

Potensi Ekstrak Kulit Daun Lidah Buaya sebagai Bahan Antibakteri pada *Active Film* Berbasis Pektin

[Potential of Aloe Vera Leaf Bark Extract as Antibacterial Ingredients in Pectin-Based Active Film]

Herza Govina Sobarsa, Nugraha Edhi Suyatma*, dan Harsi Dewantari Kusumaningrum

Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB University, Bogor, Indonesia

Diterima 10 Agustus 2022 / Disetujui 9 Januari 2023

ABSTRACT

Edible film is a thin layer made of materials that can be consumed, protect from moisture and gas, and extend the shelf life of food products. The criteria for the materials for edible films are able to withstand gas and water permeation, colorless, do not cause changes in the characteristics of the packaged food products, and are safe for consumption. One of the ingredients that can be added to edible film is Aloe vera skin. The study aimed to determine the effect of increasing the aloe vera leaf extract concentration and producing an antibacterial edible film with the appropriate mechanical and antibacterial inhibitory properties. The study used a completely randomized design. Observations of film's characteristics included mechanical and physical properties i.e., tensile strength, elongation, modulus of elasticity, water vapor transmission rate, thickness, CIE color values, and the inhibition activity of bacterial growth. The obtained data were analyzed using analysis of variance (ANOVA), and if there was a significant difference, Duncan's Multiple Range Test was applied. The best edible film was obtained by adding aloe vera skin extract at a concentration of 4 times the Minimum Inhibitory Concentration (MIC). This film had a tensile strength of 0.878 MPa, elongation of 75.56%, modulus of elasticity of 1.16 MPa, thickness of 0.153 mm, Water Vapour Transmission Rate (WVTR) of 22.53 g/(m².day), inhibition activity of 31.85 mm, and color value CIE $\Delta L^* = 18.61$, $\Delta a^* = 0.98$, $\Delta b^* = 29.57$, $\Delta E^* = 38.63$, $\Delta C^* = 33.59$, and $\Delta H^* = -87.23$ with the white plate color of chromameter used as a standard.

Keywords: aloe vera skin leaf extract, antibacterial film, edible film, mechanical properties film

ABSTRAK

Edible film adalah bahan lapisan tipis terbuat dari bahan yang dapat dikonsumsi dan bertindak sebagai pelindung dari uap air dan gas serta memperpanjang umur simpan produk pangan. Kriteria untuk pemilihan bahan untuk *edible film* adalah mampu menahan permeasi gas dan air, tidak berwarna, tidak menimbulkan perubahan karakteristik pada produk pangan yang dikemas, dan aman untuk dikonsumsi. Daun lidah buaya merupakan salah satu bahan yang dapat ditambahkan pada *edible film* untuk membuat *edible film* dengan daya antimikroba. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan konsentrasi ekstrak kulit lidah buaya dan menghasilkan *film* antibakteri yang mempunyai sifat mekanis dan fisik serta aktivitas antibakteri yang baik. Studi telah dilakukan dengan menggunakan desain acak lengkap. Pengamatan karakteristik sifat mekanis dan fisik *film* mencakup kuat tarik, elongasi, modulus elastisitas, laju transmisi uap air, ketebalan, warna, serta uji daya hambat pertumbuhan bakteri. Data yang didapat diolah menggunakan analisis sidik ragam dan jika terdapat hasil beda nyata telah dilanjutkan dengan uji lanjut Duncan. *Film* dengan hasil terbaik diperoleh pada perlakuan dengan penambahan ekstrak kulit lidah buaya pada konsentrasi 4 kali nilai MIC-nya. *Film* terbaik yang dihasilkan memiliki kuat tarik = 0,878 MPa, elongasi = 75,56%, modulus elastisitas = 1,16 MPa, ketebalan = 0,153 mm, WVTR = 22,53 g/(m².hari), diameter daya hambat = 31,85 mm, serta nilai warna CIE $\Delta L^* = 18,61$, nilai $\Delta a^* = 0,98$, nilai $\Delta b^* = 29,57$, $\Delta E^* = 38,63$, $\Delta C^* = 33,59$, dan $\Delta H^* = -87,23$ dengan warna standar pelat putih yang disediakan oleh alat chromameter.

Kata kunci: *edible film*, ekstrak kulit daun lidah buaya, *film* antibakteri, sifat mekanis *film*

*Penulis Korespondensi: E-mail: nugrahaedhi@apps.ipb.ac.id

PENDAHULUAN

Kemasan memegang peranan penting dalam menjaga keamanan dan umur simpan produk pangan. Kemasan menjaga produk pangan dari bahaya kimia, fisik, dan mikrobiologi. Selain itu, kemasan juga berfungsi dalam memudahkan proses transportasi dan penyimpanan (Khasanah *et al.*, 2017). Pengembangan teknologi memungkinkan pengembangan kemasan dari yang bersifat pasif hanya melindungi produk pangan dari luar menjadi kemasan bersifat aktif. Kemasan aktif merupakan kemasan yang ditambahkan senyawa aditif tertentu dengan tujuan untuk memperpanjang dan mempertahankan umur simpan suatu produk pangan (Dobrucka dan Cierpiszewski, 2014).

Penggunaan *edible film* sebagai pelindung dan pengemas pada produk pangan bukan sesuatu yang baru. Peningkatan perkembangan *edible film* dalam beberapa tahun terakhir seiring meningkatnya kesadaran akan pencemaran lingkungan akibat sampah plastik. *Edible film* adalah lembaran tipis yang terbuat dari bahan yang terkandung senyawa organik sehingga aman untuk dikonsumsi (*edible*) (Maula, 2018) dan dapat bertindak sebagai penghalang terhadap faktor eksternal yang memicu kerusakan produk pangan seperti uap air, oksigen, cahaya, lipida dan kontaminan sehingga dapat melindungi produk serta memperpanjang umur simpannya (Nugroho *et al.*, 2013; Putra *et al.*, 2017). Bahan *edible film* biasanya terbuat dari biopolimer seperti polisakarida, protein, lipid dan turunannya (Suyatma *et al.*, 2005). Trinetta (2016) menjelaskan lebih lanjut bahwa *edible film* juga dapat dibuat dengan dua atau lebih hidrokoloid dan lipid. Kriteria untuk pemilihan bahan untuk *edible film* adalah mampu menahan permeasi gas dan air, tidak berwarna, tidak menimbulkan perubahan karakteristik pada produk pangan yang dikemas, dan aman untuk dikonsumsi. Penelitian sebelumnya telah membuktikan bahwa beberapa sumber pangan dapat digunakan sebagai bahan pembuatan *edible film* seperti lidah buaya (Afriyah *et al.*, 2015), gelatin (Handayasari, 2018; Santoso dan Atma, 2020), pektin albedo jeruk Bali (Syarifuddin dan Yunianta, 2015), sorgum (Maula, 2018), pati singkong (Syaputra *et al.*, 2020), pektin kulit pisang (Akili *et al.*, 2012; Nugroho *et al.*, 2013), pati jagung (Amaliya dan Putri, 2014), serta pati kentang (Sjamsiah *et al.*, 2017). Contoh pengaplikasian *edible film* pada produk antara lain sebagai pembungkus pada sosis, buah, dan permen.

Antibakteri yang terdapat pada *edible film* adalah zat bioaktif yang dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme sehingga memperpanjang umur simpan produk pangan dan mengurangi risiko keracunan akibat kontaminan (Amaliya dan Putri, 2014). Salah satu tanaman pangan yang memiliki sifat fungsional sebagai antibakteri dapat ditambah-

kan pada *edible film* adalah kulit daun dari lidah buaya (*Aloe barbadensis* Miller). Lidah buaya adalah bagian dari anggota keluarga Liliaceae, lidah buaya mampu hidup pada area yang dengan ketersediaan air yang rendah dan mempunyai penyimpanan air yang besar sehingga dapat tumbuh pada habitat dengan iklim kering dan panas (Radha dan Laxmipriya, 2015). Lidah buaya sudah lama diketahui sebagai tanaman yang bermanfaat karena terkandung senyawa bioaktif seperti polifenol, saponin, antrakuinon (Ida dan Noer, 2012), sterol, acemannan (Ariyanti *et al.*, 2013) yang memiliki fungsi sebagai antiinflamasi, antimikroba, dan peningkat daya tahan tubuh. Penelitian terdahulu membuktikan bahwa ekstrak dari kulit lidah buaya dapat menghambat pertumbuhan *Escherichia coli* (Kedarnath *et al.*, 2013; Afriyah *et al.*, 2015), *Staphylococcus aureus* (Kedarnath *et al.*, 2013; Jothi *et al.*, 2014; Afriyah *et al.*, 2015), *Klebsiella* sp., *Aspergillus niger*, dan *Candida* sp. (Kedarnath *et al.*, 2013), *Bacillus cereus* dan *Bacillus subtilis* (Jothi *et al.*, 2014). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh ekstrak kulit lidah buaya terhadap karakteristik fisik, mekanis, dan aktivitas antibakteri *edible film*.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan utama dalam penelitian ini adalah kulit daun dari lidah buaya *Aloe vera barbadensis* Miller yang diperoleh dari Semplak, Dramaga, Bogor, Jawa Barat, pektin komersil (Nacalai Tesque, Kyoto, Jepang dengan DE 60%), etanol 96% (Shagufta Laboratory, Indonesia), sorbitol (PT. Sorini Towa Berlian Corporindo, Indonesia), aquades, CaCl₂ (PT. Merck Chemicals, Indonesia), *Nutrient Broth* (Merck KgaA, Germany), *silica gel* (Absorb King Desiccant Co., Ltd., China), NaCl fisiologis (PT. B Braun Pharmaceutical, Indonesia), *Nutrient Agar* (Merck KgaA, Germany).

Pembuatan ekstrak kulit lidah buaya

Proses pembuatan ekstrak dari kulit lidah buaya mengacu pada Ariyanti *et al.* (2013). Daun lidah buaya yang digunakan disortasi terlebih dahulu dan dicuci untuk menghilangkan kotoran yang menempel pada kulit. Kulit lidah buaya dipisahkan dari gelnya. Kulit lidah buaya kemudian dikeringkan dengan menggunakan oven (Mommert, Jerman) (T = 40°C, t = ±24 Jam). Kulit daun lidah buaya kering dihaluskan menggunakan *blender* sehingga dihasilkan bahan baku bubuk kulit lidah buaya.

Proses ekstraksi kulit lidah buaya dilakukan dengan metode maserasi yaitu dilakukan perendaman bubuk kulit lidah buaya menggunakan pelarut etanol 96% (rasio sampel-pelarut = 1:5 (b/v)) dan ditempatkan di sonikator (J.P. Selecta, s.a Seri

0463786, Spanyol) selama 45 menit pada suhu 25°C dengan frekuensi 40 KHz. Selanjutnya, dilakukan penyaringan dengan *filter vacuum* (Thermolyne, USA) dan disentrifugasi (10 menit, 25°C, 3000 rpm) menggunakan sentrifuge (Refrigerated Centrifuge Eppendorf 5810R, Hamburg, Jerman) untuk memisahkan filtrat. Campuran filtrat dan pelarut diuapkan menggunakan *rotary vacuum evaporator* (Rotavapor R-300 Buchi, Indonesia) pada suhu 40°C (dengan tekanan 90 bar) sehingga pelarut akan terpisah dan diperoleh ekstrak kulit daun lidah buaya. Penentuan ekstrak terbaik berdasarkan nilai MIC dengan metode makrodilusi menggunakan bakteri uji *Bacillus* sp. (Balouiri *et al.*, 2016).

Pembuatan lapisan film

Tahap kedua adalah pembuatan lapisan tipis atau *film* mengacu pada Nava (2019) dengan modifikasi. Pembuatan *edible film* dimulai dengan pencampuran 3 g pektin, 10 mL sorbitol, serta aquades 100 mL, ekstrak kulit lidah buaya diaduk dengan menggunakan *stirrer*. Setelah itu larutan dituang ke dalam cetakan akrilik dengan dimensi 20×20 cm. *Film* kemudian dikeringkan pada suhu 50°C selama ±24 jam di oven.

Pengujian kemasan *edible film*

Pengujian kemasan *edible film* kulit daun lidah buaya antara lain *Water Vapor Transmission Rate* (WVTR) (Meindrawan *et al.*, 2017), kuat tarik, elongasi, dan modulus elastisitas (ASTM D882-02 1995), warna (Afriyah *et al.*, 2015), serta pengujian aktivitas antibakteri dengan metode zona bening (Amaliyah *et al.*, 2014).

Analisis aktivitas antibakteri

Analisis aktivitas antibakteri dilakukan dengan metode zona bening. Sebanyak 1 mL bakteri diinokulasikan ke dalam cawan petri lalu ditambahkan media NA hingga media memadat. Setelah media memadat, dibuat lubang pada media dengan kedalaman ±5 mm dan dimasukkan ekstrak kulit daun lidah buaya ke dalam masing-masing lubang. Selanjutnya diinkubasi pada suhu 37°C selama ±24 jam. Aktivitas antibakteri dinyatakan positif apabila terbentuk zona bening di sekeliling lubang resapan (Amaliyah *et al.*, 2014).

Analisis *Water Vapor Transmission Rate* (WVTR)

Analisis laju transmisi uap air *Water Vapor Transmission Rate* (WVTR) dilakukan dengan menggunakan prinsip penyerapan uap air yang mampu menembus film. Botol yang digunakan berupa silinder dengan bahan plastik berdiameter 3 cm. Penutup wadah botol dilubangi pada bagian tutupnya, kemudian botol diisi dengan garam CaCl₂ sebanyak 1 g. Lembar film yang telah kering digunting mengikuti bentuk penutup botol kemudian digunakan sebagai

penutup botol. Setelah semua permukaan tertutupi selanjutnya botol yang permukaannya telah tertutup film ditimbang sebagai berat awal. Langkah selanjutnya adalah menimbang botol setiap 24 jam dengan mengeluarkan botol dari desikator (Thermolyne, USA). Penimbangan secara berkala dilakukan untuk mengetahui pertambahan berat botol. Hasil dari pengukuran WVTR *film Aloe vera + stretch film* dikurangi dengan hasil pengukuran WVTR *stretch film* (0,19 g/m²/hari) (Meindrawan *et al.*, 2017). WVTR dihitung dengan rumus pada persamaan berikut:

$$\text{WVTR} = \frac{\text{Slope kenaikan berat cawan (g/jam)}}{\text{luas permukaan film (m}^2\text{)}} \dots\dots (1)$$

Analisis ketebalan film

Ketebalan film diukur menggunakan *micrometer* (Model MDC-25M, Mitutoyo, MFG, Japan). Ketebalan sampel film secara individual ditentukan dari rata-rata secara acak (Huri dan Nisa, 2014).

Analisis warna

Skala yang digunakan adalah skala L*a*b dan Yxy dengan ulangan pengukuran sebanyak tiga kali setiap sampel. Nilai "L" menunjukkan kecerahan sampel, berkisar antara 0 (hitam) – 100 (putih). Nilai "a" menyatakan warna kromatik campuran merah – hijau, dengan nilai +a (positif) dari 0 sampai +80 untuk warna merah dan nilai –a (negatif) dari 0 sampai -80 untuk warna hijau. Nilai "b" menyatakan warna kromatik campuran kuning – biru, dengan nilai +b (positif) dari 0 sampai +70 untuk warna kuning dan nilai –b (negatif) dari 0 sampai -70 untuk warna biru. Pengujian dilakukan dengan menembakkan sinar pada dua bagian yang berbeda setiap sampelnya. Standar acuan dalam analisis warna pada penelitian ini menggunakan kertas putih (Afriyah *et al.*, 2015).

Analisis kuat tarik, elongasi, dan modulus elastisitas

Kekuatan tarik dan kemuluran dari film dianalisis menggunakan Lloyd Instrument Testing Machine tipe LRX 5K. Empat *film* dipotong dengan ukuran 1,5 × 10 cm. *Film* dijepit paralel dengan jarak 5 cm, dan ditarik dengan kecepatan maksimum 25 mm/min (ASTM, 1995).

Rancangan percobaan

Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 4 taraf konsentrasi ekstrak kulit lidah buaya dan dilakukan sebanyak 3 ulangan. Rancangan percobaan yang digunakan pada tahap pertama untuk menentukan ekstrak terbaik menggunakan analisis nilai *Minimum Inhibitory Concentration* (MIC). Pada tahap pembuatan *edible film* digunakan rancangan acak lengkap dengan 4 taraf, yaitu 0% ekstrak kulit daun lidah buaya, 1 MIC kulit lidah buaya, 2 MIC

kulit lidah buaya, dan 4 MIC kulit lidah buaya dengan respon yang dianalisis adalah daya antibakteri, WVTR, kuat tarik dan elongasi, serta warna. Data yang diperoleh pada tahap 2 dianalisis dengan ANOVA dan uji lanjut DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) menggunakan program SPSS 20 IBM Corporation dengan selang kepercayaan 95% (α 0,05).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Daya antibakteri kulit daun lidah buaya

Tahapan ini menentukan konsentrasi yang terbaik dilakukan pengujian nilai MIC dengan metode makrodilusi. Metode makrodilusi merupakan metode yang dilakukan untuk mengetahui konsentrasi terkecil agen antibakteri untuk menghambat pertumbuhan bakteri (Balouiri *et al.*, 2016). Masing-masing konsentrasi ekstrak selanjutnya akan diuji kembali dengan metode difusi sumur untuk mengetahui aktivitas antibakteri. Prinsip dari metode sumur adalah adanya penghambatan dari konsentrasi ekstrak terhadap bakteri uji dengan terbentuknya areal bening di sekitar sumur. Bakteri uji yang dalam penelitian ini adalah bakteri dari golongan *Bacillus* sp. Data nilai MIC dengan metode makrodilusi dan zona hambat dengan metode difusi agar sumur disajikan pada Tabel 1.

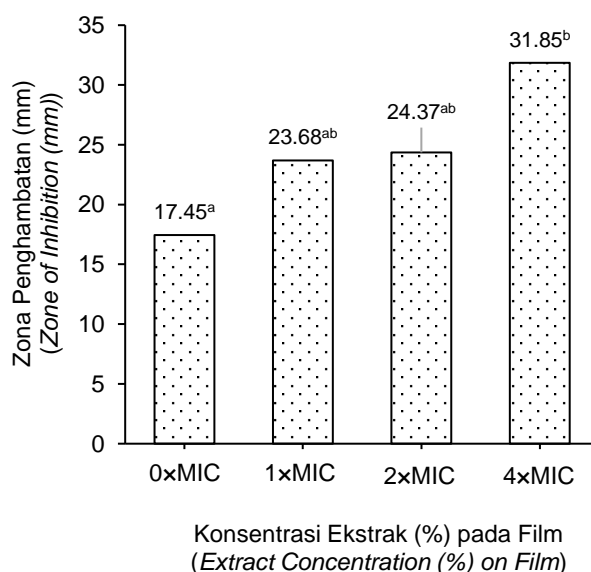
Penelitian ini menggunakan ekstrak kulit lidah buaya dengan berbagai konsentrasi yaitu 3,125; 6,25; 12,5; 25; 50; 100%, serta aquades steril sebagai kontrol negatif. Zona bening yang terbentuk pada daerah permukaan agar disebabkan karena adanya aktivitas zat aktif ekstrak seperti saponin, sterol, dan acemannan (Ariyanti *et al.*, 2013). Zona bening dengan nilai paling besar terdapat pada konsentrasi 100% dan zona hambat bening paling kecil terdapat pada konsentrasi 12,5%.

Berdasarkan Tabel 1, konsentrasi terkecil ekstrak kulit lidah buaya terdapat pada konsentrasi 12,5% menghasilkan zona bening sebesar ± 5 mm pada metode sumur (Tabel 1). Hal ini disebabkan karena pada konsentrasi 6,25 dan 3,125% konsentrasi ekstrak kulit lidah buaya masih tergolong

rendah sehingga tidak dapat merusak membran sel dan mengganggu proses fisiologis sel sehingga bakteri tumbuh di kedua ulangan. Berdasarkan hal tersebut konsentrasi ekstrak kulit lidah buaya sebesar 12,5% digunakan pada tahapan selanjutnya.

Daya antibakteri film

Aktivitas antibakteri ditentukan berdasarkan diameter zona transparan yang mengelilingi film setelah inkubasi pelat pada 37°C selama 24 jam. Semakin besar diameter zona bening, semakin besar zona hambat film. Zona bening yang dihasilkan menunjukkan ekstrak kulit lidah buaya (*Aloe barbadensis* Miller) menghambat pertumbuhan bakteri *Bacillus* sp. (Gambar 1).



Gambar 1. Pengaruh konsentrasi ekstrak (%) pada film terhadap aktivitas penghambatan bakteri *Bacillus* sp. yang ditunjukkan dengan zona penghambatan (mm)

Figure 1. Effect of extract concentration (%) on the film on the inhibitory activity of *Bacillus* sp. indicated by zone of inhibition (mm).

Tabel 1. Nilai MIC dengan metode makrodilusi dan zona hambat dengan metode difusi agar sumur
Table 1. MIC value using macrodilution method and inhibition zone using agar-well diffusion method

Konsentrasi Ekstrak Kulit Daun Lidah Buaya (%) (<i>Aloe Vera</i> Leaf Extract Concentration (%))	Metode Makrodilusi (Pertumbuhan) Macrodilution Method (Growth)		Metode Difusi Agar Sumur (mm Zona Hambat) Agar Well Diffusion Method (mm Inhibition Zone)	
	1	2	1	2
100	-	-	25	25
50	-	-	20	20
25	-	-	15	15
12.5	-	-	10	11
6.25	+	-	5	6
3.125	+	+	TD	TD
Aquades	TD	TD	-	-

Keterangan: Tanda positif menunjukkan adanya pertumbuhan bakteri; TD= Tidak dilakukan
Note: Positive sign indicates bacterial growth; TD= Not done

Tiap penambahan konsentrasi berpengaruh secara signifikan ($p < 0,05$) terhadap daya hambat antibakteri film dengan rerata nilai diameter berkisar antara 17,45-31,85 mm. Daya hambat terbesar diperoleh pada konsentrasi 4xMIC dan daya hambat terkecil diperoleh pada konsentrasi 0xMIC. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar kandungan ekstrak pada film, maka semakin besar kemampuan film dalam menghambat pertumbuhan bakteri. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Ariyanti *et al.*, (2013) bahwa semakin tinggi konsentrasi ekstrak kulit daun lidah buaya maka akan semakin baik daya hambat bakteri. Kandungan antibakteri yang sudah teridentifikasi dalam kulit daun lidah buaya adalah saponin, sterol, acemannan, dan antrakuinon.

Mekanisme penghambatan pertumbuhan bakteri diduga disebabkan adanya interaksi senyawa fenol dan turunannya dengan sel bakteri yang mengakibatkan senyawa ini berikatan dengan protein dalam sel bakteri melalui ikatan non spesifik membentuk kompleks protein-fenol (Ariyanti *et al.*, 2013). Penelitian Puteri dan Milanda (2016) menjelaskan bahwa komponen aktif dalam lidah buaya seperti antrakuinon dan saponin memiliki mekanisme penghambatan pertumbuhan bakteri dengan cara menghambat sintesis protein dan mengganggu stabilitas membran sel sehingga menyebabkan dinding sel mengalami lisis dan komponen-komponen penting dalam sel bakteri keluar.

Sifat mekanis film

Sifat mekanis film merupakan parameter yang penting dalam menentukan seberapa baik *edible film* dalam melindungi produk pangan dari bahaya fisik dan kimia. Pada penelitian ini, parameter yang dianalisis dalam sifat mekanis film adalah kuat tarik, elongasi, elastisitas, ketebalan, dan laju transmisi uap air atau *Water Vapor Transmission Rate* (WVTR). Sifat mekanis *film edible film* ekstrak kulit daun lidah buaya disajikan pada Tabel 2.

Kuat tarik (*tensile strength*) merupakan tegangan maksimum yang dapat ditahan oleh sebuah bahan ketika diregangkan atau ditarik, sebelum bahan tersebut patah (Faqih, 2016). Nilai rerata kuat tarik *edible film* kulit daun lidah buaya yang dihasilkan berkisar antara 0,878-1,709 MPa. Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa konsentrasi ekstrak lidah buaya berpengaruh secara signifikan terhadap nilai kuat tarik. Kuat tarik *edible film* kulit daun lidah buaya semakin mengecil dengan bertambahnya konsentrasi ekstrak kulit daun lidah buaya. Hal ini disebabkan oleh pelemahan ikatan hidrogen pada matriks intermolekuler dan terputusnya ikatan amilosa sehingga menyebabkan penurunan nilai kuat tarik *edible film*. Putusnya ikatan amilosa menyebabkan kerusakan pada jaringan gel *edible film* (Sari *et al.*, 2013).

Tabel 2. Sifat mekanis *edible film* dengan variasi konsentrasi ekstrak kulit daun lidah buaya
 Table 2. Mechanical properties of *edible film* with various concentration of aloe vera leaf extract

Konsentrasi Ekstrak (%) (Extract Concentration (%))	Kuat Tarik (MPa) (Tensile Strength (MPa))	Elongasi (%) (Elongation (%))	Elastisitas (MPa) (Elasticity (MPa))	Ketebalan (mm) (Thickness (mm))	WVTR (%)
0xMIC	1.71±0.64 ^a	126.11±2.55 ^c	1.36±0.53 ^a	0.24±0.06 ^b	22.63±0.18 ^a
1xMIC	1.43±0.47 ^a	103.33±4.41 ^b	1.39±0.48 ^a	0.19±0.03 ^{ab}	22.48±0.15 ^a
2xMIC	1.38±0.30 ^a	97.78±4.19 ^b	1.41±0.33 ^a	0.16±0.03 ^a	22.43±0.15 ^a
4xMIC	0.88±0.24 ^a	75.56±3.47 ^a	1.16±0.30 ^a	0.15±0.03 ^a	22.53±0.12 ^a

Keterangan: Data disajikan sebagai rerata dari dua kali pengulangan ± standar deviasi. Superskrip yang berbeda dalam satu kolom menunjukkan berbeda nyata ($p < 0,05$) menggunakan uji Duncan

Note: Data are presented as the mean of two repetitions ± standard deviation. Different superscripts in one column showed significantly different ($p < 0,05$) using Duncan's test

Tabel 3. Analisis warna *edible film* dengan variasi konsentrasi ekstrak kulit daun lidah buaya
 Table 3. Color analysis of *edible film* with various concentration of aloe vera leaf extract

Konsentrasi Ekstrak (%) (Extract Concentration (%))	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE^*	ΔC^*	ΔH^*
0xMIC	-2.37±0.57 ^d	-0.53±0.04 ^a	-2.29±0.68 ^a	2.98±0.76 ^a	1.78±0.65 ^a	76.36±3.27 ^b
1xMIC	-9.00±0.91 ^c	-3.50±0.18 ^a	23.12±2.18 ^b	28.68±2.34 ^b	27.23±2.17 ^b	-81.33±1.06 ^a
2xMIC	-12.13±2.32 ^b	-2.41±1.18 ^b	31.43±6.41 ^b	37.50±6.41 ^b	35.48±6.36 ^b	-85.20±3.07 ^a
4xMIC	-18.61±1.47 ^a	-0.98±1.69 ^b	29.57±11.26 ^b	38.63±11.26 ^b	33.59±11.27 ^b	-87.23±1.64 ^a

Keterangan: Data disajikan sebagai rerata dari dua kali pengulangan ± standar deviasi. Superskrip yang berbeda dalam satu kolom menunjukkan berbeda nyata ($p < 0,05$) menggunakan uji Duncan. Standar yang digunakan kertas putih dengan nilai ΔL : 90, Δa : 1, Δb : 4

Note: Data are presented as the mean of two repetitions ± standard deviation. Different superscripts in one column showed significantly different ($p < 0,05$) using Duncan's test. The standard used is white paper with a value of L: 90, a: 1, b: 4

Elongasi merupakan persentase perubahan panjang film saat film ditarik hingga putus (Estiningtyas *et al.*, 2012). Elongasi bertujuan untuk mengetahui kemampuan panjang *edible film*, semakin tinggi nilai elongasinya maka kemasan *edible film* akan semakin fleksibel dan plastis (Nuansa *et al.*, 2017). Nilai rerata elongasi *edible film* kulit daun lidah buaya berkisar antara 75-126%. Hasil analisis keragaman menyatakan bahwa ekstrak kulit daun lidah buaya berpengaruh secara signifikan terhadap nilai elongasi *edible film*. Nilai elongasi *edible film* semakin mengecil dengan bertambahnya konsentrasi ekstrak kulit daun lidah buaya.

Ekstrak kulit daun lidah buaya pada konsentrasi total padatan terlarut berinteraksi sehingga mempengaruhi kenaikan atau penurunan nilai elongasi atau persen pemanjangan. Hal ini sesuai dengan penelitian Kusumawati dan Putri (2013), penambahan ekstrak temu hitam menurunkan nilai elongasi dikarenakan perasan temu hitam masih mengandung total padatan terlarut yang mampu memperkokoh matriks film. Persentase pemanjangan (elongasi) akan dikatakan baik jika nilainya lebih dari 50% dan dikatakan buruk jika nilainya kurang dari 10% (Fardhyanti dan Julianur, 2015).

Modulus elastisitas atau Modulus Young merupakan ukuran kemampuan lentur suatu benda atau kemampuan benda untuk kembali ke bentuk semula setelah dikenai gaya tarik atau gaya tekan. Nilai rerata modulus elastisitas *edible film* kulit daun lidah buaya berkisar antara 1,16-1,41 MPa. Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa konsentrasi ekstrak kulit lidah buaya tidak berpengaruh secara signifikan terhadap nilai modulus elastisitas. Nilai modulus elastisitas terbesar diperoleh pada perlakuan dengan konsentrasi 0×MIC dengan nilai sebesar 126,11% dan nilai modulus elastisitas terendah diperoleh pada konsentrasi 4×MIC sebesar 75,56%. Semakin bertambahnya konsentrasi ekstrak menyebabkan *edible film* semakin tidak elastis.

Water vapor transmission rate (WVTR) merupakan metode untuk menganalisis jumlah uap air yang melewati lapisan kemasan. Nilai rerata WVTR berkisar antara 22,43-22,63%. Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa konsentrasi ekstrak kulit lidah buaya berpengaruh secara signifikan terhadap laju transmisi uap air pada *edible film*. Tabel 2 menunjukkan nilai WVTR yang fluktuatif. Menurut penelitian Mulyadi *et al.* (2016), pola fluktuatif pada nilai WVTR *edible film* disebabkan oleh molekul zat yang terkandung pada konsentrasi tertentu dapat menyerap air ataupun menghalangi uap air.

Ketebalan film termasuk dalam karakteristik sifat fisik pada *edible film*. Sebagai kemasan, semakin tebal *edible film*, maka kemampuan sebagai pelindung akan semakin besar atau semakin sulit dilewati uap air, sehingga umur simpan produk akan semakin panjang (Afriyah *et al.*, 2015). Rerata nilai ketebalan

edible film kulit daun lidah buaya berkisar antara 0,151-0,238 mm. Berdasarkan hasil analisis keragaman, konsentrasi ekstrak kulit daun lidah buaya berpengaruh secara signifikan terhadap ketebalan *edible film*. Ketebalan terbesar diperoleh pada konsentrasi 0×MIC dan ketebalan terkecil pada konsentrasi 4×MIC. Pada Tabel 2 dapat dilihat bahwa ketebalan *edible film* semakin menurun seiring dengan bertambahnya konsentrasi ekstrak kulit daun lidah buaya. Hal ini disebabkan oleh semakin berkurangnya konsentrasi padatan yang terdapat dalam larutan, sehingga menyebabkan ketebalan *edible film* menurun. Ningsih (2015) menyatakan bahwa ketebalan suatu film dipengaruhi oleh jumlah padatan dalam larutan, namun karena ekstrak kulit daun lidah buaya yang berupa cairan menurunkan konsentrasi padatan dalam larutan, ketebalan film pun akan semakin berkurang seiring dengan bertambahnya konsentrasi ekstrak kulit daun lidah buaya.

Tabel 2 menunjukkan bahwa tiap parameter *edible film* ada yang sesuai dengan standar dan ada yang tidak sesuai menurut standar. Menurut Japan Industrial Standard (1975), karakteristik *edible film* yang baik memiliki nilai kuat tarik >0,39 MPa, ketebalan <0,25 mm, elongasi >50%, dan WVTR 7g/m²/hari.

Warna film

Analisis warna merupakan salah satu parameter kualitatif pada *edible film*. Analisis warna menggunakan *chromameter* (Konica Minolta CR-400, Singapore) berdasarkan sistem warna hunter Lab. Sistem hunter dicirikan dalam tiga nilai yaitu L* (kecerahan), a* (kemerahan), b* (kekuningan). Nilai warna kecerahan (putih: 100, hitam: 0), a* (+a*: merah, -a*: hijau), b* (+b*: kuning, -b*: biru), C*: ((a*)² + (b*)²)^{1/2}, H: (tan⁻¹(b*/a*)), dan E: (L²+a²+b²)^{1/2}. Hasil pengujian analisis warna *edible film* ekstrak kulit daun lidah buaya disajikan pada Tabel 3.

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa penambahan konsentrasi kulit daun lidah buaya memberikan pengaruh beda nyata terhadap parameter warna yaitu nilai ΔL*, nilai Δa*, nilai Δb*, ΔE*, ΔC*, dan ΔH* pada *edible film*. Nilai ΔL*, Δa*, Δb* menunjukkan seberapa jauh perbedaan standar dan sampel antara satu dengan yang lain dalam parameter kecerahan serta nilai kemerahan dan nilai kekuningan. Nilai ΔE* merupakan nilai total perbedaan antara ketiga koordinat (ΔL*, Δa*, dan Δb*). Nilai ΔC* merupakan perbedaan dalam warna kromatik antara objek sampel dan standar yang dinyatakan dalam kordinat polar. ΔH* merupakan perbedaan dalam sudut *Hue* antara objek sampel dan objek standar yang dinyatakan dalam sistem koordinat polar. Harga delta dapat digunakan sebagai kontrol kualitas, jika nilai delta lebih dari nilai standar maka menunjukkan seberapa jauh citra perbedaan antara sampel dan standar.

Penambahan ekstrak kulit daun lidah buaya pada *edible film* memengaruhi warna pada *edible film*. Semakin tinggi konsentrasi ekstrak kulit lidah buaya maka warna pada *edible film* akan semakin gelap bila dibandingkan dengan standar. Hal ini disebabkan karena pada kulit daun lidah buaya terkandung senyawa fenol yang akan terkatalisis oleh enzim polifenol oksidase menjadi quinon dan berpolimerisasi membentuk o-quinon sehingga menghasilkan warna coklat. Tabel 3 menunjukkan bahwa pada parameter ΔL^* , Δb^* , ΔE^* , ΔC^* , ΔH^* , konsentrasi $0 \times \text{MIC}$ adalah yang paling mendekati nilai standar. Sementara itu, untuk parameter nilai Δa^* konsentrasi $4 \times \text{MIC}$ adalah yang mendekati nilai standar.

KESIMPULAN

Penambahan ekstrak kulit daun lidah buaya berpengaruh terhadap warna, ketebalan, elongasi, dan aktivitas antibakteri, namun tidak berpengaruh terhadap WVTR, kuat tarik, dan elastisitas *edible film*. Ekstrak kulit daun lidah buaya memiliki aktivitas antibakteri terhadap *Bacillus* sp. Penambahan ekstrak kulit daun lidah buaya sebesar $4 \times \text{MIC}$ menunjukkan hasil terbaik dengan nilai kuat tarik sebesar 0,878 MPa, elongasi sebesar 75,56%, elastisitas sebesar 1,16 MPa, ketebalan 0,153 mm, WVTR sebesar 22,53%, daya hambat 31,85 mm, nilai ΔL^* 18,61, Δa^* 0,98, Δb^* 29,57, ΔE^* 38,63, ΔC^* 33,59, dan ΔH^* -87,23.

DAFTAR PUSTAKA

- Afriyah Y, Putri WDR, Wijayanti SD. 2015. Penambahan *Aloe vera* L. dengan tepung sukun (*Artocarpus communis*) dan ganyong (*Canna edulis* Ker.) terhadap karakteristik *edible film*. J Pangan Agroindustri 3: 1313-1324.
- Akili MS, Ahmad U, Suyatma NE. 2012. Karakteristik *edible film* dari pektin hasil ekstraksi kulit pisang. J Keteknikan Pertanian 26: 39-46. <https://doi.org/10.19028/jtep.26.1.37-44>
- Amaliya RR, Putri WDR. 2014. Karakterisasi *edible film* dari pati jagung dengan penambahan filtrat kunyit putih sebagai antibakteri. J Pangan Agroindustri 2: 43-53.
- Ariyanti NK, Darmayasa IBG, Sudigara SK. 2013. Daya hambat ekstrak kulit daun lidah buaya (*Aloe barbadensis* Miller) terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 dan *Escherichia coli* ATCC 25922. J Biol Udayana 16: 1-4.
- [ASTM] American Society for Testing and Material. 1995. American Society for Testing and Material D882-02. Standard Test Method for Tensile Properties of Thin Plastics Sheeting. In: Annual Book of American Standard Testing Methods. West Conshohochem, PA.
- Balouiri M, Sadiki M, Ibensouda SK. 2016. Methods for *in vitro* evaluating antimicrobial activity: A review. J Pharmaceutical Anal 6: 71-79. <https://doi.org/10.1016/j.jpha.2015.11.005>
- Dobrucka R, Cierpiszewski R. 2014. Active and intelligent packaging food-research and development-A review. Pol J Food Nutr Sci 64: 7-15. <https://doi.org/10.2478/v10222-012-0091-3>
- Estiningtyas HR, Kawiji, Manuhara GJ. 2012. Aplikasi *edible film* maizena dengan penambahan ekstrak jahe sebagai antioksidan alami pada coating sosis sapi. Biofarmasi 10: 7-16. <https://doi.org/10.13057/biofar/f100102>
- Faqih KMS. 2016. An empirical analysis of factors predicting the behavioral intention to adopt internet shopping technology among non-shoppers in a developing country context: Does gender matter? J Retail Consum Serv 30: 140-164. <https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2016.01.016>
- Fardhyanti DS, Julianur SS. 2015. Karakterisasi *edible film* berbahan dasar ekstrak karagenan dari rumput laut (*Eucheuma cottonii*). J Bahan Alam Terbarukan 4: 68-73.
- Handayasari F. 2018. Optimasi *Edible Film* Antibakteri Berbasis Gelatin-Kitosan dan Minyak Esensial Bawang Putih [Tesis]. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Huri D, Nisa FC. 2014. Pengaruh konsentrasi gliserol dan ekstrak ampas kulit apel terhadap karakteristik fisik dan kimia *edible film*. J Pangan Agroindustri 2: 29-40.
- Ida N, Noe SF. 2012. Uji stabilitas fisik gel ekstrak lidah buaya (*Aloe vera* L.). J Farmasi Farmakologi 16: 79-84.
- [JIS] Japanese Industrial Standard 2 1707. 1975. Japanese Standards Association. J J-PAL 6 No. 1.
- Jothi JS, Islam M, Islam MS, Rahman MRT, Akther S. 2014. Development and shelf-life prediction of pineapple (*Ananas comosus*) preserve and candy. Int J Innov Sci Res 10: 77-82.
- Kedarnath, Kamble Kaveri M, Chimkod VB, Patil CS. 2013. Antimicrobial activity of aloe vera leaf extract. Int J Appl Biol Pharm Technol 4: 286-290.
- Khasanah LU, Atmaka W, Kurniasari D, Kawiji K, Praseptiangga D, Utami R. 2017. Karakterisasi kemasan kertas aktif dengan penambahan oleoresin ampas destilasi sereh dapur (*Cymbopogon citratus*). Agritech 37: 59-68. <https://doi.org/10.22146/agritech.17011>

- Kusumawati DH, Putri WDR. 2013. Karakteristik fisik dan kimia *edible film* pati jagung yang diinkorporasi dengan perasan temu hitam. J Pangan Agroindustri 1: 90-100.
- Maula FY. 2018. Pengaruh Konsentrasi Nanosilika terhadap Sifat Fisik dan Mekanik *Edible Film* dari Protein Sorgum Manis [skripsi]. Bogor: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor.
- Meindrawan B, Suyatma NE, Muchtadi TR, Iriani ES. 2017. Aplikasi pelapis bionanokomposit berbasis karagenan untuk mempertahankan mutu buah mangga utuh. J Keteknik Pertanian 5: 89-96. <https://doi.org/10.19028/jtep.05.1.89-96>
- Mulyadi AF, Pulungan MH, Qayyum N. 2016. Pembuatan *edible film* maizena dan uji aktivitas antibakteri (Kajian konsentrasi gliserol dan ekstrak daun beluntas (*Pluchea indica* L.)). J Teknologi Manajemen Agroindustri 5: 149-158. <https://doi.org/10.21776/ub.industria.2016.005.03.5>
- Nugroho AA, Basito, Anandito RBK. 2013. Kajian pembuatan *edible film* tapioka dengan pengaruh penambahan pektin beberapa jenis kulit pisang terhadap karakteristik fisik dan mekanik. J Teknosains Pangan 2: 73-79.
- Nava N. 2019. Formulasi *Edible Coating* Berbahan *Aloe Vera* L. dan Pektin dengan Penambahan Ca-Propionate untuk Mempertahankan Kesegaran Buah Rambutan [Tesis]. Bogor: Insitut Pertanian Bogor.
- Ningsih SH. 2015. Pengaruh Plasticizer Gliserol terhadap Karakteristik *Edible Film* Campuran Whey dan Agar. [Skripsi]. Makassar: Fakultas Peternakan, Universitas Hasanudin.
- Nuansa MF, Agustini TW, Susanto E. 2017. Karakteristik dan aktivitas antioksidan *edible film* dari refined karaginan dengan penambahan minyak atsiri. J Pengolahan Bioteknologi Hasil Perikanan 6: 54-62.
- Putra AD, Johan VS, Efendi R. 2017. Penambahan sorbitol sebagai plasticizer dalam pembuatan *edible film* pati sukun. JOM Fakultas Pertanian 4: 1-15.
- Puteri T, Milanda T. 2016. Uji daya hambat ekstrak daun lidah buaya (*Aloe vera* L.) terhadap bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*: Review. Farmaka 14: 9-17.
- Radha MH, Laxmipriya NP. 2015. Evaluation of biological properties and clinical effectiveness of *Aloe vera*: A systematic review. J Tradit Complement Med 5: 21-26. <https://doi.org/10.1016/j.jtcme.2014.10.006>.
- Santoso RA, Atma Y. 2020. Physical properties of *edible films* from *Pangasius catfish* bone gelatin-breadfruits starch with different formulations. Indonesian Food Sci Technol 3: 42-47. <https://doi.org/10.22437/ifstj.v3i2.9498>
- Sari RP, Wulandari ST, Wardhani DH. 2013. Pengaruh penambahan ekstrak bawang putih (*Allium sativum*) terhadap karakteristik *edible film* pati ganyong (*Canna edulis* Kerr). J Teknologi Kimia Industri 2: 82-87.
- Sjamsiah, Saokani J, Lismawati. 2017. Karakteristik *edible film* dari pati kentang (*Solanum tuberosum* L.) dengan penambahan gliserol. J Chem 2: 181-192. <https://doi.org/10.24252/al-kimia.v5i2.3932>
- Suyatma NE, Tighzert L, Copinet A, Coma V. 2005. Effects of hydrophilic plasticizers on mechanical, thermal, and surface properties of chitosan films. J Agric Food Chem 53: 3950-3957. <https://doi.org/10.1021/jf048790>
- Syaputra MD, Sedyadi E, Fajriati I, Sudarlin. 2020. Aplikasi *edible film* pati singkong dengan penambahan ekstrak lidah buaya (*Aloe vera*) pada cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.). Integrated Lab J 01: 1-16.
- Syarifuddin A, Yunianta. 2015. Karakterisasi *edible film* dari pectin albedo jeruk bali dan pati garut. J Pangan Agroindustri 3: 1538-1547.
- Trinetta V, Cutter CN. 2016. Pullulan: a suitable biopolymer for antimicrobial food packaging applications. Antimicrobial Food Packaging. 385-397. Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800723-5.00030-9>