepung cangkang telur terbaik yang diperoleh dari hasil penelitian ini adalah tepung cangkang telur bebek. Tepung cangkang telur bebek memiliki kadar kalsium (4001,42 mg/100g), magnesium (67,56 mg/100g), dan fosfor (1250,55) mg/kg sehingga berpotensi untuk diaplikasikan pada pembuatan *flakes*.

Substitusi tepung terigu dengan tepung cangkang telur bebek pada rasio 1:1 merupakan rasio terbaik dalam produksi *flakes* dari segi organoleptik. *Flakes* pada

rasio terbaik ini memiliki tingkat penerimaan netral hingga agak disukai pada atribut warna, aroma, rasa, tekstur, dan penerimaan keseluruhan.

Flakes pada rasio terbaik ini memiliki nilai °Hue dan *lightness* masing-masing sebesar 89,09° dan 85.87. Selain itu, *flakes* terbaik ini memiliki kadar kalsium (253,93 mg/100 g), magnesium (36,91 mg/100 g), dan fosfor (138,35 mg/100 g).

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, M. & Badawy, W. Z. (2017). Utilization of eggshells by-product as a mineral source for fortification of bread strips. *Journal of Food and Dairy Science*, 8(11), 455-459.
- Aminah, S. & Meikawati, W. (2016). Calcium content and flour yield of poultry eggshell with acetic acid extraction. *The 4th University Research Colloquium* 2016: 49-53.
- Amerine, M. A., Pangborn, R. M., & Roessler, E. B. (2013). *Principles of Sensory Evaluation of Food*. Elsevier, United States of America.
- AOAC. (2000). *Official Methods of Analysis of the Associations of Official Analytical Chemists*. AOAC Inc., Arlington.
- AOAC. (2005). *Official Methods of Analysis of the Associations of Official Analytical Chemists*. AOAC Inc., Arlington.
- Badan Standarisasi Nasional [BSN]. (2015). *SNI 2886:2015 Makanan Ringan Ekstrudat*. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Der-Jiun, O., Shahid, I. & Maznah, I. (2012). Proximate composition, nutritional attributes and mineral composition of *Peperomia pellucida* l. (ketumpangan air) grown in Malaysia, *Molecules*, 17, 11139-11145.
- Ermiş, E., Tuğla, B. K. & Külsoy, B. (2020). Effects of adding eggshell powder and olive seed powder to biscuit formulation on some quality properties. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 8(12), 2512-2517.
- Finnie, S., & William, A. A. (2016). *Wheat Flour*, 2nd ed. AACC International, Inc., New York.
- Gaurav, S. (2003). *Digital Color Imaging Handbook*. CRC Press, Boca Raton.
- Gutiérrez, O. M., Kalantar-Zadeh, K., & Mehrotra, R. (2017). *Clinical Aspects of Natural and Added Phosphorus in Foods*. Springer Science & Business Media, New York.
- Iqbal, M. & Tahlil, T. (2015). Makan pagi dan prestasi akademik pada anak usia sekolah di Banda Aceh. *Idea Nursing Journal*, 6(2), 7-11.
- Meilgaard, M. C., Civille, G. V., & Carr, B. T. (2006). *Sensory Evaluation Techniques*, 4th ed. CRC Press, Boca Raton.
- Mulyadi, A. F., Maligan, J. M., Wignyanto, & Hermansyah, R. (2013). Karakteristik organoleptik serbuk perisa alami dari cangkang rajungan (*Portunus pelagicus*): kajian konsentrasi dekstrin dan suhu

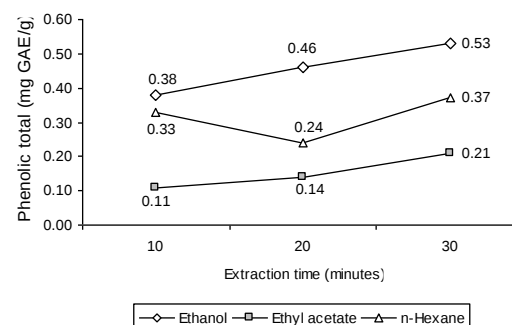
- pengeringan. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 14(3), 183-192.
- Nurlaela, A., Dewi, S. U., & Soejoko, D. S. (2014). Pemanfaatan limbah cangkang telur ayam dan telur bebek sebagai sumber kalsium untuk sintesis mineral tulang. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 10, 81-85.
- Permana, R. A. & Putri W. D. R. (2015). Pengaruh proporsi jagung dan kacang merah serta substitusi bekatul terhadap karakteristik fisik kimia flakes. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 3(2), 734-742.
- Ray, S., Barman, A. K., Roy, P. K. & Singh, B. K. (2017). Chicken eggshell powder as dietary calcium source in chocolate cakes. *The Pharma Innovation*, 6(9, Part A), 1.
- Saleha, N. M. (2016). *Optimasi formulasi flakes berbasis tepung ubi cilembu tepung tapioka serta tepung kacang hijau menggunakan aplikasi design expert metode mixture D-optimal*. Skripsi, Universitas Pasundan, Bandung.
- Saraswanti Indo Genetech (SIG), PT. (2019). *Instruksi Kerja (Dokumen Eksternal): Metode Uji Logam dan Mineral dalam Makanan, Pakan Ternak, Obat Herbal, dan Bahan Baku Secara ICP-OES No. 18-13-1/MU/SMM-SIG*. SIG Laboratory, Bogor.
- Shuhadah, S. & Supri, A. G. (2009). LDPE-Isophthalic acid-modified eggshell powder composites (LDPE/ESP1). *J. Physical Sci.*, 20(1), 87-98.
- Shevell, S. K. (2003). *The Science of Colour*, 2nd ed. Elsevier Inc., Italy.
- Susanti, I., Lubis, E. H., & Meilidayani, S. (2017). Flakes sarapan pagi berbasis mocaf dan tepung jagung. *Journal of Agro-based Industry*, 34(1), 44-52
- Rahmawati, W. A. & Nisa, F. C. (2015). Fortifikasi kalsium cangkang telur pada pembuatan cookies (kajian konsentrasi tepung cangkang telur dan baking powder). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 3(3), 1050-1061.
- Vilar, J. D. S., Sabaa-Srur, A. U. O., & Ruy, G. M. (2010). Chemical composition of chicken eggshell powder. *Boletim Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos*, 28(2), 247-254.
- Vormann, J. (2003). Magnesium: nutrition and metabolism. *Molecular aspects of medicine*, 24(1-3), 27-37.
- Yonata, D., Aminah, S., & Hersoelistyorini, W. (2017). Kadar kalsium dan karakteristik fisik tepung cangkang telur unggas dengan perendaman berbagai pelarut. *Jurnal Pangan dan Gizi*, 7(2), 82-93.
- Zhang, Y. & Qiu, H. (2018). Dietary magnesium intake and hyperuricemia among US adults. *Nutrients*, 10(296), 31-42.

PEDOMAN PENULISAN NASKAH

FaST- Jurnal Sains dan Teknologi

Jurnal Sains dan Teknologi merupakan salah satu wadah publikasi ilmiah untuk berbagai bidang ilmu dan teknologi. Pedoman penulisan ini dibuat untuk keseragaman format penulisan dan kemudahan penulis dalam proses penerbitan naskah di jurnal ini.

1. Naskah / artikel yang dimuat adalah artikel asli dari hasil penelitian, ulasan ilmiah (Review), atau komunikasi singkat yang belum pernah diterbitkan dalam media masa lainnya. Apabila pernah dipresentasikan dalam seminar / lokakarya agar diberi keterangan yang lengkap.
2. Naskah ditulis dalam Bahasa Indonesia, diketik menggunakan program MS-word dengan format .doc atau docx dan dikirimkan secara online. Dalam kondisi tertentu *soft copy* (CD atau DVD atau flashdisc) dapat dikirim kepada Redaksi Jurnal Sains dan Teknologi, Fakultas Sains dan Teknologi, UPH, Lippo Karawaci Tangerang 15811, atau dikirim lewat email ke redaksi selambat-lambatnya 1 bulan sebelum waktu penerbitan.
3. Ketentuan standar pengetikan naskah :
 - a. Ukuran kertas : A4 (21x 29,5 cm) dan *margin* : *top* 2,5 cm, *bottom* 2,5 cm, *left* 2,5 cm, *right* 2,0 cm, dan jarak antar kolom 1,0 cm.
 - b. Jenis huruf Times New Roman 12, dengan jarak ketik 1.5 spasi, kecuali untuk Abstract dan Daftar Pustaka dibuat 1 spasi, namun jarak antar pustaka dalam Daftar Pustaka 1.0 spasi.
 - c. Jumlah halaman maksimal 20 halaman
 - d. Gambar diberi nomor serta judul pada posisi bawah gambar. Keterangan gambar (*legend*) ditaruh di bagian bawah gambar (lihat contoh).



Gambar 1. Judul gambar...

- e. Tabel diberi nomor dan judul pada posisi atas tabel, dengan bentuk Tabel lajur, hanya judul tabel dan penutup yang diberi garis seperti contoh berikut .

Tabel 1. Judul tabel

No	.....	.....	.....
1	.....	.....	.....
2	.....	.....	.....
4	.....	.....	.....

Keterangan :

- f. Penggunaan istilah asing yang belum lazim digunakan dalam bahasa Indonesia dicetak miring (*Italic*)
- g. Judul tulisan dan judul bab ditulis huruf besar dan diletakkan pada bagian tengah dari lebar naskah. Judul sub-bab diletakkan pada pinggir kiri naskah.
4. Organisasi /Sistematika penulisan :
 - a. Untuk naskah laporan hasil penelitian, cara penyusunan naskahnya sebagai berikut : **JUDUL** (Huruf cetak, bahasa Indonesia dan Bahasa Inggris dalam [.]), **Nama penulis** (diberi nomor *superscript*) dan lembaga dan alamat (berdasar nomor *superscript*),

-
- Korespondensi penulis (alamat email), Abstrak dan Kata kunci, *Abstract* dan *Key word* (bahasa Inggris), Pendahuluan, Bahan dan Metode, Hasil dan Pembahasan, Kesimpulan, Saran (bila ada), Daftar Pustaka, dan Ucapan Terima Kasih (bila ada). Tabel dan grafik jumlahnya maksimal 10 dan hendaknya dimasukkan dalam naskah dan diberi nomor.
- b. Untuk naskah karya ilmiah lainnya organisasi penulisannya diserahkan pada penulis tetapi tetap diberi Judul dan abstrak dalam bahasa Indonesia dan Inggris.
 - c. Judul Naskah, penulis, dan abstrak dibuat satu kolom, sedangkan isi naskah dibuat dua kolom. Gambar dan Tabel dapat dibuat satu atau dua kolom tergantung pada besar kecilnya.
5. Kepustakaan
- Pustaka yang disitasi dalam naskah berdasarkan pada pengarang atau penulisnya. Pustaka minimal 60% berasal dari jurnal. Semua pustaka yang disitasi dalam naskah harus terdaftar pada akhir naskah dan disusun secara alfabetik menggunakan sistem APA (*American Psychological Association*) Style sbb:
- Daftar pustaka disusun secara urutan alfabetik (A-Z) berdasarkan nama penulis, diikuti tahun penerbitan, judul, dan sumber publikasinya.
 - Nama penulis didahului nama famili/nama terakhir diikuti huruf pertama nama kecil / nama pertama, baik untuk penulis pertama, kedua, dan seterusnya.
- Judul karangan untuk buku ditulis dengan huruf besar pada setiap awal kata yang bukan kata sambung, sedangkan untuk jurnal hanya pada awal kalimat.
 - Sumber publikasi untuk buku ditulis kota : Penerbit, untuk Jurnal ditulis Volume (nomor) : halaman, untuk bab dalam buku ditulis dalam nama editor (Eds), Judul buku, halaman, kota penerbitan : nama penerbit, untuk Prosiding ditulis dalam Nama editor (Eds), Nama prosiding, halaman, Kota : Penyelenggara Seminar, untuk Laporan ditulis Kota : lembaga pembuat laporan, untuk Thesis ditulis kota, negara : Universitas, S1/S2/S3 thesis, untuk internet ditulis diunduh alamat web, pada tgl/bulan/tahun.
 - Sitasi dalam teks : Satu penulis ditulis Nama famili, tahun; Dua penulis ditulis Nama famili dan Nama famili, tahun; lebih dari dua penulis ditulis Nama famili penulis pertama *et al.*, tahun.
6. Redaksi berhak melakukan editing tanpa merubah isi dan makna tulisan. Apabila pada waktu editing terdapat ketidak jelasan isi dan makna pada tulisan, maka tulisan akan dikembalikan kepada penulis untuk diperbaiki. Hasil perbaikan harap segera dikirim kepada redaksi sesuai waktu yang telah ditetapkan.

JUDUL ARTIKEL (dalam Bahasa Indonesia) (font TNR 12) (spasi 1)

[ARTICLE TITLE] (In English) .. (spasi 1)

Penulis^{1*}, Penulis², dan Penulis³

¹Departemen terkait, Nama Institusi, alamat; ²----- dst

*Korespondensi penulis : alamat email (spasi 1)

ABSTRACT (in English)

Article are written in A4 size (21x 29.5 cm) and margins: top 2.5 cm, bottom 2.5 cm, left 2.5 cm, right 2.0 cm, and distance between columns 1.0 cm. Abstracts are written in English using Times New Roman 12 Point Spaces 1. Abstract contains the essence of the article, consisting of introduction, goals, methods, results and discussion, and conclusions. Abstract references are not permitted. Abstracts are written in one paragraph and must not exceed 300 words. The final part of the abstract is included 3-5 keywords and sort alphabetically each word / phrase. (spase 1, max 300 words)

Keywords :,,,, (max 5 words, sort alphabetically)

ABSTRAK (dalam Bahasa Indonesia)

Penulisan artikel ditulis de ngan ukuran A4 (21x 29,5 cm) dan margin : top 2,5 cm, bottom 2,5 cm, left 2.5 cm, right 2,0 cm, dan jarak antar kolom 1,0 cm. Abstrak ditulis dengan bahasa Indonesia, menggunakan Times New Roman 12 Point Spasi 1. Abstrak memuat intisari artikel, berisi pengantar, tujuan, metode, hasil dan pembahasan, dan kesimpulan. Abstrak tidak diperkenankan terdapat rujukan pustaka. Abstrak ditulis dalam bentuk satu paragraf dan tidak boleh melebihi 300 kata. Bagian akhir abstrak dicantumkan 3–5 kata kunci dan urutkan sesuai abjad tiap kata/frasa. (spasi 1, maksimal 300 kata)

Kata kunci :,,, (maksimal 5 kata, urutkan berdasar abjad)

PENDAHULUAN

Jumlah halaman keseluruhan artikel maksimal 20, jumlah gambar dan tabel maksimal 10 (Sapsi 1.5)

Pendahuluan/pengantar berisi uraian tentang apa penelitian Anda dan mengapa penelitian itu dilakukan. Uraian ini didukung dengan kajian pustaka yang berupa data-data dari sumber lain, penelitian sejenis, atau penelitian sebelumnya. Juga dimasukan tujuan dari penelitian yang dilakukan.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bagian ini berisi penjelasan bahan dan alat (instrumen) yang digunakan. Bahan yang digunakan jelaskan spesifikasinya. Alat-alat yang sudah umum digunakan tidak perlu diperinci, namun yang harus dicantumkan adalah alat uji, yaitu disebutkan spesifikasinya seperti merk, tipe dan lain-lain.

Metode Penelitian

Metode harus dijelaskan selengkap mungkin agar peneliti lain dapat melakukan verifikasi. Metode analisis parameter yang bersifat spesifik harus dicantumkan, kecuali yang bersifat umum cukup diberikan acuannya (referensi). Cara analisis data (bila ada) perlu dicantumkan. (Spasi 1,5)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Judul Sub bab.....

Hasil berisi paparan temuan penelitian. Data yang disajikan adalah data yang sudah diolah dan siap dibaca untuk menjawab tujuan penelitian (bukan data mentah), selain itu untuk memperjelas dapat diberikan ilustrasi berupa gambar dan tabel. Namun, hasil yang telah dijelaskan dengan tabel atau ilustrasi tidak perlu dipaparkan dalam uraian teks secara terperinci. Paparan hasil ditulis dalam bentuk paragraf, tidak dalam bentuk pembagian per subbab/poin.

Judul Sub Bab....

Persamaan matematis, dikemukakan dengan jelas dan diketik menggunakan program untuk formula, misalnya Equation atau Math Type. Angka desimal, ditandai dengan koma (,) untuk bahasa Indonesia dan titik (.) untuk bahasa Inggris. Tabel dan gambar harus dicantumkan, kemudian secara berurutan diberi nomor dan diacu berurutan dalam naskah, judul ditulis dengan singkat dan jelas. Tabel dibuat dalam bentuk tabel terbuka (yaitu hanya terdapat garis horizontal di kepala tabel dan bagian akhir tabel. Ilustrasi berupa

gambar meliputi foto, grafik, peta, dan bagan. Foto harus memiliki resolusi yang tinggi sehingga citra yang dihasilkan tajam dan jelas. Resolusi minimal 300 dpi atau lebih. Untuk gambar foto, hasil plot, dsb. sebaiknya digambarkan dengan *grayscale* kecuali bila kondisi memang tidak memungkinkan digambar dengan *grayscale*, maka diperbolehkan berwarna.

Nama ilmiah; nama ilmiah ditulis sesuai kaidah penulisan ilmiah menurut ICZN untuk tata nama hewan, ICBN untuk tata nama tumbuhan, demikian juga untuk virus dan bakteri harus sesuai dengan tata nama virus dan bakteri. Satuan, pengukuran secara kuantitatif menggunakan Satuan Internasional.

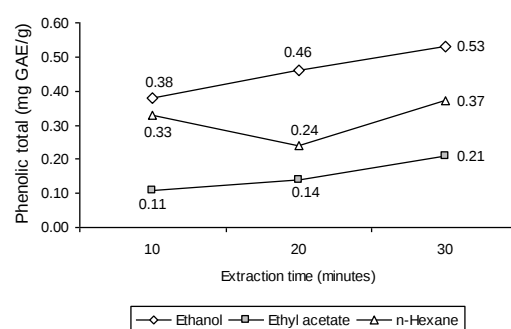
Judul Sub Bab

Jumlah gambar dan tabel dalam pembahasan maksimal 10. Contoh tabel dan gambar sebagai berikut :

Tabel 1. Judul tabel

No	.....	.....	.....
1	.....	.....	.....
2	.....	.....	.....
4	.....	.....	.....

Keterangan :



Gambar 1. Judul gambar.

KESIMPULAN

Kesimpulan penelitian ditulis secara ringkas dan jelas, dalam bentuk paragraf, bukan poin. Kesimpulan harus sesuai dengan tujuan penelitian.

SARAN

----- (Optional)

UCAPAN TERIMA KASIH

----- (Optional)

DAFTAR PUSTAKA .

Pustaka spasi 1,0, tetapi jarak antar pustaka diberi sela spasi 1.
Jumlah pustaka **minmal 10 buah**.

Jurnal

Banerjee, D., Chakrabarti, S., Hazra, A. K., Banerjee, S., Ray, J. and Mukherjee, B. 2008. Antioxidant activity and total phenolics of some mangroves in Sundarbans. *African Journal of Biotechnology* 7 (6) : 805-810.

Buku / Monograph

Dalimartha, S. 2005. *Ramuan Tradisional untuk Pengobatan Diabetes Mellitus*. Bogor : Penerbit Penebar Swadaya.

Ranganna, S. 1986. *Analysis and Quality Control for Fruit and Vegetable products* 2nd Ed. New Delhi : Tata McGraw-Hill Pub. Co.Ltd.

Bab dalam Buku

Hart, R. J. 1998. Food Science and The Transport of Food. In Heap, R., Kierstan, M. and Ford, G. (Eds). *Food Transportation*, p. 1-21. London : Thomson Science.

Prosiding

Nurbaeti, S.N., Sari, R. and Pratiwi, L. 2013. Comparison of antibacterial efectivity from Kesum (*Polygonum minus* Huds) methanol extract against methanol fraction. In Sagiman, S., Catur, S., and Zakiatulyaqin (Eds). *Proceeding 6th International Seminar of Indonesian Society for Microbiology*, p. 30-36. Pontianak, Indonesia : Indonesian Society for Microbiology.

Internet

Food and Drug Administration (FAO). 2000. Bad bug book – Aflatoxins. Downloaded from <http://vm.cfsan.fda.gov/mow/chap41.html>. Accessed on 3/3/2000.

Laporan

Dianitami, R. 2009. Efek rumput laut *Euchema* sp. terhadap kadar glukosa darah dan jumlah trombosit tikus Wistar yang diinduksi aloksan. Semarang : Laporan Akhir Penelitian. Fakultas Kedokteran. Universitas Diponegoro.

Skripsi/Thesis/Disertasi

Basyuni, M. 2008. Studies on terpenoid biosynthesis of mangrove tree species. Agricultural Sciences, Kagoshima, Japan : Kagoshima University. Skripsi / Thesis / Disertasion.