

Karakterisasi *Edible Film* Bioselulosa Mengandung Minyak Jeruk Bergamot, dan Aplikasinya pada Enting-Enting Gepuk

Sylviana¹, Warson El Kiyat¹, Indriyati², dan Yoice Srikandace*²

¹Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Ilmu Hayati, Surya University Gedung SETOS, Jl. MH. Thamrin KM 2,7, Tangerang, 15143

²Loka Penelitian Teknologi Bersih – LIPI

Jl. Sangkuriang Komplek LIPI Gedung 50 Bandung 40135

*E-mail: yoice.srikandace.s@gmail.com

Diterima: 02-Apr-2018 Diperbaiki: 07-Mei-2018 Disetujui: 29-Mei-2018

ABSTRAK

Karakterisasi *Edible Film* Bioselulosa Mengandung Minyak Jeruk Bergamot, dan Aplikasinya pada Enting-Enting Gepuk. *Edible film* bioselulosa (BEF) telah dikembangkan sebagai alternatif pengemas makanan. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis karakteristik fisikokimia dan mekanis BEF yang mengandung minyak esensial bergamot (BB), kestabilan karakteristik *film*, serta pengaruh pengemasan BB terhadap oksidasi lemak dan sifat organoleptik enting-enting gepuk. *Film* dibuat dengan mencampur bubuk bioselulosa, karboksimetil selulosa, gliserol, Tween 80, dan minyak esensial, lalu *dicasting* dan dikeringkan di oven pada suhu 40°C selama 24 jam. Karakterisasi fisikokimia dan mekanis *film* yang dilakukan meliputi pengujian permeabilitas uap air, kelarutan, SEM, FTIR, kuat tarik, dan elongasi. Hasil penelitian menunjukkan *film* BB memiliki nilai permeabilitas uap air ($2,00 \times 10^{-7}$ g/m.s.kPa) lebih rendah dibandingkan BEF ($2,35 \times 10^{-7}$ g/m.s.kPa), spektra FTIR dan penampakan permukaan yang relatif menyerupai BEF, serta nilai elongasi (22,5%) yang lebih tinggi dibandingkan sampel BEF (20%). Karakteristik fisikokimia dan mekanis *film* BB relatif stabil selama penyimpanan 4 minggu. Pengemasan enting-enting gepuk dengan BB terbukti dapat menurunkan oksidasi lemak, dan tidak mempengaruhi tingkat kesukaan enting-enting gepuk secara signifikan.

Kata Kunci: bergamot, bioselulosa, *edible film*, enting-enting gepuk

ABSTRACT

Characterization of Biocellulose Edible Films Containing Bergamot Essential Oil and Its Application on Enting-Enting Gepuk. *Biocellulose edible film* (BEF) has been developed as an alternative food packaging. This study aimed to analyze the physicochemical and mechanical characteristics of BEF containing bergamot essential oil (BB), the stability of its characteristics, and the packaging effects on fat oxidation and organoleptic properties of enting-enting gepuk. The

films were prepared by mixing all components, namely slurry of biocellulose, carboxymethyl cellulose, glycerol, Tween 80, and essential oil, and then the mixture was cast and dried in an oven at 40 °C for 24 hour. Physicochemical and mechanical properties tests consist of water vapor permeability, solubility, SEM, FTIR, tensile strength, and elongation. The results showed that BB has lower water vapor permeability value ($2.00 \times 10^{-7} \text{ g/m.s.kPa}$) than BEF ($2.35 \times 10^{-7} \text{ g/m.s.kPa}$), similar FTIR spectra and SEM results with BEF, and higher film elasticity (22.5%) than BEF (20%). The physicochemical and mechanical properties of BB tend to be stable during four weeks of storage. The films were proven to decrease fat oxidation in enting-enting gepuk, and did not significantly decrease enting-enting gepuk fondness.

Keywords: bergamot, biocellulose, edible film, enting-enting gepuk

PENDAHULUAN

Produk pangan umumnya dikemas menggunakan plastik sintetik yang mengandung zat-zat aditif dan sulit terdegradasi secara alami oleh mikroorganisme pembusuk, serta jika dibakar dapat mencemari udara dan lingkungan [1,2]. Plastik dari bahan sintetik dapat berasal dari bahan *polyvinyl chloride* (PVC), *polyethylene* (PE), *polystyrene* (PS), atau *polypropylene* (PP). Selain itu, kemasan plastik umumnya terbuat dari *epichlorohydrin*, yaitu senyawa yang dapat menyebabkan penyakit seperti kanker, infertilitas, dan fungsi kekebalan tubuh [3]. Ketika senyawa penyusun kantong plastik tersebut mengalami perpecahan molekul akibat kontak dengan panas, maka senyawa tersebut dapat berinteraksi dengan produk makanan yang dikonsumsi [4]. Seiring dengan meningkatnya pengetahuan konsumen tentang berbagai bahaya penggunaan kemasan plastik tersebut, maka penggunaan *edible film* sebagai bahan pengemas merupakan sesuatu yang menjanjikan.

Edible film adalah suatu lapisan tipis yang dibuat dari bahan yang dapat dimakan, dibentuk untuk melapisi makanan (*coating*), atau diletakkan di antara komponen makanan, sebagai penghalang terhadap perpindahan massa ataupun pembawa bahan aditif [5]. Lapisan tipis tersebut dapat dikonsumsi secara aman bersama produknya. Berdasarkan data dari *Future Market Insights Global and Consulting* [6], *edible film* memiliki nilai *compound annual growth rate* (CAGR) sebesar 4,5% pada akhir tahun 2017 sampai 2027, yang menandakan adanya pertumbuhan penjualan pada produk tersebut. Inilah yang menjadi bukti bahwa penelitian mengenai *edible film* menarik untuk dibahas.

Salah satu bahan yang berpotensi dijadikan *film* adalah bioselulosa. Bioselulosa merupakan hasil fermentasi air kelapa menggunakan bakteri dan

dikenal sebagai *nata de coco*. Saat ini, pemanfaatan bioselulosa masih banyak sebagai bahan pangan, padahal bioselulosa juga dapat diaplikasikan sebagai pengemas pangan, berupa lapisan tipis (*film*) atau sebagai *edible coating*. Beberapa keunggulan *film* berbasis bioselulosa adalah kemurnian, ketersediaan, *water holding capacity*, dan kristalinitas yang tinggi [7]. Selain itu, pemanfaatan bioselulosa sebagai *film* dapat menurunkan jumlah limbah air kelapa sebagai akibat dari tingginya pengolahan kelapa parut kering dan minyak kelapa di Indonesia, sehingga mengurangi pencemaran lingkungan [8].

Film dapat berfungsi sebagai *carrier agent* bahan aktif yang dapat meningkatkan umur simpan produk makanan [9]. Salah satu bahan aktif tersebut yaitu antioksidan yang dapat diperoleh dari minyak esensial dari buah-buahan. Minyak esensial ini dipilih karena ketersediaannya yang tinggi, dibuktikan dengan nilai CAGR sebesar 9% dari tahun 2015 ke 2020. Minyak esensial yang paling banyak diproduksi adalah minyak *Citrus* spp., dengan permintaan paling tinggi, yaitu sebesar 35% dari total permintaan minyak esensial tahun 2014 [10,11].

Salah satu jenis minyak *Citrus* spp. yang banyak ditemukan adalah minyak jeruk bergamot. Minyak jeruk bergamot merupakan jenis minyak atsiri yang paling banyak dikomersialisasi di dunia sebagai bahan pembuatan parfum. Selain itu, minyak jeruk bergamot mengandung aktivitas antioksidan yang besar, yaitu sekitar 70-88% dan dapat menghambat oksidasi asam linoleat [11]. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Tongnuanchan, dkk. [12], minyak esensial bergamot memberikan sifat mekanis yang paling baik pada *film*, dibandingkan dengan minyak *Citrus* spp. lain, yakni lemon, purut, dan jeruk nipis. Oleh sebab itu, minyak esensial bergamot sangat berpotensi untuk ditambahkan pada *film* berbasis bioselulosa dengan tujuan untuk meningkatkan kualitas *film* tersebut.

Film berbasis selulosa cenderung menghasilkan tekstur yang kaku dan rapuh [13]. Pada umumnya, penambahan *carboxymethyl cellulose* (CMC) dan *plasticizer* dilakukan pada *edible film* untuk memperbaiki kualitas strukturnya [7]. Penambahan bahan-bahan tersebut, termasuk penambahan bahan aktif pada *film* berbasis bioselulosa dapat menghasilkan perubahan pada karakteristik *film*. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian efektivitas dan pengaruh bahan-bahan tersebut dalam meningkatkan kualitas *film* bioselulosa. Penelitian yang dilakukan oleh Indrarti dan Indriyati [14] membuktikan adanya pengaruh yang dihasilkan oleh penambahan minyak esensial jeruk lemon, *sweet orange*, dan nipis pada karakteristik fisik dan mekanis *film* yang dihasilkan. Namun demikian, penelitian ini tidak mengkaji minyak esensial bergamot. Penggunaan jenis jeruk yang berbeda tentu dapat menghasilkan karakteristik yang berbeda pula. Di samping itu, bertolak dari

kekhawatiran mengenai perubahan pada *film*, maka pengujian kestabilan karakteristik *film* tersebut juga penting untuk dilakukan.

Berbagai produk pangan yang mengandung asam lemak tidak jenuh ganda yang tinggi rentan mengalami oksidasi. Salah satu produk yang rentan teroksidasi adalah enting-enting gepuk dengan kacang tanah sebagai komponen dominan dalam produk [15]. Oksidasi lemak pada umumnya dapat dicegah dengan bahan yang memiliki antioksidan. Aplikasi *film* mengandung minyak esensial bergamot sebagai pengemas enting-enting gepuk diharapkan dapat mencegah ketengikan dan meningkatkan umur simpan produk, karena antioksidan yang dimiliki minyak esensial bergamot.

Pada penelitian ini, dilakukan pengujian karakteristik *edible film* berbasis biopolimer mengandung minyak esensial bergamot, serta kestabilan dari sifat *film* tersebut selama penyimpanan. Dengan penambahan minyak esensial bergamot, diharapkan dapat meningkatkan kualitas karakteristik dari *film* yang dihasilkan. Selain itu, juga dilakukan pengujian oksidasi lemak dan sifat organoleptik enting-enting gepuk, yang dikemas dengan *film* mengandung minyak bergamot.

METODE PERCOBAAN

Bahan

Bahan utama yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah biopolimer yang diperoleh dari Cianjur, Jawa Barat, yang dijadikan dalam bentuk *slurry* atau bubur, akuades, gliserol (Merck), CMC (Himedia), *Tween* 80 (Merck), dan minyak esensial jeruk bergamot (dibeli dari Lansida, Yogyakarta). Pada pengujian permeabilitas uap air, silika gel dengan kelembaban relatif 0% dibutuhkan. Selain itu, larutan kalium iodida, asam asetat glasial, kloroform, larutan natrium tiosulfat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), dan amilum yang digunakan pada pengujian bilangan peroksida semuanya buatan Merck. Pada pengujian bilangan asam (FFA), bahan yang digunakan meliputi alkohol 95% teknis, indikator fenolftalein (Merck) serta larutan NaOH (Merck) 0,1N. Larutan garam (Merck) jenuh digunakan untuk mengontrol RH.

Pembuatan Bubur Biopolimer

Biopolimer perlu untuk dipurifikasi terlebih dahulu dengan cara mencucinya pada air mengalir sampai pH netral, lalu dimasak sampai mendidih. Setelah pH netral, biopolimer dididihkan dengan NaOH 1% w/v untuk menghilangkan komponen non selulosa. Setelah itu, biopolimer dicuci lagi pada air mengalir untuk menghilangkan larutan alkali, sampai pH biopolimer mencapai 7. Biopolimer yang telah dipurifikasi dipotong berukuran kubus kecil sebanyak 500 gram, dan diblender selama 15 menit

dengan sistem *on/off* setiap 1 menit setelah ditambah akuades 200 ml. Bubur bioselulosa kemudian disimpan di lemari pendingin selama 24 jam [14].

Pembuatan Edible Film

Pembuatan *edible film* diawali dengan pencampuran seluruh bahan komposit, yang meliputi 100 ml bubur bioselulosa, 0,5 ml gliserol, dan 0,5 gram CMC. Bubur bioselulosa diaduk di atas *hotplate stirrer* pada suhu 70°C selama 30 menit. Penambahan CMC pada bubur bioselulosa dilakukan secara perlahan hingga CMC larut. Kemudian, gliserol ditambahkan dan campuran dihomogenkan selama 15 menit. Campuran tanpa minyak esensial dicetak pada wadah dengan teknik *casting*, dan dikeringkan di oven *blower* selama 24 jam pada suhu 40°C. Setelah kering, *film* dilepaskan dari cetakan. Pada *film* yang mengandung minyak esensial, campuran bubur bioselulosa-CMC-gliserol didinginkan sampai suhu ruang, kemudian ditambahkan dengan *Tween 80* dan minyak esensial bergamot 2% dari berat *slurry* basah. Setelah itu, sampel *dicasting* dan dikeringkan [14].

Pengujian Kuat Tarik dan Elongasi Edible Film

Sampel dipotong dengan lebar 1 cm dan panjang sesuai dengan ketersediaannya. Setelah itu, sampel diletakkan pada alat dan dijepit di bagian ujungnya. Jarak jepit yang digunakan adalah 2 cm, dengan kecepatan penarikan sebesar 50 mm/menit. Kuat tarik (*tensile strength*) merupakan nilai perbandingan antara jumlah beban *load cell* maksimum dengan luas penampang melintang, sementara elongasi merupakan persentase perbandingan jarak penarikan sampai sampel putus dengan jarak jepit awal [16]. Setiap sampel dilakukan pengujian sebanyak 4 spesimen dan hasilnya dirata-ratakan.

Pengujian Kelarutan Edible Film dalam Air

Sebanyak 0,1 gram sampel dikeringkan sampai berat konstan untuk menentukan berat kering *film* awal. Lembaran dimasukkan ke dalam gelas berisi akuades sebanyak 50 ml dan dilakukan pengadukan dengan *magnetic stirrer* selama 24 jam pada suhu ruang dengan kecepatan pengadukan 120 rpm. Setelah itu, larutan tersebut disaring dengan kertas saring Whatman No.1 yang telah ditimbang sebelumnya, lalu kertas saring yang telah digunakan untuk menyaring sampel dikeringkan pada suhu 105°C selama 3 jam. Selanjutnya, kertas saring ditimbang kembali untuk menentukan berat kering akhir. Perhitungan kelarutan *film* dalam air kemudian dihitung dengan rumus [17] :

$$\text{Kelarutan (\%)} = \frac{\text{berat kering awal} - \text{berat kering akhir}}{\text{berat kering awal}} \times 100\% \quad (1)$$

Pengujian Permeabilitas Uap Air Edible Film

Edible film dipotong sesuai dengan ukuran diameter cawan. Ketebalan *film* diukur menggunakan mikrometer (Merk Mitutoyo dengan ketelitian 0,001 mm), sedangkan diameternya diukur menggunakan jangka sorong (Merk Mitutoyo dengan ketelitian 0,05 mm). Cawan yang digunakan berupa vial kecil, dengan ukuran yang seragam. Kemudian, vial tersebut diisi dengan silika gel (RH 0%) sekitar 2/3 tinggi vial. Selanjutnya, vial berisi silika gel tersebut ditutup dengan lembaran *film*, dan dibungkus dengan *parafilm*, sehingga tidak terlepas. Cawan diletakkan pada suhu ruang dengan RH 75%. Penimbangan berat total dilakukan pada awal sebelum penyimpanan, kemudian setiap 1 jam sekali selama 10 jam pertama, dan pada jam ke 25. Perhitungan permeabilitas uap air dilakukan berdasarkan persamaan [16,18]

$$\text{laju permeabilitas uap air (WVTR)} = \frac{S}{A} \quad (2)$$

$$\text{permeabilitas uap air (WVP)} = \frac{WVTR \times X}{\Delta P} \quad (3)$$

S = kemiringan (*slope*) dari grafik berat versus waktu

A = luas area *film*

X = ketebalan *film*

ΔP = perbedaan tekanan pada suhu ruang

Pengujian Gugus Fungsi (FTIR) Edible Film

Analisis gugus fungsi dilakukan menggunakan *fourier transform infrared (FTIR) spectroscopy* (Thermo Fisher Scientific). Spektra inframerah direkam menggunakan regim ATR. Frekuensi gelombang sampel untuk *scanning* berkisar antara 500-4000/cm, dengan persentase transmisi sampai 100% [19].

Analisis Morfologi Permukaan Edible Film

Untuk pengujian menggunakan alat *scanning electron microscopy* (SEM), sampel dipreparasi dengan pelapisan menggunakan emas selama 2 menit, untuk menghasilkan sampel yang konduktif. Kemudian sampel dimasukkan ke alat SEM (JEOL JSM IT-300, Jepang) dan gambar diambil pada tegangan 20 kV [20].

Pengujian Bilangan Asam (Free Fatty Acid atau FFA)

Pengujian bilangan asam atau *free fatty acid* dilakukan dengan pelarutan 5 gram ekstrak sampel dalam campuran etanol: dietil eter (1:1, v/v). Kemudian, sampel tersebut dititrasi dengan larutan NaOH 0,1 N. Fenolftalein digunakan sebagai indikator warna dalam reaksi yang terjadi. Nilai dari bilangan asam ditunjukkan sebagai gram asam laurat per 100 gram sampel [21].

Pengujian Bilangan Peroksida (Peroxide Value atau PV)

Bilangan peroksida ditentukan dengan cara sampel ditimbang sebanyak 1 gram, kemudian dilarutkan dalam 30 mL larutan asam asetat: kloroform (3:2). Setelah itu, larutan ditambahkan dengan larutan KI jenuh 0,5 mL dan dikocok selama 1 menit. Setelah dilakukan penambahan 30 mL akuades, kemudian sampel dititrasi dengan larutan 0,1 N sodium tiosulfat. Hasil yang diperoleh ditunjukkan sebagai miliekuivalen (meq) dari oksigen aktif per kilogram minyak [21].

Analisis Data Penelitian

Pengujian sifat mekanis dan sifat fisikokimia *film*, serta pengujian bilangan peroksida dan bilangan asam dianalisis secara deskriptif. Di samping itu, data hasil pengujian organoleptik, diolah menggunakan uji statistik nonparametrik Mann Whitney. Tingkat kepercayaan yang digunakan adalah 95% ($\alpha=0,05$).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Permeabilitas Uap Air Edible Film Mengandung Minyak Esensial

Hasil yang diperoleh untuk nilai pengujian permeabilitas uap air (WVP) ditunjukkan oleh Tabel 1. Nilai rata-rata permeabilitas uap air dari *edible film* mengandung minyak esensial (BB) cenderung lebih kecil dibandingkan dengan *edible film* tanpa minyak (BEF). Seperti yang terlihat pada Tabel 1, penambahan minyak bergamot dalam *film* BB dapat menurunkan nilai permeabilitas uap air *film* BEF dengan efektif. Hal ini menandakan bahwa penambahan minyak dapat meningkatkan kualitas pertahanan terhadap uap airnya. Penurunan nilai terjadi karena sifat hidrofobik minyak esensial. Senyawa hidrofobik memiliki sifat menyebarkan fase dan menghambat migrasi air, karena senyawa ini mengganggu fase hidrofilik untuk berikatan dengan uap air [22].

Nilai permeabilitas uap air *film* BB cenderung meningkat setiap minggunya, walaupun masih tergolong stabil. Nilai rata-rata permeabilitas uap air *film* mengandung minyak bergamot mengalami perubahan sebesar $0,27 \times 10^{-7}$ g/m.s.kPa dari minggu pertama hingga minggu terakhir penyimpanan. Hasil analisis menunjukkan kenaikan WVP mulai terjadi ketika minggu kedua, dan minggu keempat. Sebagian komponen volatil dari *edible film* mengandung minyak bergamot menguap dan menyebabkan pengurangan sifat hidrofobik pada *film*, sehingga meningkatkan nilai permeabilitas uap air.

Tabel 1. Sifat fisikokimia *film*

Jenis <i>Film</i>	Permeabilitas Uap Air ($\times 10^{-7}$ g/m.s.kPa)	Kelarutan (%)
BEF	2,35 \pm 0,10	9,69 \pm 2,24
BB minggu 0	2,00 \pm 0,29	6,19 \pm 1,39
BB minggu 1	2,00 \pm 0,26	6,81 \pm 0,31
BB minggu 2	2,20 \pm 0,09	7,01 \pm 0,87
BB minggu 3	2,20 \pm 0,29	7,10 \pm 1,32
BB minggu 4	2,27 \pm 0,33	8,21 \pm 1,88

Kelarutan Edible Film Mengandung Minyak Esensial

Nilai kelarutan *edible film* berhubungan dengan nilai permeabilitas uap air. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin rendah nilai permeabilitas uap air, semakin rendah nilai kelarutannya. Selain itu, dapat dilihat bahwa nilai kelarutan menurun drastis dengan adanya penambahan minyak esensial ke dalam *film*. Nilai kelarutan *film* BEF dari 9,69 \pm 2,24% menurun sampai pada 6,19 \pm 1,39%, ketika dilakukan penambahan minyak bergamot (BB). Sifat hidrofobik yang menghalangi ikatan senyawa hidrofilik *film* dengan air dapat menurunkan kelarutan *film*. *Film* yang mengandung minyak sulit untuk larut yang ditunjukkan dengan lamanya waktu penyaringan ketika pengujian kelarutan dilakukan, dibandingkan waktu penyaringan untuk *film* tanpa penambahan minyak. Rendahnya nilai kelarutan *edible film* mengandung minyak esensial menyebabkan *film* ini lebih sulit terdegradasi oleh air dibandingkan dengan *edible film* tanpa minyak.

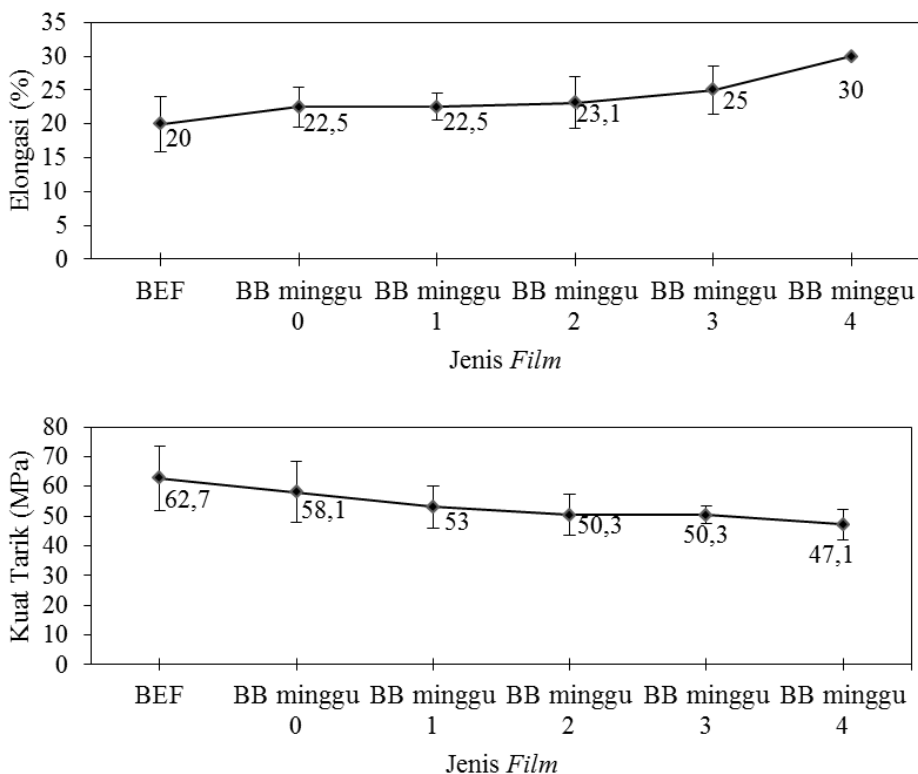
Nilai kelarutan *film* masih stabil selama penyimpanan, walaupun terjadi kenaikan yang besar pada minggu terakhir. Perubahan kelarutan sejak awal minggu penyimpanan ke minggu terakhir adalah sekitar 2,02%. Adapun nilai rata-rata kelarutan dapat meningkat seiring penyimpanan dapat disebabkan oleh sifat kehidrofobikan yang menurun, akibat beberapa senyawa volatil minyak yang menguap dari *film*.

Kuat Tarik dan Elongasi Edible Film Mengandung Minyak Esensial

Nilai sifat mekanis (kuat tarik dan elongasi) *film* ditunjukkan pada Gambar 1. Kuat tarik *film* setelah penambahan minyak esensial jeruk bergamot (BB) cenderung tidak jauh berbeda dengan sebelum penambahan dilakukan (*film* BEF). Namun, terdapat penurunan nilai rata-rata kuat tarik dari *edible film* tanpa minyak esensial (62,7 \pm 10,7 MPa) menjadi 58,1 \pm 10,4 MPa pada *edible film* minyak bergamot. Sebaliknya, nilai elongasi *film* meningkat ketika ditambahkan minyak. Hal ini dapat disebabkan oleh rendahnya ikatan antara minyak dan polimer komposit dasar *film*, sehingga menyediakan ruang kosong yang lebih besar di antara matriks. Dalam kasus ini, minyak esensial juga berperan sebagai *plasticizers*, karena meningkatkan

Karakterisasi Edible Film Bioselulosa Mengandung Minyak Jeruk Bergamot, dan Aplikasinya pada Enting-Enting Gepuk (Sylviana)

elastisitas [14]. Senyawa monoterpen yang banyak ditemukan pada minyak esensial bergamot bersifat hidrofobik dan menyebabkan perbedaan fase dengan komponen hidrofilik. Interaksi antara molekul polar (polimer) lebih kuat dibandingkan interaksi molekul polar dan nonpolar (minyak) [12,23]. Dengan meningkatnya nilai elongasi, maka dapat meningkatkan kualitas *film*, karena dalam menggunakan *film* sebagai bahan pengemas, dibutuhkan sifat elastisitas yang baik.



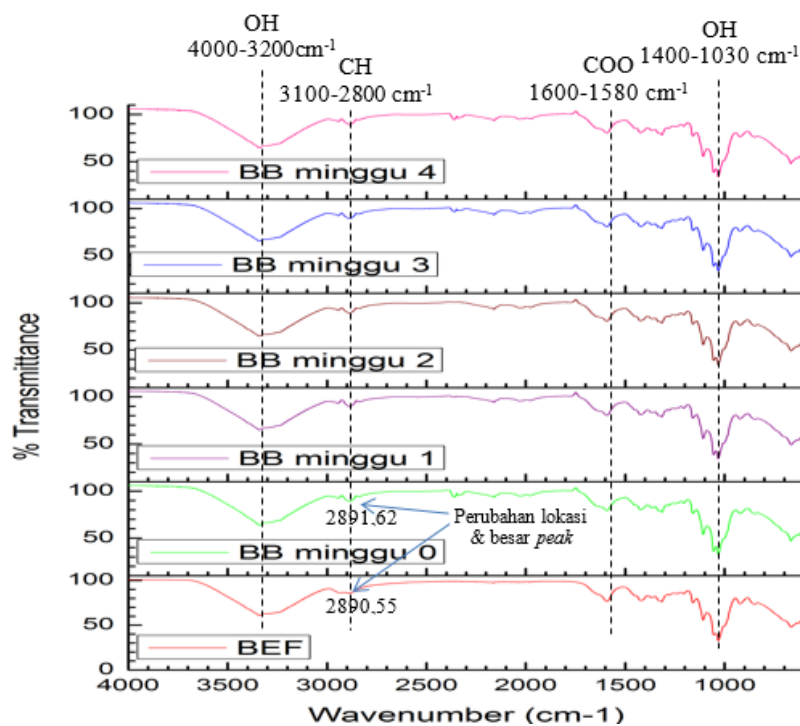
Gambar 1. Sifat mekanis *film*

Ketika nilai kuat tarik meningkat, nilai elongasi cenderung menurun. Adapun penurunan kuat tarik pada *edible film* mengandung minyak bergamot selama penyimpanan dapat disebabkan oleh ketidakstabilan susunan dalam matriks *film* ini. Walaupun komposisi senyawa yang ada cenderung tetap, namun ikatan tarik menarik antara molekul dalam matriks *film* cenderung berkurang, karena pemisahan fase minyak dan air. Dengan berkurangnya kekuatan dan kekompakan *film*, maka volume kosong di dalam matriks semakin besar. Hal ini yang menjadikan nilai elongasi *film* yang mengandung minyak bergamot semakin besar, terutama pada minggu keempat, saat perbedaan mulai terlihat. Nilai kuat tarik *film* minyak bergamot berkurang

sebesar 11,1 MPa, sedangkan nilai elongasi meningkat 7,5% selama penyimpanan.

Analisis Gugus Fungsi (FTIR) Edible Film Mengandung Minyak Esensial

Penambahan minyak esensial bergamot pada *film* biosekulosa (BB) menghasilkan beberapa perubahan pada posisi *peak* dan intensitas spektra *film* BEF. Nilai spektrum FTIR dari seluruh *film* ditunjukkan pada Gambar 2. Seluruh *edible film* memiliki puncak pada kisaran 3000-3500 cm^{-1} , atau tepatnya sekitar 3340 cm^{-1} . Daerah ini berkorelasi dengan gugus fungsi OH, yang terdeteksi umumnya pada gelombang 3200 sampai 4000 cm^{-1} . Gugus OH juga terbaca pada gelombang sekitar 1030 sampai 1400 cm^{-1} dan seluruh formulasi terbaca pada gelombang tersebut [24,25]. Gugus OH ini dapat berasal dari struktur utama biosekulosa, yang sebagian besar tersusun atas gugus OH ataupun dari struktur gliserol [24]. Selain itu, *peak* pada posisi sekitar 3300 cm^{-1} menunjukkan sedikit pergeseran ke arah gelombang yang lebih besar, ketika minyak esensial ditambahkan pada *film*. Hal ini dapat terjadi karena ikatan hidrogen intermolekular yang berkurang, akibat penambahan minyak esensial. Puncak yang lebih curam juga nampak pada spektra *film* mengandung minyak bergamot (BB), dibandingkan dengan sampel tanpa minyak (BEF). Hal ini juga menandakan bahwa ikatan hidrogen intermolekular BB berkurang karena perbedaan fase yang lebih besar [26,27].

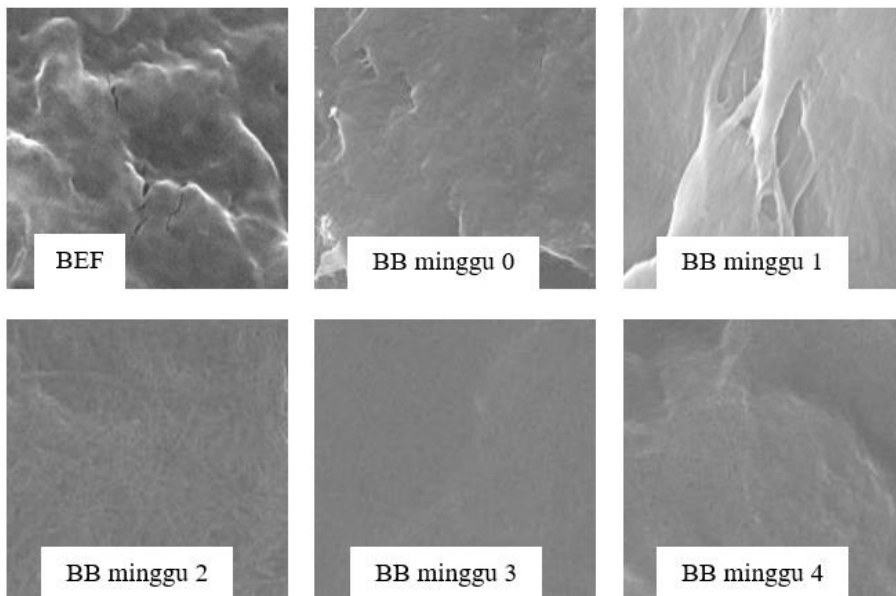


Gambar 2. Hasil pengujian FTIR *film*

Karakterisasi Edible Film Bioselulosa Mengandung Minyak Jeruk Bergamot, dan Aplikasinya pada Enting-Enting Gepuk (Sylviana)

Pada lokasi gelombang sekitar 2890 cm^{-1} , terjadi pergeseran *peak* dari $2891,62\text{ cm}^{-1}$ (*film* tanpa minyak atau BEF) ke lokasi gelombang yang lebih besar, yang disebabkan oleh *film* BB cenderung lebih hidrofobik dibanding sampel BEF. Selain itu, terbentuknya sedikit puncak pada spektra *film* bergamot pada gelombang 1730 cm^{-1} dapat disebabkan oleh keberadaan ikatan C=O dari gugus aldehid atau ester gugus karbonil [12]. *Peak* pada lokasi sekitar $1580\text{-}1600\text{ cm}^{-1}$ juga nampak untuk seluruh formulasi, yang menandakan keberadaan gugus COO akibat penggunaan CMC [17]. Adapun terbentuknya *peak* pada gelombang $2000\text{-}2500\text{ cm}^{-1}$ pada *edible film* minyak bergamot disebabkan oleh pengotor berupa senyawa alkuna [24], ataupun diakibatkan oleh spektrum dari CO₂ yang berasal dari atmosfer [28]. Jika dibandingkan, perubahan yang nampak pada gugus fungsi *film* BB setiap minggunya relatif tidak terlihat. Hal ini menandakan bahwa ikatan yang terbentuk di dalam *film* relatif stabil selama penyimpanan. Adanya sedikit perubahan pada spektra yang terbentuk dapat diakibatkan oleh beberapa komponen volatil yang menguap.

Analisis Struktur Mikroskopis (SEM) Edible Film Mengandung Minyak Esensial



Gambar 3. Hasil pengujian SEM *film*

Penampang dari *film* mengandung minyak juga dibandingkan dengan *film* tanpa penambahan minyak untuk mengetahui pengaruh minyak terhadap kehalusan struktur *film* yang dihasilkan. Penampang yang diamati adalah pada

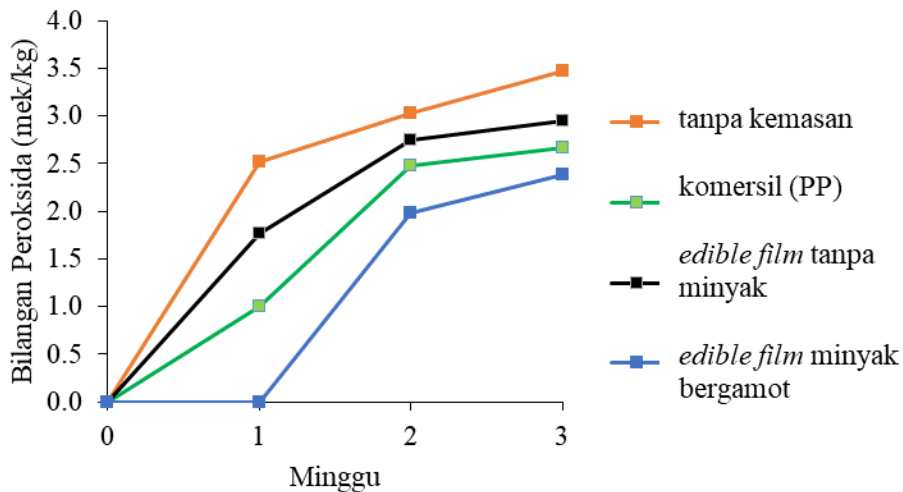
bagian permukaan, dengan perbesaran 10.000 kali, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.

Berdasarkan Gambar 3, dapat dilihat bahwa penambahan minyak tidak menghasilkan penampakan permukaan yang jauh berbeda terhadap *film* yang dihasilkan. Hal ini dapat disebabkan oleh tersebarnya minyak secara merata pada permukaan *film*, dan tidak sepenuhnya terjatuh masuk ke dalam matriks *film*. Persebaran ini umumnya terjadi saat proses evaporasi selama pengeringan *film* [29]. Adapun perbedaan struktur penampang *edible film* bergamot yang sedikit terlihat selama penyimpanan dapat terjadi karena ketidakstabilan emulsi minyak. Ukuran *droplet* cenderung bertambah besar selama penyimpanan, yang menjadikan distribusi emulsi kurang stabil. Oleh karena emulsi yang kurang baik, maka fasa minyak dan air semakin terpisah, sehingga struktur yang teramati berubah akibat ikatan yang sulit terbentuk antara komponen polar dan nonpolar [30,31]. Namun, pada penelitian selanjutnya, diperlukan pengamatan terhadap *cross-section* (penampang samping) dari *film*, karena berdasarkan pengujian tersebut, volume ruang kosong yang terbentuk di dalam matriks *film* dapat lebih terlihat. Hal ini disebabkan oleh dispersi dari minyak dapat terlihat pada penampang samping, dan tidak terlalu nampak pada permukaan. Hal ini dibuktikan oleh Tongnuanchan, dkk. [12], yang menyatakan bahwa penambahan minyak *Citrus spp.* menyebabkan penampang samping *film* menjadi lebih kasar karena tetesan minyak yang tidak rata berlokasi dalam jaringan *film*.

Pengaruh Pengemasan Edible Film Mengandung Minyak Esensial pada Oksidasi Lemak dalam Enting-Enting Gepuk

Oksidasi lemak pada enting-enting gepuk dapat ditentukan berdasarkan nilai bilangan peroksida dan bilangan asam. Hasil untuk pengujian bilangan peroksida ditunjukkan pada Gambar 4. Nilai rata-rata peroksida cenderung meningkat setiap minggunya, yang menyatakan oksidasi lemak yang terjadi semakin besar. Dengan terus meningkatnya nilai bilangan peroksida, maka ini menandakan bahwa oksidasi lemak yang terjadi masih berada pada tahap 1 atau propagasi, karena senyawa peroksida (produk oksidasi primer) belum berubah menjadi senyawa oksidasi sekunder. Indikasi lain yang menandakan bahwa proses oksidasi belum berada pada tahap 2 adalah belum munculnya bau tengik pada produk enting-enting gepuk. Salah satu produk oksidasi sekunder (tahap 2) adalah senyawa yang dapat menghasilkan bau tengik [32]. Nilai peroksida enting-enting gepuk dari besar ke kecil secara berurutan adalah enting-enting gepuk yang dibiarkan terbuka, dikemas dengan *edible film* tanpa minyak esensial, dikemas dengan kemasan komersil, dan dikemas dengan *edible film* mengandung minyak bergamot.

Karakterisasi Edible Film Bioselulosa Mengandung Minyak Jeruk Bergamot, dan Aplikasinya pada Enting-Enting Gepuk (Sylviana)



Gambar 4. Grafik bilangan peroksida enting-enting gepuk selama penyimpanan

Oksidasi paling tinggi nampak pada enting-enting gepuk yang dibiarkan terbuka (kontrol). Hal ini dibuktikan dengan nilai rata-rata bilangan peroksida enting-enting gepuk kontrol yang selalu paling tinggi dibandingkan jenis pengemas lainnya, bahkan mencapai 3,47 mek/kg pada minggu ketiga. Adapun tingginya oksidasi pada enting-enting gepuk kontrol dapat terjadi karena kontak dengan oksigen yang besar, sehingga oksidasi lebih mudah untuk terjadi. Perubahan terutama terjadi pada minggu pertama penyimpanan enting-enting gepuk.

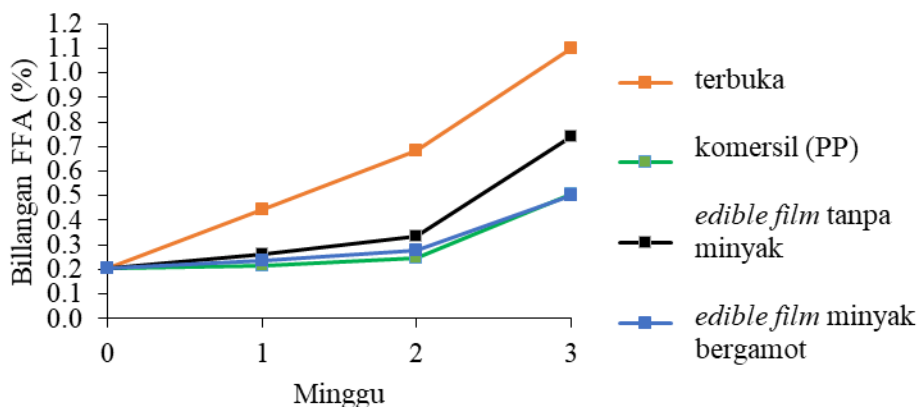
Nilai peroksida enting-enting gepuk yang dikemas dengan *edible film* mengandung minyak esensial paling rendah dibandingkan pengemasan lain. Nilai peroksida tersebut pada minggu terakhir penyimpanan adalah 2,39 mek/kg. Dengan demikian, pengemasan enting-enting gepuk dengan *film* mengandung minyak esensial bergamot efektif dalam menghambat oksidasi lemak. Nilai bilangan peroksida yang diperoleh lebih rendah dibandingkan dengan kemasan komersil, yang menyatakan bahwa efektivitas penghambatan oksidasi lemak pada enting-enting gepuk yang dikemas dengan *edible film* mengandung minyak lebih baik dibandingkan dengan kemasan komersil (PP).

Aktivitas antioksidan dari minyak esensial berpengaruh terhadap turunnya nilai oksidasi lemak pada enting-enting gepuk. Selain itu, kualitas penghambatan bahan PP terhadap masuknya oksigen kurang baik, yang dibuktikan oleh penggunaan *oxygen absorbent* pada produk enting-enting gepuk komersil. PP merupakan bahan yang untuk menghambat uap air, namun pada umumnya harus dilapisi dengan polimer sintetik seperti nilon dan *polyvinylidene chloride* (PVDC), karena kualitas penghambatan

masuknya oksigen yang kurang baik [33]. Adapun nilai pengurangan bilangan peroksida yang lebih besar pada enting-enting gepuk yang dikemas dengan *edible film* bergamot juga dapat disebabkan oleh kualitas aktivitas antioksidan bergamot yang lebih baik.

Selain pengujian bilangan peroksida, juga dilakukan pengujian jumlah bilangan asam (FFA), karena bilangan ini juga berhubungan dengan reaksi oksidasi lemak. Hasil pengujian bilangan asam ditunjukkan pada Gambar 5. Pengujian FFA dapat menentukan jumlah asam lemak bebas yang terhidrolisis akibat keberadaan air. Meningkatnya nilai FFA seringkali diiringi dengan peningkatan jumlah ketengikan oksidatif, karena akumulasi FFA meningkatkan molekul oksigen dan prooksigen. Meningkatnya nilai persentase FFA mengindikasikan bahwa oksidasi lemak yang terjadi pada produk tersebut juga meningkat. Selain itu, pada pengujian bilangan asam ini, hasil yang diperoleh juga dapat menentukan tingkat penghambatan masuknya air ke dalam produk. Semakin rendah nilai bilangan asam, maka reaksi hidrolisis semakin rendah, yang menyatakan lebih sedikitnya uap air yang berada pada kemasan tersebut [34,35].

Nilai bilangan asam yang diperoleh hampir selaras dengan nilai bilangan peroksida, kecuali nilai bilangan asam enting-enting gepuk kemasan komersil yang lebih rendah dibandingkan nilai enting-enting gepuk kemasan *edible film* dengan minyak. Nilai bilangan asam tertinggi tetap berada pada *edible film* yang dibiarkan terbuka, bahkan nilainya berbeda jauh dengan pengemasan lainnya. Hal ini dapat terjadi karena kontak dengan uap air yang paling besar, sehingga akhirnya memengaruhi tingkat hidrolisis asam lemak. Urutan bilangan asam dari tinggi ke rendah adalah enting-enting gepuk yang dibiarkan terbuka, dikemas dengan *edible film* tanpa minyak, dikemas dengan *edible film* minyak bergamot, dan dikemas dengan kemasan komersil.



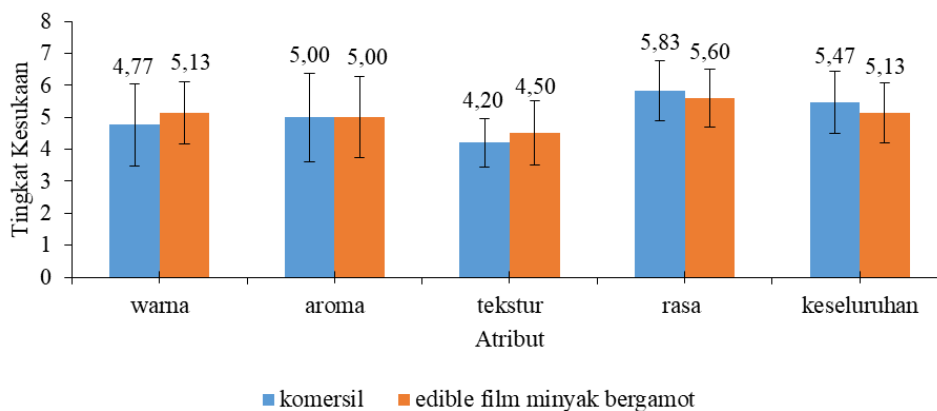
Gambar 5. Grafik bilangan asam lemak enting-enting gepuk selama penyimpanan

Kemasan komersil berbahan dasar PP menghasikan penghambatan terhadap transmisi uap air yang lebih besar dibandingkan *edible film*, sehingga menurunkan nilai bilangan asam enting-enting gepuk yang dikemas [33]. Namun, hasil yang diperoleh tidak berbeda terlalu jauh dengan enting-enting gepuk berkemasan *film* minyak esensial, yang dapat disebabkan oleh kandungan antioksidan pada *film* mengandung minyak esensial. Menurut Abreu, dkk. [34] penambahan antioksidan dapat menurunkan nilai bilangan asam. Menurut SNI 01-4034-1996, enting-enting gepuk yang baik harus memiliki nilai %FFA di bawah 1%, yang dihitung sebagai asam laurat [36]. Pada minggu ketiga untuk produk enting-enting gepuk yang dibiarkan terbuka, nilai FFA sudah berada di atas 1% (1,1%), yang menandakan bahwa produk sudah tidak baik lagi untuk dikonsumsi. Di sisi lain, enting-enting gepuk kemasan komersil dan yang dikemas dengan *edible film* mengandung minyak esensial belum mencapai nilai 1%, yang menandakan bahwa umur simpannya dapat ditingkatkan. Pada penelitian ini, penggunaan pengemasan *edible film* mengandung minyak esensial bergamot terbukti memiliki sifat yang sama dengan kemasan komersil, yaitu dapat meningkatkan umur simpan produk enting-enting gepuk.

Pengaruh Pengemasan Edible Film Terhadap Sifat Organoleptik Enting-Enting Gepuk

Pengemasan *edible film* pada enting-enting gepuk merupakan pengemasan primer, yang langsung mengalami kontak dengan produk. Pengujian sensori ditujukan untuk menentukan seberapa besar perubahan yang diberikan oleh minyak esensial kepada organoleptik produk, dan apakah masih dapat diterima oleh konsumen [37]. Sampel yang diuji adalah sampel komersil (dibungkus dengan kemasan komersil berupa plastik PP) dan sampel *edible film* minyak bergamot (dibungkus dengan *edible film* minyak bergamot). Atribut yang diujikan terdiri dari warna, aroma, tekstur, dan keseluruhan. Nilai 1 menyatakan bahwa panelis sangat tidak menyukai atribut dari produk tersebut, sementara nilai 7 menyatakan bahwa panelis sangat menyukai produk tersebut.

Berdasarkan Gambar 6, nilai kesukaan enting-enting gepuk tidak berbeda signifikan antarsampel. Hal ini menandakan bahwa jenis pengemasan tidak berpengaruh pada nilai kesukaan enting-enting gepuk, baik dari segi warna, tekstur, aroma, rasa, dan secara keseluruhan. Selain itu, nilai yang diperoleh mendekati 5, yang menyatakan bahwa panelis menyukai enting-enting gepuk tersebut, dan produk dapat diterima.



Gambar 6. Grafik perbandingan kesukaan enting-enting gepuk

*semua sampel tidak berbeda signifikan menurut uji Mann Whitney dengan taraf signifikansi 5%

Nilai kesukaan tekstur dan warna enting-enting gepuk kemasan *edible film* minyak bergamot lebih tinggi dibandingkan kemasan komersil. Hal ini disebabkan oleh pengaruh oksidasi pada produk, yang menyebabkan perubahan warna dan tekstur menjadi lebih alot. Dalam pembahasan sebelumnya, telah dijelaskan bahwa oksidasi lemak enting-enting gepuk dapat dihambat dengan pengemasan *edible film* minyak bergamot. Namun, untuk atribut aroma, rasa, dan keseluruhan, enting-enting gepuk yang dikemas dengan kemasan komersil memiliki nilai kesukaan yang lebih tinggi dibandingkan yang dikemas dengan *edible film* mengandung minyak bergamot. Hal ini dapat terjadi karena penggunaan minyak esensial yang cenderung volatil, sehingga dapat bermigrasi pada sampel, dan akhirnya memengaruhi aroma dan rasa dari sampel. Di sisi lain, penurunan tersebut tidak signifikan, sehingga menandakan bahwa produk yang dikemas dengan *film* mengandung minyak bergamot masih dapat diterima dan disukai oleh panelis.

KKESIMPULAN

Penambahan minyak esensial jeruk bergamot dapat meningkatkan kualitas *edible film*, khususnya dalam menurunkan nilai permeabilitas uap air, dari $2,35 \times 10^{-7}$ g/m.s.kPa menjadi 2×10^{-7} , serta meningkatkan elastisitas, dari 20% menjadi 22,5%. Karakteristik fisikokimia dan mekanis *edible film* mengandung minyak esensial jeruk bergamot cenderung stabil selama penyimpanan 4 minggu. Pengemasan *edible film* mengandung minyak esensial bergamot dapat menurunkan oksidasi lemak pada enting-enting gepuk dan tidak mengubah kesukaan enting-enting gepuk.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Loka Penelitian Teknologi Bersih-LIPI yang telah memberikan banyak dukungan materi dan dana dari kegiatan Mandiri 2018, sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Barlina R, Kapu'allo M, Goniwala E. Pengaruh lama penundaan dan inkubasi air kelapa terhadap karakteristik biopolulosa untuk bahan baku edible film. *Buletin Palma* 2014;15(2):134-40.
- [2]. Jacob AM, Nugraha R, Utari SPSD. Pembuatan edible film dari pati buah lindur dengan penambahan gliserol dan karaginan. *J Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia* 2014;17(1):14-21.
- [3]. Klar M, Gunnarsson D, Prevodnik A, Hedfors C, Dahl U. Everything you (don't) want to know about plastics. Sweden: Naturskyddsforeningen; 2014.
- [4]. Candra RM, Sucita D. Sistem pakar penentuan jenis plastik berdasarkan sifat plastik terhadap makanan yang akan dikemas menggunakan metode *certainty factor* (Studi kasus: CV. Minapack Pekanbaru). *J CoreIT* 2015;1(2):77-84.
- [5]. Winarti C, Miskiyah, Widaningrum. Teknologi produksi dan aplikasi pengemas *edible* antimikroba berbasis pati. *J Litbang Pertanian* 2012;31(3):85-93.
- [6]. Future Market Insights Global and Consulting. Edible films and coatings market: north america projected to be the most attractive regional market through 2027: Global Industry analysis (2012 – 2016) and opportunity assessment (2017-2027). Diakses pada 17 Desember 2017. <https://www.futuremarketinsights.com/reports/edible-films-and-coating-market>.
- [7]. Hidayati S, Zuidar AS, Ardiani A. Aplikasi sorbitol pada produksi biodegradable film dari nata de cassava. *Reaktor* 2015;15(3):196-204.
- [8]. Kemendagri (Kementerian Perdagangan Republik Indonesia). Market brief produk kelapa: atase perdagangan Beijing. Beijing: Kementerian Perdagangan Republik Indonesia; 2015.
- [9]. Moradi M, Tajik H, Rohani SMR, Mahmoudian A. Antioxidant and antimicrobial effects of zein edible film impregnated with *Zataria multiflora* Boiss. essential oil and monolaurin. *LWT- Food Sci Technol* 2016;72:37-43.

-
- [10]. Market Research Store. Essential oil market size, 2017-2021: Industry will reach 9.8 billion. Diakses pada 10 November 2017. http://www.sbwire.com/press-releases/essential-oil-market/release-886909.htm?utm_source=djournal&utm_medium=feed&utm_campaign=distribution.
- [11]. Sawamura M. Citrus essential oils. New Jersey: John Wiley and Sons; 2010.
- [12]. Tongnuanchan P, Benjakul S, Prodpan T. Properties and antioxidant activity of fish skin gelatin film incorporated with citrus essential oils. *Food Chem* 2012;134:1571-9.
- [13]. Mellinas C, Valdes A, Ramos M, Burgos N, Garrigos MDC, Jimenez A. Active edible films: Current state and future trends. *J Appl Polym Sci* 2016;133:1-15.
- [14]. Indrarti L, Indriyati. Incorporation of citrus essential oils into bacterial cellulose-based edible films and assessment of their physical properties. *IOP Conf Ser: Earth Environ Sci* 2017;60:012018.
- [15]. Pongajow NJ, Djarkasi GSS, Mandey LC. Pendugaan umur simpan halua kenari menggunakan metode accelerates shelf life testing (ASLT) model Arrhenius pada UKM Kepulauan Sitaro. *J Ilmu dan Teknologi Pangan* 2015;3(2):36-47.
- [16]. Warkoyo, Rahardjo B, Marseno DW, Karyadi JNW. Sifat fisik, mekanik dan barrier edible film berbasis pati umbi kimpul (*Xanthosoma sagittifolium*) yang diinkorporasi dengan kalium sorbat. *Agritech* 2014;34(1):72-81.
- [17]. Indrarti L, Indriyati, Syampurwadi A, Pujiastuti S. Physical and mechanical properties of modified bacterial cellulose composite films. *AIP Conf Proc* 2016;1711:050007.
- [18]. Kolaee MH, Khodalyan F, Ghahfarrokhi IS. Modification of functional properties of pullulan-whey protein bionanocomposite films with nanoclay. *J Food Sci Technol* 2016;53(2):1294-302.
- [19]. Bourbon AI, Pinheiro AC, Cerqueira MA, Rocha CMR, Avides MC, Quintas MAC, Vicente AA. Physico-chemical characterization of chitosan-based edible films incorporating bioactive compounds of different molecular weight. *J Food Eng* 2011;106:111-8.
- [20]. Wu J, Sun X, Guo X, Ge S, Zhang Q. Physicochemical properties, antimicrobial activity and oil release of fish gelatin films incorporated with cinnamon essential oil. *Aquacult Fish* 2017;2:185-92.
- [21]. Coskun B, Calikoglu E, Emiroglu ZK, Candogan K. Antioxidant active packaging with soy edible films and oregano or thyme essential oils for oxidative stability of ground beef patties. *J Food Qual* 2014;37:203-12.

- [22]. Atares L, Jesus CD, Talens P, Chiralt A. Characterization of SPI-based edible films incorporated with cinnamon or ginger essential oils. *J Food Eng* 2010;99:384-91.
- [23]. Yanwong S, Threepopnatkul P. Effect of peppermint and citronella essential oils on properties of fish skin gelatin edible films. *IOP Conf Ser: Mater Sci Eng* 2015;87:012064.
- [24]. Socrates G. Infrared and raman characteristic group frequencies: tables and charts. England: John Wiley and Sons; 2001.
- [25]. Tongnuanchan P, Benjakul S, Prodpran T. Structural, morphological and thermal behaviour characterisations of fish gelatin film incorporated with basil and citronella essential oils as affected by surfactans. *Food Hydrocolloids* 2014;41:33-43.
- [26]. Hoque MS, Benjakul S, Prodpran T. Effect of hydrogen peroxide and Fenton's reagent on the properties of film from cuttlefish (*Sepia pharaonis*) skin gelatin. *Food Chem* 2011;128:878-88.
- [27]. Xie YL, Zhou HM, Qian HF. Effect of addition of peach gum on physicochemical properties of gelatin-based microcapsule. *J Food Biochem* 2006:302-12.
- [28]. Loon GWV, Duffy SJ. Environmental chemistry: A global perspective. United Kingdom: Oxford; 2017.
- [29]. Choi WS, Singh S, Lee YS. Characterization of edible film containing essential oils inhydroxypropyl methylcellulose and its effect on quality attributes of 'Formosa' plum (*Prunus salicina* L.). *LWT-Food Sci Technol* 2016;70:213-22.
- [30]. Tongnuanchan P. Gelatin film incorporated with essential oil and palm oil: Properties, characteristics and application as edible pouch. Songkhla: Prince of Songkla University; 2015.
- [31]. Shahavi MH, Hosseini M, Jahanshahi M, Meyer RL, Darzi GN. Evaluation of critical parameters for preparation of stable clove oil nanoemulsion. *Arabian J Chem In Press* 2015:1-6.
- [32]. Ayala A, Munoz MF, Arguelles S. Lipid peroxidation: Production metabolism, and signaling mechanisms of malondialdehyde and 4-hydroxy-2-nonenal. *Oxid Med Cell Longevity* 2014:360438.
- [33]. Hong SI, Krochta JM. Oxygen barrier performance of whey-protein-coated plastic films as affected by temperature, relative humidity, base film and protein type. *J Food Eng* 2006;77:739-45.
- [34]. Abreu DA, Rodriguez KV, Freire JM. Effectiveness of antioxidants on lipid oxidation and lipid hydrolysis of cod liver oil. *Eur J Lipid Sci Technol* 2011;113:1395-401.
- [35]. Etti C, Adegoke G, Etti I. Lipid oxidation: The role of *Aframomum danielli* antioxidant extracts in prevention. *Int Org Sci Res J Eng* 2012;2(11):46-50.

- [36]. Setiawan H. Konsep pengendalian mutu di home industri enting-enting gepuk cap klentheng dan 2 hoolo. Surakarta: Universitas Sebelas Maret; 2012.
- [37]. Galus S.; Kadzinska J. Food applications of emulsion-based edible films and coatings. *Trends Food Sci Technol* 2015;45:273-83.