

Ekstrak Bawang Dayak Penghambat Pertumbuhan *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* pada Daging Ayam

(Dayak Onion Extract in Inhibiting the Growth of *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* in Chicken Meat)

Taufikkilah Romadhon¹, Winiati Pudji Rahayu^{2,3*}, Harsi Dewantari Kusumanigrum²

(Diterima November 2022/Disetujui Juni 2023)

ABSTRAK

Kontaminasi mikrob pada daging ayam dapat dihambat dengan mengaplikasikan antimikrob alami. Bawang dayak (*Eleutherine palmifolia* (L.) Merr.) dilaporkan dapat menghambat pertumbuhan *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. Penelitian ini bertujuan mengonfirmasi dan mengaplikasikan ekstrak bawang dayak (EBD) sebagai antimikrob pada daging ayam segar. Parameter pengamatan ialah kualitas mikrobiologi dan sifat fisik daging ayam setelah diinokulasi dengan bakteri *E. coli* dan *S. aureus* dan dicelupkan dalam larutan EBD dengan konsentrasi 0, 3,0, 9,0, dan 15,0 mg/mL untuk *E. coli*, dan 0, 2,5, 7,5, dan 12,5 mg/mL untuk *S. aureus*. Hasil penelitian menunjukkan EBD-etanol 70% memperlihatkan daya hambat bakteri yang lebih baik daripada EBD- etanol 96%. Penghambatan kedua mikrob dapat dicapai dengan konsentrasi 3,0 dan 2,5 mg/mL EBD yang diamati secara visual pada media cair. Konsentrasi 15,0 dan 12,5 mg/mL menunjukkan hasil nyata dalam menurunkan total kedua jenis mikrob pada daging ayam setelah 12 jam penyimpanan suhu ruang (28±2°C) dan 9 hari penyimpanan pada suhu refrigerator (5±1°C). Aplikasi kombinasi 15,0 dan 12,5 mg/mL EBD serta suhu refrigerator dapat direkomendasikan untuk menurunkan total *E. coli* dan *S. aureus* serta mempertahankan nilai A_w dan pH daging ayam.

Kata kunci: antimikrob, daging ayam, ekstrak bawang dayak, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*

ABSTRACT

Microbial contamination on chicken meat can be inhibited by applying natural antimicrobials. Dayak onions (*Eleutherine palmifolia* (L.) Merr.) are reported to inhibit the growth of *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. This study aims to confirm and apply dayak onion extract (EBD) as an antimicrobial in fresh chicken meat. The observation parameters were the microbiological quality and physical properties of chicken meat after inoculation with *E. coli* and *S. aureus* and dipped in EBD solution with concentrations of 0, 3.0, 9.0, and 15.0 mg/mL for *E. coli*, and 0, 2.5, 7.5, and 12.5 mg/mL for *S. aureus*. The results showed that EBD-70% ethanol showed better bacterial inhibition than EBD-96% ethanol. Inhibition for both microbes can be achieved by concentrations of 3.0 and 2.5 mg/mL EBD, as visually observed in liquid media. Concentrations of 15.0 and 12.5 mg/mL showed significant results in reducing the total microbes of both types in chicken meat after 12 hours of room temperature storage (28±2°C) and 9 days of refrigerator storage (5±1°C). A combined application of 15.0 and 12.5 mg/mL EBD and refrigerator temperature can be recommended to reduce total *E. coli* and *S. aureus* and maintain the A_w and pH of the chicken meat.

Keywords: antimicrobial, chicken meat, dayak onion extract, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*

PENDAHULUAN

Daging ayam merupakan salah satu bahan pangan yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat, yaitu 5,68 kg per kapita/tahun pada tahun 2019 (Kementan 2020). Kandungan gizinya yang tinggi, yaitu protein 18,20 g,

lemak 25 g, dan kalori sebesar 404 Kkal per 100 g daging ayam menjadikannya sebagai sumber nutrisi yang bermanfaat bagi tubuh (Depkes 2010). Daging ayam setelah pemotongan mengandung bakteri antara $6,0 \times 10^2$ dan $8,1 \times 10^3$ CFU/cm² pada permukaan kulitnya dan jumlahnya dapat meningkat hingga $1,1 \times 10^4$ – $9,3 \times 10^4$ CFU/cm² (Buckle *et al.* 2009). Kontaminasi *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* dapat terjadi saat penyembelihan, pemrosesan setelah penyembelihan, penyimpanan, dan pendistribusian (Kizerwetter-Swida *et al.* 2016). Kontaminasi kedua bakteri tersebut dapat mengakibatkan mutu fisik dan kimia daging ayam menyusut, serta dapat menimbulkan masalah kesehatan bagi manusia. Pertumbuhan bakteri perlu dicegah dan dihambat guna menghasilkan daging ayam yang aman.

¹ Sekolah Pascasarjana, Program Studi Ilmu Pangan, IPB University, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680

² Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB University, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680

³ South-East Asia Food and Agricultural Science and Technology (SEAFST) Center, IPB University, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680

* Penulis Korespondensi: Email: wpr@apps.ipb.ac.id

Aplikasi senyawa antimikrob alami diyakini lebih memberikan efek perubahan paling sedikit pada karakter fisik dan kimia produk pangan, serta sedikit lebih memberikan dampak negatif daripada penggunaan senyawa antibiotik (Lee *et al.* 2016). Umbi bawang dayak (*Eleutherine palmifolia* (L.) Merr.) merupakan tanaman khas pulau Kalimantan. Umbinya mengandung fitokimia seperti alkaloid, flavonoid, glikosida, kuinon, naftokuinon, polifenol, saponin, seskuiterpena, steroid, dan triterpenoid (Sharoon *et al.* 2013). Senyawa alkaloid, flavonoid, kuinon, polifenol, saponin, seskuiterpena, tanin, triterpenoid, dan steroid telah dilaporkan dapat menghambat pertumbuhan bakteri *E. coli*, *Pseudomonas*, *S. aureus*, *S. epidermidis*, *Streptococcus pyogenes* (Puspawati *et al.* 2013, Amanda 2014, Novaryatin *et al.* 2019, Wardani 2019, Wijayanto 2019). Umbi bawang dayak dilaporkan berfungsi menghambat pertumbuhan *E. coli* (Amanda 2014) dan *S. aureus* (Novaryatin *et al.* 2019). Selain itu, dilaporkan juga penghambatan pertumbuhan *E. coli* pada daging sapi dan *S. aureus* pada produk salad (Tamal & Aryanto 2020, Temilade *et al.* 2009). Aplikasi bawang dayak sebagai penghambat pertumbuhan mikrob patogen pada daging ayam belum dilaporkan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan mengonfirmasi serta mengaplikasikan ekstrak bawang dayak (EBD) sebagai antimikrob pada media pangan berupa daging ayam segar.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan pada bulan September 2021–Mei 2022 di Laboratorium Kimia dan Biokimia, Laboratorium Mikrobiologi dan Laboratorium Pengolahan Hasil Pertanian, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Mulawarman, serta di Laboratorium Kesehatan Provinsi Kalimantan Timur.

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah daging ayam segar dari pasar Segiri Kota Samarinda, bawang dayak dari pasar Dayak Kota Samarinda, etanol 70 dan 96%, kultur bakteri *E. coli* ATCC 11775 dan *S. aureus* ATCC 33591 dari Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Pertanian, Universitas Mulawarman. Peralatan utama yang digunakan ialah rotavapor, refrigerator ($5\pm 1^\circ\text{C}$), Aw meter, pH meter, dan *chromamater* CR 300. Media untuk pertumbuhan *E. coli* adalah *nutrient broth* (NB), *eosin methylene blue agar* (EMBA), *chromogenic coliform agar* (CCA) untuk *E. coli*, dan NB dan *baird parker agar* (BPA) untuk *S. aureus*.

Ekstraksi Serbuk Bawang Dayak (Syamsul *et al.* 2015)

Bawang dayak yang telah dipisahkan dari kulit terluarnya dikeringkan dalam oven pada suhu 60°C selama 24 jam, kemudian dihaluskan menggunakan blender selama 1 menit, setelah itu diayak dengan ayakan mesh No. 20 hingga dihasilkan serbuk.

Sebanyak 500 g serbuk diekstraksi menggunakan etanol masing-masing 70% dan 96% dengan nisbah 1:2 b/v, dan dimaserasi selama 72 jam. Suspensi diaduk secara berkala selama 5x24 jam. Campuran kemudian disaring menggunakan kertas saring hingga dihasilkan filtrat. Filtrat diuapkan menggunakan rotavapor pada suhu 40°C hingga diperoleh ekstrak bawang dayak (EBD). EBD dicampur dengan akuades steril hingga mencapai konsentrasi 5 mg/mL.

Uji Efektivitas Antibakteri (Balouiri *et al.* 2016; Lingga *et al.* 2015)

Efektivitas antibakteri EBD (5 mg/mL) diujikan dalam 2 tahap, yaitu uji aktivitas antibakteri dengan metode difusi sumur (Balouiri *et al.* 2016) dan uji konsentrasi efektivitas antibakteri EBD yang dimodifikasi konsentrasinya (Lingga *et al.* 2015). Hasil pengamatan yang diperoleh dari konsentrasi efektivitas antibakteri EBD digunakan pada aplikasi daging ayam dengan perlakuan 0, 1, 3, dan 5 dikalikan dengan konsentrasi paling rendah yang tidak menunjukkan pertumbuhan mikrob (Naufalin *et al.* 2006). Bakteri uji adalah sel bakteri yang telah ditumbuhkan selama 24 jam pada suhu 37°C pada media NB yang kemudian ditumbuhkan pada media BPA untuk *S. aureus* dan media EMBA untuk *E. coli*. Setelah itu, media dengan mikrob tersebut diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C . Konsentrasi bakteri yang digunakan untuk analisis adalah yang setara dengan skala 0,5 Mc Farland, yaitu $1,5 \times 10^8$ CFU/mL.

Aplikasi Ekstrak pada Daging Ayam Segar (Modifikasi Juniawati *et al.* 2015)

EBD diaplikasikan dengan menyiapkan sampel daging ayam bagian dada yang dipotong berbentuk kubus dengan bobot 25 g per potong. Sampel diinokulasi dengan cara diteteskan suspensi bakteri uji *E. coli* dan *S. aureus* ($1,5 \times 10^5$ CFU/mL) masing-masing pada permukaan daging. Sampel didiamkan selama 20 menit untuk proses absorpsi bakteri uji ke dalam sampel. Selanjutnya sampel dimasukkan ke dalam larutan EBD-etanol 70% yang didapatkan berdasarkan uji efektivitas antibakteri (0, 1, 3, dan 5 EBD) selama 10 menit (daging:larutan perendam = 1:2 (b/v), kemudian sampel ditiriskan selama 5 menit. Sampel dikemas dengan plastik polietilena steril dan disimpan pada suhu ruang ($28\pm 2^\circ\text{C}$) selama waktu pengamatan (kualitas mikrobiologi 0, 3, 6, dan 12 jam, dan pengamatan kualitas fisik 0 dan 12 jam) serta pada suhu refrigerator ($5\pm 1^\circ\text{C}$) dalam waktu pengamatan (kualitas mikrobiologi 0, 3, 6, dan 9 hari, dan kualitas fisik 0 dan 9 hari). Perlakuan diulang 3 kali.

Analisis Kualitas Mikrobiologi dan Sifat Fisik Daging Ayam

Analisis efektivitas EBD pada daging meliputi uji mikrobiologi *E. coli* (Dhafin 2017), dan *S. aureus* (SNI 01-2897-2008), serta uji fisik daging meliputi uji aktivitas air (Saputra 2014), uji derajat keasaman (AOAC 2005), dan uji warna (Hutching 2012).

Rancangan dan Analisis Data

Pada penelitian ini, data dianalisis menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 2 faktor dan 3 ulangan. Faktor pertama ialah konsentrasi 0, 1, 3, dan 5 EBD, dan faktor kedua ialah lama penyimpanan pada suhu ruang ($28\pm 2^\circ\text{C}$) selama 0, 3, 6, 12 jam, dan penyimpanan pada suhu refrigerator ($5\pm 1^\circ\text{C}$) selama 0, 3, 6, dan 9 hari. Parameter yang diuji ialah kualitas mikrobiologi, meliputi pertumbuhan *E. coli* dan *S. aureus*, serta sifat fisik daging yang meliputi aktivitas air, pH, dan warna. Hasilnya diuji menggunakan *analysis of variance* (ANOVA) dengan selang kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$). Taraf yang berpengaruh pada respons selanjutnya diuji lanjut menggunakan uji Duncan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Efektivitas Antibakteri

Pengaruh 5 mg/mL ekstrak etanol 70% dan 96% bawang dayak (EBD-etanol 70% dan EBD-96%) pada uji daya hambat metode difusi sumur disajikan pada Tabel 1. Daya hambat EBD pada bakteri *E. coli* lebih tinggi dibandingkan pada bakteri *S. aureus*. Aplikasi EBD-etanol 70% menunjukkan daya hambat kedua bakteri tersebut yang lebih tinggi dibandingkan dengan penggunaan EBD-etanol 96%. Penghambatan pertumbuhan *E. coli* dan *S. aureus* berbeda dengan temuan Amanda *et al.* (2017) yang melaporkan daya hambat dengan metode difusi cakram dari ekstrak etanol 96% bawang dayak 20 mg/mL terhadap bakteri *E. coli*, yaitu 12,38 mm. Puspawati *et al.* (2013) melaporkan daya hambat metode difusi sumur oleh ekstrak etanol 96% bawang dayak 10 mg/mL terhadap bakteri *S. aureus* ialah 14,49 mm. Kedua penelitian tersebut menunjukkan hasil yang sama dengan pengamatan pada penelitian ini, yaitu bakteri *E. coli* memiliki sensitivitas yang lebih rendah dibandingkan dengan *S. aureus*. Hal ini karena ada perbedaan sifat pada dinding sel bakteri Gram negatif dan Gram positif. *E. coli* sebagai bakteri Gram negatif memiliki dinding

sel dengan struktur multilapis, yang terdiri atas lipoprotein, lipopolisakarida, dan membran sel berupa fosfolipid, serta dinding selnya mengandung lipid yang lebih tinggi sehingga senyawa antibakteri EBD yang bersifat polar sulit berpenetrasi ke dalam sel (Zhu & Zheng 2020).

Pada penggunaan pengestrak etanol 70% dan 96%, perbedaan daya hambat adalah karena terdapat senyawa steroid pada EBD-etanol 70% yang tidak ada dalam EBD-etanol 96% (Cristoper 2017). Senyawa tersebut mampu menembus membran lipid yang dapat mengakibatkan kebocoran liposom pada bakteri (Shihabuden *et al.* 2010). Dengan demikian, EBD-etanol 70% digunakan pada uji efektivitas antibakteri dan aplikasi pada daging ayam karena menunjukkan daya hambat yang lebih tinggi.

Pengaruh EBD pada efektivitas antibakteri *E. coli* dan *S. aureus* dapat dilihat pada Tabel 2. Efektivitas antibakteri pada pertumbuhan *E. coli* lebih tinggi dibandingkan pada *S. aureus*. Efektivitas antibakteri ditandai dengan tidak timbulnya kekeruhan berdasarkan pengamatan secara visual pada media cair yang digunakan. Hasil tersebut sejalan dengan pengamatan uji daya hambat difusi sumur yang menunjukkan bahwa *E. coli* memiliki sifat yang lebih resisten terhadap EBD dibandingkan dengan *S. aureus*. Kajian Rahma (2021) pada uji *minimum inhibitory concentration* (MIC) dilusi cair menyebutkan bahwa ekstrak etil asetat bawang dayak dapat menghambat *S. aureus* pada konsentrasi 0,4 mg/mL dan pada uji *minimum bactericidal concentration* (MBC) pada konsentrasi 15,0 mg/mL. Penelitian Ifesan *et al.* (2009) yang mengaplikasikan ekstrak heksana bawang dayak serta ekstrak etanol yang dikombinasikan dengan asetat memiliki nilai MIC pada konsentrasi 1,0 mg/mL yang ditandai dengan terjadinya kebocoran pada sel *S. aureus*. Konsentrasi 3,0 dan 2,5 mg/mL selanjutnya ditetapkan untuk diaplikasi pada daging ayam dengan ketentuan konsentrasi yang digunakan adalah 0, 1, 3, dan 5 kali konsentrasi 3,0 dan 2,5 mg/mL.

Tabel 1 Daya hambat ekstrak etanol 70% bawang dayak pada bakteri *E. coli* dan *S. aureus*

Sampel	Diameter daya hambat (mm)	
	<i>E. coli</i>	<i>S. aureus</i>
Ekstrak etanol 70% bawang dayak 5 mg/mL	14,7±0,4	19,0±0,0
Ekstrak etanol 96% bawang dayak 5 mg/mL	12,7±1,1	17,3±1,2
Kontrol positif (kloramfenikol)	23,1±0,2	25,0±0,4
Kontrol negatif (akuades)	-	-

Tabel 2 Efektivitas antibakteri ekstrak etanol 70% bawang dayak pada berbagai konsentrasi

Bakteri	Pertumbuhan bakteri pada konsentrasi ekstrak (mg/mL)									
	1,5	1,75	2,0	2,25	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
<i>E. coli</i>	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-
<i>S. aureus</i>	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-

Keterangan: + = Terdapat pertumbuhan bakteri dan - = Tidak terdapat pertumbuhan bakteri.

Ciri Mikrobiologi Daging Ayam dengan Tambahan EBD

Pengaruh EBD pada total pertumbuhan *E. coli* pada daging ayam selama masa penyimpanan suhu ruang (28±2°C) dan refrigerator (5±1°C) tersaji pada Tabel 3. Aplikasi 3,0 mg/mL EBD selama penyimpanan pada suhu ruang tidak dapat menurunkan jumlah *E. coli* (6,24+ 0,17 log CFU/g). Jumlah *E. coli* meningkat nyata setelah 6 jam penyimpanan dengan total peningkatan 1,95 log CFU/g, kemudian menurun 2,05 log CFU/g setelah 12 jam penyimpanan (*p*<0,05). Pada konsentrasi tersebut, senyawa tidak mampu menekan laju pertumbuhan bakteri sehingga bakteri meningkat nyata. Penurunan jumlah *E. coli* terjadi pada penyimpanan 12 jam karena bakteri ini telah melewati fase puncak pertumbuhannya. Lee *et al.* (2019) menemukan bahwa *E. coli* mengalami fase pertumbuhan tetapnya setelah masa inkubasi 5 jam pada suhu 37°C dan setelah 12 pada jam suhu 25°C. Temuan lain juga melaporkan bahwa pertumbuhan *E. coli* menurun setelah penyimpanan 10 jam pada suhu 37°C (Musela *et al.* 2021). Perilaku pertumbuhan yang sama ditunjukkan pada sampel daging ayam dengan 0 mg/mL EBD (kontrol) yang menunjukkan peningkatan *E. coli* secara nyata setelah 6 jam penyimpanan, dan menurun setelah 12 jam penyimpanan suhu ruang (*p*<0,05). Berdasarkan hasil sidik ragam, terjadi penurunan *E. coli* yang nyata pada konsentrasi 15,0 mg/mL EBD pada daging ayam yang disimpan pada suhu ruang (*p*<0,05). Hasil tersebut sejalan Tamal dan Aryanto (2020), yang menyatakan penggunaan 30% rebusan air bawang dayak mampu menurunkan *E. coli* pada daging sapi dengan kisaran penurunan 2 log CFU/g setelah 5 hari penyimpanan.

Pengaruh aplikasi 0 dan 3,0 mg/mL EBD serta penggunaan suhu refrigerator menunjukkan peningkatan *E. coli* pada daging ayam secara tidak nyata (*p*>0,05), sedangkan pada 9,0 dan 15,0 mg/mL EBD mampu menurunkan *E. coli* pada daging ayam secara nyata selama penyimpanan berlangsung (*p*<0,05). Suhu refrigerator mampu menghambat pertumbuhan *E. coli* hingga 3–6 hari penyimpanan (Aziz *et al.* 2020). Penurunan pertumbuhan terjadi karena penurunan

viabilitas pada sel bakteri yang diakibatkan oleh suhu rendah sebagai lingkungan pertumbuhannya (Son & Taylor 2021). Alikasi kombinasi antibakteri EBD dan suhu refrigerator memberikan hasil uji terbaik dalam menurunkan *E. coli* dengan penurunan 2,46 log CFU/g. Temuan Ossaili *et al.* (2020) menyebutkan penggunaan senyawa antibakteri dan suhu rendah (4°C) menurunkan total bakteri sebesar 2,4 log CFU/g dibandingkan tanpa senyawa antibakteri setelah 7 hari penyimpanan.

Total *S. aureus* pada daging ayam (6,15±0,08 dan 6,30±0,06 log CFU/g) selama penyimpanan suhu ruang meningkat secara nyata pada perlakuan 0 dan 2,5 mg/mL. Gejala tersebut serupa dengan temuan pada uji total pertumbuhan *E. coli* yang telah dijelaskan sebelumnya, yaitu pada perlakuan 3,0 mg/mL EBD tidak mampu menurunkan pertumbuhan *S. aureus* pada daging ayam. Perlakuan 7,5 dan 12,5 mg/mL EBD menunjukkan terjadinya penurunan yang nyata pada total pertumbuhan *S. aureus* selama penyimpanan suhu ruang (*p*<0,05). Pengaruh 7,5 mg/mL EBD mampu menurunkan *S. aureus* (6,30±0,02 log CFU/g) hingga 1,48 log CFU/g, sedangkan pada 12,5 mg/mL EBD menurunkan populasi bakteri ini hingga 1,98 log CFU/g, setelah 12 jam penyimpanan di suhu ruang.

Hasil pengamatan pada total *S. aureus* pada daging ayam selama masa penyimpanan suhu ruang dan suhu refrigerator dapat dilihat pada Tabel 4. Pengaruh kombinasi aplikasi 7,5 dan 12,5 mg/mL EBD dan suhu refrigerator menunjukkan penurunan nyata total *S. aureus* pada daging ayam setelah 9 hari penyimpanan (*p*<0,05). Pertumbuhan *S. aureus* pada bahan pangan dapat dihambat dengan menggunakan suhu rendah sebagai kondisi lingkungan pertumbuhannya (Valero *et al.* 2009). Perlakuan kombinasi antara antimikrob dan suhu rendah dapat menurunkan total *S. aureus* sampai 2,69 log CFU/g (Lagez *et al.* 2021). Suhu refrigerator digunakan untuk mengetahui pengaruh kombinasi metode pengawetan dengan EBD dengan tujuan untuk menghasilkan umur simpan yang lebih lama pada daging ayam.

Tabel 3 Pengaruh tambahan ekstrak etanol 70% bawang dayak pada pertumbuhan bakteri *E. coli* selama penyimpanan daging ayam

Perlakuan EBD (mg/mL)	Total bakteri <i>E. coli</i> (log CFU/g)			
	Waktu penyimpanan suhu ruang (28±2°C)			
	0 Jam	3 Jam	6 Jam	12 Jam
0	6,24±0,17 ^{cdef}	8,16±0,56 ^{ab}	8,67±0,25 ^a	6,62±0,63 ^{cd}
3,0	5,87±0,41 ^{defg}	6,50±0,41 ^{cde}	7,82±0,69 ^b	6,83±0,72 ^c
9,0	5,93±0,12 ^{defg}	5,62±0,39 ^{fgh}	5,03±0,09 ^{hi}	5,82±0,10 ^{efg}
15,0	6,00±0,07 ^{defg}	5,38±0,57 ^{ghi}	4,77±0,12 ⁱ	3,80±0,28 ^j
Perlakuan EBD (mg/mL)	Waktu penyimpanan suhu refrigerator (5±1°C)			
	0 hari	3 hari	6 hari	9 hari
	0	6,03±0,05 ^b	6,63±0,47 ^{ab}	7,11±0,13 ^a
3,0	6,10±0,10 ^b	6,69±0,67 ^{ab}	6,74±0,56 ^{ab}	6,71±0,50 ^{ab}
9,0	6,32±0,53 ^{ab}	6,09±0,04 ^b	5,28±0,52 ^c	4,38±0,34 ^d
15,0	6,16±0,32 ^b	5,27±0,50 ^c	4,16±0,50 ^d	3,70±0,33 ^d

Keterangan: Data merupakan nilai rata-rata±SD; huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf nyata 0,05. Setiap jenis masa penyimpanan dianalisis ragam secara berbeda-beda.

Semakin tinggi konsentrasi yang digunakan sebagai antimikrob pada bahan pangan, semakin tinggi kemampuannya dalam menghambat pertumbuhan bakteri (Ahmed *et al.* 2018; Eldin *et al.* 2020). Aplikasi EBD pada daging ayam dengan konsentrasi rendah tidak mampu menghambat proses pertumbuhan bakteri karena minimnya senyawa yang terkandung dalam EBD. Semakin lama waktu penyimpanan, semakin menurun kualitas senyawa EBD (Saputra *et al.* 2018).

Aktivitas Air (Aw) Daging dengan Tambahan EBD

Nilai Aw daging ayam yang disimpan pada suhu ruang dan suhu refrigerator dengan cemaran bakteri *E. coli* dan *S. aureus* tersaji pada Tabel 5. Nilai Aw pada 0 jam penyimpanan menunjukkan daging ayam dengan cemaran *E. coli* tidak menunjukkan perbedaan yang nyata dengan kisaran nilai Aw 0,83–0,84 ($p>0,05$), sedangkan pada daging ayam dengan cemaran *S. aureus* menunjukkan perbedaan nyata dengan kisaran nilai Aw 0,83–0,86 ($p<0,05$). Hasil pengamatan tersebut mendekati temuan oleh Hajrawati *et al.* (2016), bahwa Aw pada daging ayam segar setelah proses berada dalam kisaran 0,83–0,85.

Nilai Aw pada daging ayam dengan cemaran *E. coli* yang disimpan pada suhu ruang meningkat nyata yang ditunjukkan pada perlakuan 0 dan 3,0 mg/mL EBD

($p<0,05$), sedangkan pada perlakuan 9,0 dan 15,0 mg/mL tidak nyata setelah 12 jam penyimpanan. Hasil pengamatan yang sama ditunjukkan oleh nilai Aw dengan cemaran *S. aureus* yang meningkat nyata pada 0 dan 2,5 mg/mL EBD ($p<0,05$). Pada perlakuan 7,5 mg/mL EBD tidak meningkat nyata, sedangkan pada perlakuan 12,5 mg/mL EBD justru sebaliknya, yakni menurun meskipun tidak nyata setelah 12 jam penyimpanan ($p>0,05$). Hasil tersebut berkorelasi dengan pertumbuhan kedua bakteri pada daging ayam dengan perlakuan 0, 2,5, dan 3,0 mg/mL EBD. Bakteri dapat melakukan aktivitas metabolismenya, ditandai dengan meningkatnya laju pertumbuhan selama penyimpanan sehingga mikroba masih dapat memecah ikatan air menjadi air bebas yang mengakibatkan nilai Aw meningkat (Grau *et al.* 2011). Sebaliknya, pada perlakuan 9,0 dan 15,0 mg/mL EBD untuk *E. coli* serta 7,5 dan 12,5 mg/mL EBD untuk *S. aureus* laju pertumbuhan bakteri dapat dihambat sehingga bakteri tidak dapat memecah ikatan air menjadi air bebas dengan baik, ditandai dengan dipertahankannya dan dapat menurunnya Aw pada daging. Baltic *et al.* (2015) menyatakan bahwa aplikasi senyawa antimikrob dapat menekan laju peningkatan Aw pada daging dibandingkan dengan daging tanpa senyawa antimikrob yang meningkat nilai Aw-nya.

Tabel 4 Pengaruh tambahan ekstrak etanol 70% bawang dayak pada pertumbuhan bakteri *S. aureus* selama penyimpanan daging ayam

Perlakuan EBD mg/mL	Total bakteri <i>S. aureus</i> selama penyimpanan (log CFU/g)				
	Waktu penyimpanan suhu ruang (28±2°C)				
	0 Jam	3 Jam	6 Jam	12 Jam	
0	6,15±0,08 ^d	8,27±0,09 ^{ab}	8,47±0,23 ^a	7,80±0,48 ^b	
2,5	6,30±0,06 ^d	8,10±0,08 ^{ab}	7,90±0,53 ^{ab}	7,07±0,24 ^c	
7,5	6,30±0,02 ^d	6,38±0,43 ^d	5,75±0,68 ^d	4,82±0,45 ^e	
12,5	5,96±0,59 ^d	5,99±0,06 ^d	4,80±0,50 ^e	3,98±0,06 ^f	
	Waktu penyimpanan suhu refrigerator (5±1°C)				
	0 hari	3 hari	6 hari	9 hari	
	0	6,10±0,13 ^{cde}	7,39±0,34 ^a	7,14±0,57 ^{ab}	6,40±0,70 ^{de}
	2,5	6,10±0,13 ^{cde}	7,26±0,04 ^{ab}	6,37±0,11 ^{cd}	6,19±0,42 ^{cde}
	7,5	5,95±0,05 ^{cde}	5,68±0,66 ^e	5,45±0,42 ^{ef}	4,41±0,51 ^{gh}
12,5	6,10±0,22 ^{cde}	5,78±0,57 ^{de}	4,27±0,61 ^{fg}	3,94±0,03 ^h	

Keterangan: Data merupakan nilai rata-rata±SD; huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf nyata 0,05. Setiap jenis masa penyimpanan dianalisis ragam secara berbeda-beda.

Tabel 5 Pengaruh tambahan ekstrak etanol 70% bawang dayak pada nilai Aw daging ayam selama penyimpanan

Bakteri	Penyimpanan	Nilai Aw pada perlakuan EBD (mg/mL)			
		0	3,0	9,0	15,0
<i>E. coli</i>	0 jam	0,83±0,01 ^{ef}	0,84±0,01 ^{def}	0,84±0,02 ^{def}	0,83±0,01 ^{ef}
	12 jam	0,87±0,01 ^a	0,86±0,01 ^{ab}	0,85±0,01 ^{cde}	0,85±0,02 ^{bcd}
	0 hari	0,83±0,01 ^{abc}	0,83±0,02 ^{bc}	0,83±0,02 ^{abc}	0,84±0,01 ^{abc}
	9 hari	0,85±0,01 ^a	0,85±0,02 ^{ab}	0,83±0,01 ^{bc}	0,82±0,01 ^c
<i>S. aureus</i>		0	2,5	7,5	12,5
	0 jam	0,83±0,01 ^{ef}	0,83±0,02 ^f	0,83±0,02 ^{def}	0,86±0,01 ^{bcd}
	12 jam	0,87±0,01 ^a	0,87±0,01 ^{ab}	0,85±0,02 ^{def}	0,84±0,01 ^{def}
	0 hari	0,83±0,01 ^{acd}	0,83±0,01 ^{cd}	0,86±0,02 ^{ab}	0,85±0,03 ^e
	9 hari	0,85±0,01 ^{abc}	0,84±0,01 ^{bcd}	0,83±0,02 ^{cd}	0,82±0,01 ^d

Keterangan: Data merupakan nilai rata-rata±SD; huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf nyata 0,05. Setiap jenis masa penyimpanan dianalisis ragam secara berbeda-beda.

Aplikasi kombinasi perlakuan EBD dan suhu refrigerator menunjukkan hasil yang berbeda; suhu refrigerator mampu menekan laju peningkatan Aw pada daging ayam (Tabel 5). Berdasarkan hasil sidik ragam, perlakuan 0 dan 2,5 mg/mL EBD pada cemaran *E. coli* serta 0 dan 3,0 mg/mL EBD pada cemaran *S. aureus* tidak meningkat nyata pada nilai Aw setelah 9 hari penyimpanan ($p>0,05$). Suhu refrigerator mampu menekan laju peningkatan Aw, ditandai dengan meningkatnya nilai Aw secara tidak nyata pada daging ayam tanpa perlakuan (Elgadir 2017). Pada aplikasi 9,0 mg/mL EBD, Aw daging dengan cemaran *E. coli* dapat dipertahankan, sedangkan pada aplikasi 15,0 mg/mL EBD, penurunan Aw tidak nyata setelah 9 hari penyimpanan. Pengaruh 7,5 dan 12,5 mg/mL EBD nyata menurunkan Aw ($p<0,05$) setelah 9 hari penyimpanan pada suhu refrigerator pada daging dengan cemaran *S. aureus*. Pengaruh ketahanan *E. coli* terhadap EBD menjadikan nilai Aw pada daging tidak nyata menurun. Meskipun begitu, pengaruh aplikasi suhu refrigerator dan EBD mampu menekan peningkatan serta menurunkan Aw. Apriliyani *et al.* (2021) menyatakan daging ayam yang disalut dengan kasein-kitosan dan disimpan pada suhu 8°C mampu menurunkan nilai Aw 0,95–0,93 setelah 7 hari penyimpanan.

Derajat Keasaman (pH) Daging Ayam dengan Tambahan EBD

pH daging ayam dengan aplikasi EBD yang disimpan pada suhu ruang dan suhu refrigerator dapat dilihat pada Tabel 6. Pada awalnya (0 jam), aplikasi EBD menurunkan pH, meskipun berdasarkan uji ragam menunjukkan penurunan tidak nyata ($p>0,05$). pH daging dengan konsentrasi yang lebih tinggi cenderung memperlihatkan pH yang lebih rendah. Kondisi tersebut dipengaruhi oleh tambahan EBD pada daging ayam yang memiliki kisaran pH 6.

Tambahan 0, 2,5, dan 3,0 mg/mL EBD pada daging ayam yang disimpan pada suhu ruang menunjukkan peningkatan nilai pH secara nyata ($p<0,05$). Peningkatan tertinggi ditunjukkan pada aplikasi 0 mg/mL EBD dengan cemaran *E. coli* yang meningkat 1,54, sedangkan pada aplikasi 3,0 mg/mL EBD meningkat

1,17. Pada perlakuan kontrol (0 EBD) dengan cemaran *S. aureus* terjadi peningkatan 1,23, sedangkan pada 2,5 mg/mL EBD meningkat 1,16. Peningkatan nilai pH berkorelasi dengan peningkatan laju pertumbuhan bakteri. Perkembangbiakkan bakteri akan meningkatkan kemampuannya dalam menghasilkan gugus hidroksil yang dapat menaikkan pH daging (Haq *et al.* 2015). Semakin tinggi laju pertumbuhan bakteri dan semakin lama waktu penyimpanannya, semakin meningkat nilai pH. Peningkatan pH merupakan hasil dari pemanfaatan asam amino yang dilepaskan pada saat degradasi protein oleh bakteri karena ketersediaan glukosa dalam daging telah habis. Peningkatan pH juga diakibatkan oleh terbentuknya amonia dan produk hasil dekomposisi asam amino dalam daging oleh bakteri (Zhang *et al.* 2015). Hasil tersebut sejalan dengan temuan Suradi (2012) bahwa pH daging ayam tanpa perlakuan yang disimpan pada suhu ruang meningkat sampai 7,21 setelah 24 jam penyimpanan.

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa perlakuan 7,5, 9,0, 12,5, dan 15,0 mg/mL EBD mampu menekan laju peningkatan pH, ditandai dengan meningkatnya pH secara tidak nyata ($p>0,05$). Rendahnya peningkatan pH disebabkan oleh pertumbuhan bakteri yang tidak maksimum, akibat pengaruh tambahan EBD pada daging. Arpianini (2019) melaporkan bahwa daging ayam yang diberi ekstrak propolis memiliki pH yang lebih rendah (5,81) dibandingkan tanpa perlakuan (6,50) selama masa penyimpanan berlangsung.

Intensitas Warna *a Daging Ayam dengan Tambahan EBD

Parameter *a menunjukkan intensitas warna hijau sampai dengan merah dengan nilai +a 0–100 (warna merah) dan nilai –a –80–0 (warna hijau). Warna merah pada daging ayam dipengaruhi oleh kandungan mioglobin yang terdapat dalam daging. Daging dengan tambahan EBD yang disimpan pada suhu ruang dan refrigerator disajikan pada Tabel 7. Secara keseluruhan, aplikasi EBD memengaruhi peningkatan intensitas warna *a daging pada awal penyimpanan. Perbedaan intensitas warna juga dapat dipengaruhi

Tabel 6 Pengaruh tambahan ekstrak etanol 70% bawang dayak pada pH selama penyimpanan daging ayam

Bakteri	Penyimpanan	Nilai pH pada perlakuan EBD (mg/mL)			
		0	3,0	9,0	15,0
<i>E. coli</i>	0 jam	6,15±0,09 ^{ef}	6,11±0,07 ^{ef}	6,04±0,14 ^{ef}	6,03±0,09 ^{ef}
	12 jam	7,69±0,18 ^a	7,18±0,21 ^b	6,20±0,08 ^{ef}	6,12±0,14 ^{ef}
	0 hari	6,20±0,10 ^{de}	6,14±0,21 ^{def}	5,99±0,19 ^{def}	6,07±0,06 ^{def}
	9 hari	7,58±0,33 ^a	6,79±0,15 ^b	6,24±0,12 ^{de}	6,26±0,07 ^{cd}
<i>S. aureus</i>	0 jam	6,10±0,18 ^{cde}	6,12±0,07 ^{cde}	5,96±0,13 ^{de}	5,92±0,14 ^e
	12 jam	7,26±0,45 ^a	7,35±0,18 ^a	6,21±0,13 ^{cde}	6,18±0,12 ^{cde}
	0 hari	6,14±0,06 ^{de}	5,93±0,17 ^e	6,05±0,12 ^{de}	5,94±0,11 ^e
	9 hari	7,22±0,38 ^a	7,29±0,51 ^a	6,32±0,19 ^{bcd}	6,18±0,03 ^{cde}

Keterangan: Data merupakan nilai rata-rata±SD, huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf nyata 0.05. Setiap jenis masa penyimpanan dilakukan analisis ragam secara berbeda-beda.

Tabel 7 Pengaruh tambahan ekstrak bawang dayak pada nilai intensitas *a selama penyimpanan daging ayam

Bakteri	Penyimpanan	Nilai intensitas *a pada perlakuan EBD (mg/mL)			
		0	3,0	9,0	15,0
<i>E. coli</i>	0 jam	13,32±1,60 ^{de}	11,06±1,48 ^{ef}	13,19±1,94 ^{de}	14,9±1,82 ^{bcd}
	12 jam	2,86±2,30 ⁱ	5,90±2,17 ^{gh}	20,84±3,21 ^a	23,46±2,55 ^a
	0 hari	13,76±1,23 ^{fg}	13,83±0,94 ^{fg}	17,35±1,37 ^{de}	15,59±0,57 ^{ef}
	9 hari	4,14±2,83 ^h	11,14±0,43 ^{fg}	21,09±1,50 ^{bc}	24,59±2,48 ^a
<i>S. aureus</i>		0	2,5	7,5	12,5
	0 jam	9,25±0,57 ^{gh}	9,74±1,41 ^h	11,34±1,61 ^{fg}	12,83±1,22 ^{ef}
	12 jam	3,68±0,82 ⁱ	5,79±1,34 ^h	21,78±1,61 ^b	27,88±2,61 ^a
	0 hari	8,66±1,24 ^{fg}	11,07±3,62 ^{ef}	20,41±1,28 ^{bc}	17,69±0,69 ^{cd}
	9 hari	3,81±0,85 ^{gh}	7,60±1,83 ^{fg}	14,70±1,53 ^{de}	20,51±2,38 ^{bc}

Keterangan: Data merupakan nilai rata-rata±SD; huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf nyata 0,05. Setiap jenis masa penyimpanan dianalisis ragam secara berbeda-beda.

oleh faktor genetik ayam, sumber makanan, kesehatan unggas, serta proses pemotongan (Este 2015).

Aplikasi 0, 2,5, dan 3,0 mg/mL EBD pada daging ayam yang disimpan pada suhu ruang menunjukkan penurunan nilai intensitas *a secara nyata ($p < 0,05$), kecuali pada daging dengan cemaran *S. aureus* konsentrasi 2,5 mg/mL EBD, yang menurun tidak nyata setelah 12 jam penyimpanan ($p > 0,05$). Daging kontrol (0 mg/mL EBD) mengalami penurunan terendah jika dibandingkan dengan aplikasi 2,5 dan 3,0 mg/mL EBD. Penurunan diakibatkan oleh faktor lingkungan penyimpanan seperti cahaya, oksigen, dan perubahan suhu, yang dapat menyebabkan proses autooksidasi pada daging sehingga mioglobin berubah menjadi deoksimioglobin. Daging berwarna ungu serta metmioglobin yang menyebabkan daging berwarna coklat (Carvalho *et al.* 2017). Perbedaan nilai intensitas warna antara 0 dan 2,5; 3,0 mg/mL EBD diakibatkan oleh efek perendaman daging dalam larutan EBD yang mengandung antosianin. Meningkatnya intensitas *a secara keseluruhan akibat efek EBD juga ditunjukkan oleh aplikasi 7,5, 9,0, 12,5, dan 15,0 mg/mL EBD. Intensitas warna meningkat nyata selama penyimpanan ($p < 0,05$). Semakin tinggi konsentrasi ekstrak yang mengandung pigmen, semakin tinggi pengaruhnya pada peningkatan intensitas berdasarkan karakteristik pigmen yang digunakan (Abdeldaien 2013). Bojorges *et al.* (2020) mengemukakan terjadi peningkatan intensitas warna kuning (*b) secara nyata pada daging ayam yang direndam pada ekstrak kunyit dibandingkan daging ayam tanpa perendaman.

Daging ayam yang disimpan pada suhu refrigerator menunjukkan penurunan intensitas *a secara nyata pada perlakuan kontrol (0 mg/mL EBD) pada daging dengan cemaran *E. coli* ($p < 0,05$), sedangkan pada perlakuan 2,5 dan 3,0 mg/mL EBD terjadi penurunan nilai intensitas secara tidak nyata setelah 9 hari penyimpanan ($p > 0,05$). Kondisi lingkungan penyimpanan memengaruhi penurunan nilai intensitas warna daging, suhu refrigerator yang dapat dikontrol pada 5°C, serta keberadaan oksigen dan cahaya yang minim cenderung tidak memengaruhi penurunan warna daging. Hasil tersebut sejalan dengan pustaka menyebutkan bahwa keberadaan oksigen, cahaya,

dan suhu yang tinggi menurunkan intensitas akibat reaksi auto-oksidasi pada daging ayam (Carvalho *et al.* 2017). Pada perlakuan 7,5, 9,0, 12,5, dan 15,0 mg/mL EBD terjadi peningkatan intensitas *a pada daging secara nyata setelah 9 hari penyimpanan. Sebaliknya, pada cemaran *S. aureus* terjadi penurunan intensitas pada perlakuan 7,5 mg/mL EBD ($p < 0,05$). Pada aplikasi 12,5 mg/mL EBD terjadi peningkatan intensitas *a yang tidak nyata pada daging selama penyimpanan.

KESIMPULAN

Perlakuan EBD memengaruhi pertumbuhan bakteri *E. coli* dan *S. aureus* pada daging ayam yang disimpan pada suhu ruang (28±2°C) dan suhu refrigerator (5±1°C). Perlakuan 15,0 dan 12,5 mg/mL EBD serta suhu refrigerator memberikan hasil terbaik dalam menurunkan total pertumbuhan kedua jenis bakteri pada daging ayam. Berdasarkan temuan ini, disarankan uji organoleptik untuk menentukan daya terima panelis atas perubahan warna daging ayam akibat pengaruh aplikasi EBD.

DAFTAR PUSTAKA

- [AOAC] The Association of Official Analytical Chemist. 2005. Official Methods of Analysis. Edisi ke-18. Washington DC (US): AOAC.
- [Depkes] Departemen Kesehatan Republik Indonesia. 2010. Inventaris Tanaman Obat Indonesia (I), Jilid 2, Departemen Kesehatan & Kesejahteraan Sosial Republik Indonesia. Jakarta (ID).
- [SNI] Standar Nasional Indonesia. 2008. *Metode pengujian cemaran mikrob dalam daging, telur, dan susu, serta hasil olahannya*. Jakarta (ID): BSN.
- Abdeldaien MH. 2013. Use of yellow pigment extracted from turmeric (*Curcuma longa*) rhizomes powder as natural food preservative and colorant. *American Journal of Food Science and Technology*. 2(1): 36–47.

- Ahmed A.M. 2018. Effect of banana peel extract on sensory and bacteriological quality of marinated beef. *Archives of Nutrition and Public Health*. 1 (1): 1-11
- Amanda FR. 2014. Effectiveness of garlic dayak (*Eleutherine palmifolia*) extract inhibits the growth of bacteria *Escherichia coli*. [Research report]. Jakarta (ID): Syarif Hidayatullah State Islamic University.
- Apriliani MW, Manab A, Rahayu PP, Jannah M, Hidayah PN, Firdiatila FF. 2021. Effect of casein-chitosan edible coating on the physicochemical and microbiological characteristics of broiler meat at storage 8°C. *Advances in Food Science, Sustainable Agriculture and Agroindustrial Engineering*. 4(1): 8–17. <https://doi.org/10.21776/ub.afssaae.2021.004.01.2>
- Aziz MF, Hayat MN, Kaka U, Kamarulzaman NH, Sazili AQ. 2020. Physico-chemical characteristic and microbiological quality of broiler chicken pectoralis major muscle subjected to different storage temperature and duration. *Foods*. 741(9). <https://doi.org/10.3390/foods9060741>
- Balouiri M, Sadiki M, Ibensouda SK. 2016. Methods for in vitro evaluating antimicrobial activity: a Review. *Journal of Pharmaceutical Analysis*. 6: 71–79. <https://doi.org/10.1016/j.jpha.2015.11.005>
- Baltic T, Misic D, Ivanovic J, Janjic J, Boskovic M, Dokmanovic M. 2015. Influence of marination on *Salmonella* spp. growth in broiler breast fillets. *Acta Veterinaria-Beograd*. 65(3): 417–428. <https://doi.org/10.1515/acve-2015-0034>
- Bojorges H, Rios-Carrpio AR, carazes H, Hidalgo-Contreras JV, Contreas-Olivia A. 2020. Effect of the application of an edible film with turmeric (*Curcuma longa* L.) on the oxidative stability of meat. *Food Science and Nutrition*. 8(8): 4308–4319. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1728>
- Buckle KA, Edward RA, Fleet GH, Wootton M. 2009. *Ilmu Pangan*. Hari P, Adiono, penerjemah. Jakarta (ID): UI Press.
- Christoper W, Natalia D, Rahmayani S. 2017. Uji aktivitas ekstrak etanol umbi bawang dayak (*Eleutherine americana* (Bulb.) Merr. Ex k Heyne.) terhadap *Trichophyton mentagrophytes* secara *in vitro*. *Andalas Journal of Health*. 6(3): 685–689. <https://doi.org/10.25077/jka.v6i3.758>
- Eldin RMB, Talaat D, Elbaba AH, Ibrahim MS. 2019. Antibacterial activity of some plant extract on different bacteria in chicken fillet. *European Journal of Pharmaceutical and Medical research*. 7(1): 84–95.
- Este M. 2015. Oxidative damage to poultry: from farm to fork. *Poultry Science*. 94(6): 1368–1378. <https://doi.org/10.3382/ps/pev094>
- Grau R, Sanches AJ, Giron J, Iborra E, Fuentes A, Barat JM. 2011. Nondestructive assessment of freshness in packaged sliced chicken breasts using sw-nir spectroscopy. *Food Research International*. 44(1): 331–337. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2010.10.011>
- Hajrawati, Fadliah M, Wahyuni, Arief II. 2016. Kualitas fisik, mikrobiologis dan organoleptik daging ayam broiler pada pasar tradisional di Bogor. *Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan*. 4(3): 386–389. <https://doi.org/10.29244/jipthp.4.3.386-389>
- Ifesan BO, Hamtasin C, Mahabusarakam W, Voravuthikunchai SP. (2009) Assessment of antistaphylococcal activity of partially purified fractions and pure compounds from *Eleutherine americana*. *Journal of Food Protection*. 72: 354–359. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-72.2.354>
- Juniawati, Miskiyah, Widaningrum. 2017. Application of vinegar as biopreservative to inhibit *Salmonella* Typhimurium in fresh chicken meat. *Buletin Peternakan*. 41(2): 187–196. <https://doi.org/10.21059/buletinpeternak.v41i2.13596>
- Kizerwetter-Swida M, Chrobak-Chmiel D, Rzewuska M, Plawinska-Czarnak J, Binek M. 2016. Characterisation of *Staphylococcus aureus* isolated from meat processing plants—a preliminary study. *Journal Veteriner Research*. 60: 441–446. <https://doi.org/10.1515/jvetres-2016-0066>
- Lages LZ, Radunz M, Goncalves BT, Silva da Rosa R, Fouchy MV, de Cassia dos Santos da Conceicao R, Gularte MA, Barboza Mendonca CR, Gandra EA. 2021. Microbiological and sensory evaluation of meat sausage using thyme (*Thymus vulgaris* L.) essential oil and powdered beet juice (*Beta Vulgaris* L., *early wonder cultivar*). *Lebensmittel-Wissenschaft Technologie*. 148.109896. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111794>
- Lee K, Guan G, Zhu J, Hao W, Qingjie S. 2019. Antibacterial activity and mechanism of a laccase-catalyzed chitosan-gallic acid derivative against *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. *Food Control*. 96: 234–243. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2018.09.021>
- Lee NK, Paik HD. 2016. Status, Antimicrobial mechanism, and regulation of natural preservatives in livestock food systems. *Korean Journal Food Science Animal*. 4(36): 547–557. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2016.36.4.547>
- Lingga AR, Pato U, Rossi E. 2015. Antibacterial test of kecombrang (*Nicolaia Speciosa* Horan) stem extract against *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*. *Journal Onilne Mahasiswa Pertanian*. 2(2): 1–15.
- Musela E, Ouazzani IC, Mendes R, Rovera C. 2021. Preparations and characteritaton of bioactive

- chitosan-based films incorporates with olive leaves extract for food packaging applications. *Coatings*. 11: 1339. <https://doi.org/10.3390/coatings1111339>
- Novaryatin S, RamLi A, Ardhany SD. 2019. Uji daya hambat ekstrak etanol bawang dayak (*Eleutherine bulbosa* (mill.) urb.) terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Surya Medika*. 2(4): 51–59. <https://doi.org/10.3390/coatings1111339>
- Ossaili TM, Hasan F, Dhanasekaran DK, Obaid RS, Al-nabulsi AA. 2020. Effect of active essential oils added to chicken tawook on the behaviour of *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* Spp. and *Escherichia coli* O157:H7 during storage. *Journal Pre-proof*. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2020.108947>
- Puspawati R, Adirestuti P, Menawati R. 2013. Khasiat umbi bawang dayak (*Eleutherine palmifolia* (L.) Merr.) sebagai herbal antimikrob kulit. *Kartika Jurnal Ilmiah Farmasi*. 1(1): 31–37. <https://doi.org/10.26874/kjif.v1i1.21>
- Saputra GA, sarengat W, Abduh SBM. 2014. Aktivitas air, total bakteri dan drip loss daging itik setelah mengalami scalding dengan malam batik. *Animal Agriculture Journal*. 3(1): 34–40.
- Saputra SH, Sampepana E, Susanty A. 2018. The effect of bottle, temperature and circular storage packaging of flash drink tiwai extract (*Eleutherine americana merr*) on secondary metabolic and microba. *Jurnal Riset Teknologi Industri*. 12(2): 156–165. <https://doi.org/10.26578/jrti.v12i2.4355>
- Sharon N, Anam S, Yuliet. 2013. Formulasi krim antioksidan ekstrak etanol bawang hutan (*Eleutherine palmifolia* L. merr). *Online Journal of Nature Science*. 3(2): 111–122.
- Shihabuden MS, Priscilla HH, Thirumurungan DK. 2010. Antimicrobial activity and phytochemical analysis of selected indian folk medical plants. *International Journal of Pharma science and research*. 1(10): 430–434. <https://doi.org/10.4103/0250-474X.113546>
- Son MS, Taylor RK. 2021. Growth and maintenance of *Escherichia coli* laboratory strain. *Current Protocols*. 1(1): 1–13. <https://doi.org/10.1002/cpz1.20>
- Suradi K. 2012. Pengaruh lama penyimpanan pada suhu ruang terhadap perubahan nilai pH, TVB dan total bakteri daging kerbau. *Jurnal Ilmu Ternak*. 12(2): 9–12. <https://doi.org/10.24198/jit.v12i2.5121>
- Syamsul ES, Supomo, Wijaya H, Nugroho BA. 2015. Ethanolic extract formulation of bawang tiwai (*Eleutherine americana*) in antiacne cream. *Traditional Medicine Journal*. 20(3): 149–157.
- Tamal MA, Aryanto D. 2020. Efektivitas air rebusan bawang dayak (*Eleutherine palmifolia* (L.) Merr) dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* pada daging sapi. *Teknologi Pangan*. 1(11): 16–26. <https://doi.org/10.35891/tp.v11i1.1880>
- Valero A, Perez-Rodriguez F, Carrasco E, Fuentes-Alventosa JM, Garcia-Gimeno RM, Zurera G. 2009. Modelling the growth boundaries of *Staphylococcus aureus*: Effect of temperature, pH and water activity. *International Journal of Food Microbiology*. 133: 186–194. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2009.05.023>
- Wardani IGA, Megawati F, Suenam NMD. 2019. The effect of dayak onion bulb ethanol extract (*Sisyrinchium palmifolium* L.) in triglyceride level and aorta histopathology in diabetes mellitus white rat induced by alloxan. *Traditional Medicine Journal*. 24(2): 77–84. <https://doi.org/10.22146/mot.38051>
- Wijayanto MD. 2019. Uji karakteristik fisik dan aktivitas antibakteri krim ekstrak etanol bawang dayak (*Eleutherine palmifolia* (L.) Merr.) terhadap (*Pseudomonas aeruginosa*) [tesis]. Malang (ID): Universitas Muhammadiyah Malang.
- Zhang H, Jingjuan W, Xinyu G. 2015. Effects of antimicrobial and antioxidant activities of spice extract in raw chicken meat quality. *Food Science and Human Wellness* 5(1): 39–48. <https://doi.org/10.1016/j.fshw.2015.11.003>