



Pemanfaatan Ekstrak Kulit Avokad (*Persea Americana*) sebagai Pelapis Antikorosi dan Antibakteri pada Kemasan Kaleng Makanan

Luthfia Ikhwan^{1*}, Mohamad Ikbal Pangestu², Analekta Tiara Perdana¹, Asep Saefurohman¹

¹ Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sultan Maulana Hasanuddin, Banten, Indonesia

² Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia, Depok, Indonesia

Article Info

Article history:

Received April 24, 2026

Approved August 25, 2026

Keywords:

Antimicrobial,
Avocado Peel Extract,
Corrosion Inhibitor,
Can Packaging,
Food Preservative

ABSTRACT

Avocado peel extract (*Persea americana*) is an organic material containing quercetin, tannins, and saponins. This extract can be used as a multifunctional coating by preventing corrosion and inhibiting microbial growth on food can packaging. This study aims to examine the anticorrosion and antibacterial activity of avocado peel as a multifunctional coating. In this study, avocado peel was extracted using a maceration method with 96% ethanol. The obtained extract was characterized using a Fourier Transform Infrared Spectrophotometer (FTIR). Subsequently, avocado peel extract at concentrations of 0.1%, 0.3%, and 0.5% was tested for anticorrosion activity using a potentiodynamic polarization test. Antibacterial activity testing was based on the inhibition results against *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*, as well as Total Plate Count (TPC) results from avocado peel extract at the same concentrations. Based on the FTIR results, avocado peel extract contains -OH, aliphatic C-H, C=O, and C-O functional groups. The anticorrosion test results showed that avocado peel extract at a concentration of 0.3% produced a reduction in corrosion rate to 1.20×10^{-8} and the highest increase in corrosion inhibition efficiency percentage of 92.47%. The 0.3% avocado peel extract concentration also demonstrated the highest inhibition against the test bacteria *Escherichia coli* at 14 mm and *Staphylococcus aureus* at 13 mm, as well as the greatest reduction in microbial count in meat samples to 5.2×10^3 CFU/g. These results indicate that avocado peel extract has potential as an environmentally friendly preservative and metal coating material for the canned food industry.

ABSTRAK

Ekstrak kulit avokad (*Persea americana*) adalah bahan organik yang mengandung quercetin, tanin, dan saponin. Ekstrak ini dapat digunakan sebagai pelapis multifungsi, dengan mencegah korosi dan menghambat pertumbuhan mikroorganisme pada kemasan kaleng makanan. Penelitian ini bertujuan untuk menguji aktivitas antikorosi dan antibakteri kulit avokad sebagai pelapis multifungsi. Dalam penelitian ini, kulit avokad diekstraksi dengan metode maserasi menggunakan etanol 96%. Ekstrak yang diperoleh dikarakterisasi menggunakan Fourier Transform Infrared Spectrophotometer (FTIR). Selanjutnya ekstrak kulit avokad dengan konsentrasi 0,1%, 0,3%, dan 0,5% diuji aktivitas antikorosi menggunakan uji polarisasi potensi dinamik. Uji aktivitas antibakteri didasarkan pada hasil penghambatan *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*, serta hasil penghitungan Total Plate Count (TPC) dari ekstrak kulit avokad pada konsentrasi yang sama. Berdasarkan hasil uji FTIR, ekstrak kulit avokad memiliki gugus -OH, C-H alifatik, C=O, dan C-O. Hasil uji antikorosi menunjukkan bahwa ekstrak kulit avokad dengan konsentrasi 0,3% menghasilkan penurunan laju korosi menjadi $1,20 \times 10^{-8}$ dan peningkatan persentase efisiensi penghambatan korosi tertinggi sejumlah 92,47%. Konsentrasi ekstrak kulit avokad 0,3% juga menunjukkan hasil penghambatan tertinggi pada bakteri uji

Escherichia coli sebesar 14 mm dan Staphylococcus aureus sebesar 13 mm serta penurunan jumlah mikroorganisme tertinggi pada sampel daging hingga $5,2 \times 10^3$ CFU/g. Hasil ini menunjukkan bahwa ekstrak kulit avokad dapat menjadi bahan pengawet dan pelapis logam yang ramah lingkungan untuk industri makanan kaleng.

Copyright © 2026, The Author(s).

This is an open access article under the CC-BY-SA license



How to cite: Ikhwanita, L., Pangestu, M. I., Perdana, A. T., & Saefurohman, A. (2026). Pemanfaatan Ekstrak Kulit Avokad (*Persea Americana*) sebagai Pelapis Antikorosi dan Antibakteri pada Kemasan Kaleng Makanan. *Jurnal Ilmiah Global Education*, 7(3), 3006–3017. <https://doi.org/10.55681/jige.v7i3.6199>

PENDAHULUAN

Industri makanan kaleng terus berkembang seiring meningkatnya kebutuhan masyarakat terhadap produk pangan yang praktis dan memiliki umur simpan panjang. Di Indonesia, berbagai produk seperti ikan, daging, buah, dan sayuran banyak dikemas dalam bentuk kaleng karena mampu mempertahankan kualitas dan nilai gizi dalam jangka waktu tertentu. Namun, untuk menjaga stabilitas produk, industri makanan kaleng masih banyak bergantung pada penggunaan bahan pengawet sintetis. Penggunaan senyawa seperti nitrit, benzoat, dan sorbat secara berlebihan dilaporkan dapat menimbulkan risiko kesehatan, termasuk potensi toksikologis dan pembentukan senyawa karsinogenik, sehingga diperlukan alternatif pengawet yang lebih aman dan ramah lingkungan (Dong et al., 2024; Mavani et al., 2024).

Selain permasalahan pengawet sintetis, korosi pada kemasan logam juga menjadi tantangan penting dalam industri makanan kaleng. Kemasan berbahan stainless steel 304 (SS304) memang memiliki ketahanan korosi yang baik, namun paparan jangka panjang terhadap komponen asam dan ionik dalam makanan dapat memicu degradasi lapisan pasif dan pelepasan ion logam ke dalam produk pangan. Kondisi ini tidak hanya menurunkan kualitas sensori dan umur simpan makanan, tetapi juga berpotensi menimbulkan risiko kesehatan bagi konsumen apabila migrasi logam melebihi batas aman yang ditetapkan (Casaroli et al., 2021).

Pendekatan penggunaan bahan alami berbasis senyawa bioaktif tumbuhan menjadi solusi yang menjanjikan untuk mengatasi kedua permasalahan tersebut secara simultan. Senyawa metabolit sekunder seperti flavonoid, tanin, saponin, dan quercetin diketahui memiliki aktivitas antimikroba dan antioksidan yang tinggi, serta kemampuan membentuk lapisan pelindung pada permukaan logam sehingga dapat berfungsi sebagai inhibitor korosi. Aktivitas ganda ini memungkinkan pemanfaatannya sebagai pengawet alami sekaligus pelapis antikorosi pada kemasan makanan. Kulit avokad (*Persea americana*) merupakan limbah pertanian yang belum banyak dimanfaatkan, namun diketahui kaya akan senyawa fenolik dan flavonoid dengan aktivitas antibakteri dan antioksidan yang kuat. Beberapa penelitian melaporkan bahwa ekstrak kulit avokad mampu menghambat pertumbuhan bakteri patogen serta meningkatkan stabilitas oksidatif bahan pangan (Ferreira & Santos, 2022; Figueroa et al., 2021). Oleh karena itu, pemanfaatan ekstrak kulit avokad sebagai bahan multifungsi berpotensi memberikan nilai tambah terhadap limbah pertanian sekaligus mendukung pengembangan kemasan makanan kaleng yang lebih aman, ramah lingkungan, dan berkelanjutan. Penelitian ini bertujuan untuk mengkarakterisasi senyawa bioaktif ekstrak kulit avokad (*Persea americana*) dan menilai efektivitasnya sebagai inhibitor korosi pada SS304 menggunakan metode elektrokimia serta sebagai agen antibakteri pada produk pangan melalui uji difusi silinder.

METODE

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi kulit buah avokad (*Persea americana*), etanol 96% (Merck), aquades, kalium bromida (KBr) (Sigma-Aldrich), larutan natrium klorida (NaCl) 1 M (Merck), media Nutrient Agar (NA) (Oxoid), antibiotik kloramfenikol (Oxoid), serta daging olahan sebagai sampel uji. Mikroorganisme yang digunakan adalah *E. coli* dan *S. aureus*, sedangkan substrat logam yang digunakan adalah baja tahan karat tipe SS304. Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi oven (Memmert), blender (Philips), beaker glass (Pyrex), tabung reaksi (Iwaki), wadah maserasi tertutup, rotary evaporator (Heidolph), vacuum evaporator (Buchi), spektrometer FTIR Shimadzu 8400S, hydraulic press (Shimadzu), potensiostat DropSens □ Stat 400, autoklaf (Hirayama), laminar air flow cabinet (Esco), inkubator (Memmert), mikropipet (Eppendorf), tip mikropipet (Eppendorf), cotton swab steril (OneMed), tube mikro 2 mL (Eppendorf), serta peralatan mikrobiologi standar seperti cawan Petri (Pyrex), corkborer berdiameter 6 mm, dan pinset steril.

Ekstraksi Kulit Avokad

Ekstraksi kulit avokad dilakukan dengan memisahkan buah avokad dan kulit avokad, kemudian kulit avokad dibersihkan dengan air yang mengalir. Kulit avokad yang basah tersebut dikeringkan dengan dimasukkan ke dalam oven dan didiamkan selama 24 jam dengan suhu 60°C agar kandungan airnya menghilang. Kulit avokad yang kering diblender dan bubuknya dilarutkan dalam etanol 96% dengan perbandingan 1:4 (b/v). Larutan ekstrak kulit avokad diekstraksi dengan metode maserasi dengan cara didiamkan selama 2 x 24 jam, kemudian larutan tersebut divakum sehingga kandungan air dan etanolnya berkurang, setelah itu filtratnya dimasukkan ke alat evaporator sehingga didapatkan ekstrak kulit avokad murni (Páramos et al., 2020).

Analisis Gugus Fungsi

Gugus fungsi ekstrak kulit avokad dianalisis menggunakan *Fourier Transform Infrared Spectrophotometer* (FTIR) pada bilangan gelombang 4000-500 cm⁻¹. Data yang diperoleh berupa spektrum *infrared* (IR) yang selanjutnya diidentifikasi dengan membandingkan puncak serapan dengan tabel referensi atau pustaka spektrum yang telah diketahui (Johnson et al., 2020).

Uji Aktivitas Antikorosi

Pemasangan masing-masing spesimen dengan ukuran 2x4 cm yang telah dilapisi dengan variasi konsentrasi ekstrak kulit avokad sebagai elektroda kerja dalam 3 sel elektroda. Spesimen yang sudah dipasang dalam sel elektroda direndam dalam larutan korosif HCl 1 M dan diukur laju korosinya. Pengujian laju korosi dilakukan dengan instrumen Autolab PGSTAT. Jumlah koloni mikroba yang terbentuk setelah masa inkubasi dihitung dan dinyatakan dalam satuan *colony forming units* per gram (CFU/g) dengan Rumus 1 (Gapsari et al., 2024).

$$CR = \frac{(K \times i_{corr} \times EW)}{\rho} \dots (1)$$

Uji Aktivitas Antibakteri

Uji Difusi Silinder

Metode silinder, juga dikenal sebagai difusi silinder, adalah metode yang efektif untuk menguji aktivitas antibakteri ekstrak kulit avokad sejumlah 10 μL dengan konsentrasi 0,1%, 0,3%, dan 0,5%. Dalam pengujian ini, 2 jenis bakteri yang digunakan adalah *E. coli* dan *S. aureus*. Kultur bakteri diregenerasi pada media agar miring Nutrient Agar (NA) dan diinkubasi pada suhu 37 °C selama 18–24 jam. Suspensi bakteri dibuat dengan mengambil 1 ose koloni dari agar miring kemudian disuspensikan ke dalam 5–10 mL larutan NaCl fisiologis steril (0,9%) dan dihomogenkan menggunakan vortex hingga diperoleh kekeruhan merata. Kekeruhan suspensi selanjutnya disesuaikan dengan standar 0,5 McFarland ($\approx 1,5 \times 10^8$ CFU/mL) secara visual atau spektrofotometri dengan menambahkan NaCl steril atau koloni bakteri hingga diperoleh kesetaraan kekeruhan. Setelahnya dilakukan inokulasi pada media agar dengan menggunakan *cotton swab* secara merata. Lubang berdiameter 6 mm dibuat dengan menggunakan corkborer yang telah disterilkan. Dalam lubang-lubang ini, ekstrak kulit avokad ditambahkan pada konsentrasi 0,1%, 0,3%, dan 0,5% untuk memastikan hasil yang positif. Selain itu, antibiotik kloramfenikol digunakan sebagai kontrol positif. Setelah semua sampel ditambahkan, media harus diinkubasi selama 24 jam pada suhu ideal, yaitu 37°C. Selama proses inkubasi, senyawa aktif ekstrak kulit avokad dan kloramfenikol akan berdifusi ke dalam medium dari lubang silinder jika senyawa tersebut memiliki aktivitas antibakteri. Setelah proses inkubasi selesai, dilakukan pengamatan untuk mengukur zona hambat, yaitu area jernih di sekitar lubang silinder yang menunjukkan aktivitas antibakteri. Untuk mengukur kekuatan antibakteri ekstrak kulit avokad dibandingkan dengan kontrol kloramfenikol, diameter zona hambat diukur. Pengujian ini menunjukkan kekuatan antibakteri ekstrak kulit avokad terhadap *E. coli* dan *S. aureus* (Shi et al., 2023).

Uji Total Plate Count (TPC)

Setiap kaleng dilapisi menggunakan *coating* yang telah diformulasikan dengan penambahan ekstrak kulit avokad pada variasi konsentrasi 0,1%, 0,3%, dan 0,5%. Selanjutnya, masing-masing kaleng diisi dengan 100 g daging sapi yang sudah dihaluskan dan dipanaskan hingga matang sebagai sampel uji. Kaleng kemudian ditutup secara hermetis hingga kedap udara dan disimpan pada suhu ruang selama 24 jam untuk mensimulasikan kondisi penyimpanan awal produk pangan dalam kemasan kaleng. Sebanyak 10 g sampel daging dari setiap perlakuan diambil secara aseptis, kemudian dihomogenkan dalam 90 mL larutan fisiologis steril untuk memperoleh pengenceran awal (10^{-1}). Suspensi sampel selanjutnya diencerkan secara bertingkat hingga mencapai tingkat pengenceran 10^{-6} . Sebanyak 1 mL dari masing-masing tingkat pengenceran diinokulasikan ke dalam cawan Petri steril yang telah berisi media *Nutrient Agar* (NA), kemudian diinkubasi pada suhu 37 °C selama 24 jam. Jumlah koloni mikroba yang terbentuk setelah masa inkubasi dihitung dan dinyatakan dalam satuan *colony forming units* per gram (CFU/g) dengan Rumus 2. Data jumlah koloni tersebut digunakan sebagai parameter untuk mengevaluasi efektivitas ekstrak kulit avokad yang terinkorporasi dalam *coating* kaleng dalam menghambat pertumbuhan mikroorganisme pada produk daging olahan selama penyimpanan (Kusumaningrum et al., 2021).

$$\text{Total Mikroorganisme} = \text{Jumlah rata – rata koloni} \times \text{Faktor pengenceran} \dots (2)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakterisasi Struktur

Hasil karakterisasi struktur berdasarkan uji FTIR disajikan pada Gambar 1. Hasil menunjukkan pita serapan lebar pada sekitar 3353 cm^{-1} didistribusikan pada vibrasi regangan gugus hidroksil (-OH). Lebarnya pita ini menunjukkan adanya ikatan hidrogen dan berkaitan dengan senyawa fenolik, flavonoid, dan alkohol yang berperan sebagai antioksidan. Pita pada 2929 cm^{-1} dan 2852 cm^{-1} merepresentasikan vibrasi regangan C-H alifatik dari gugus metil dan metilen, yang menandakan keberadaan asam lemak, lipid, dan terpenoid. Komponen ini mencerminkan kandungan rantai hidrokarbon alifatik pada ekstrak. Pita serapan kuat pada 1742 cm^{-1} dihubungkan dengan vibrasi regangan karbonil (C=O) khas ester dan asam karboksilat, yang berkaitan dengan ester lipid, asam fenolat, dan turunan triterpenoid. Hal ini menunjukkan adanya senyawa bioaktif berpotensi farmakologis. Pita pada 1249 cm^{-1} dan 1048 cm^{-1} menunjukkan vibrasi regangan C-O , yang berkaitan dengan gugus alkohol, ester, dan eter, umum ditemukan pada polisakarida, glikosida flavonoid, dan senyawa fenolik terkonjugasi. Secara keseluruhan, hasil FTIR mengonfirmasi keberadaan gugus -OH , C-H alifatik, C=O , dan C-O yang menunjukkan kandungan fenolik, flavonoid, lipid, ester, dan terpenoid dalam ekstrak kulit avokad (Amaral et al., 2024; Chwastowski & Staroń, 2023). Profil ini mendukung potensi kulit avokad sebagai sumber senyawa bioaktif untuk pengembangan produk pangan fungsional, farmasi, dan kosmetik.

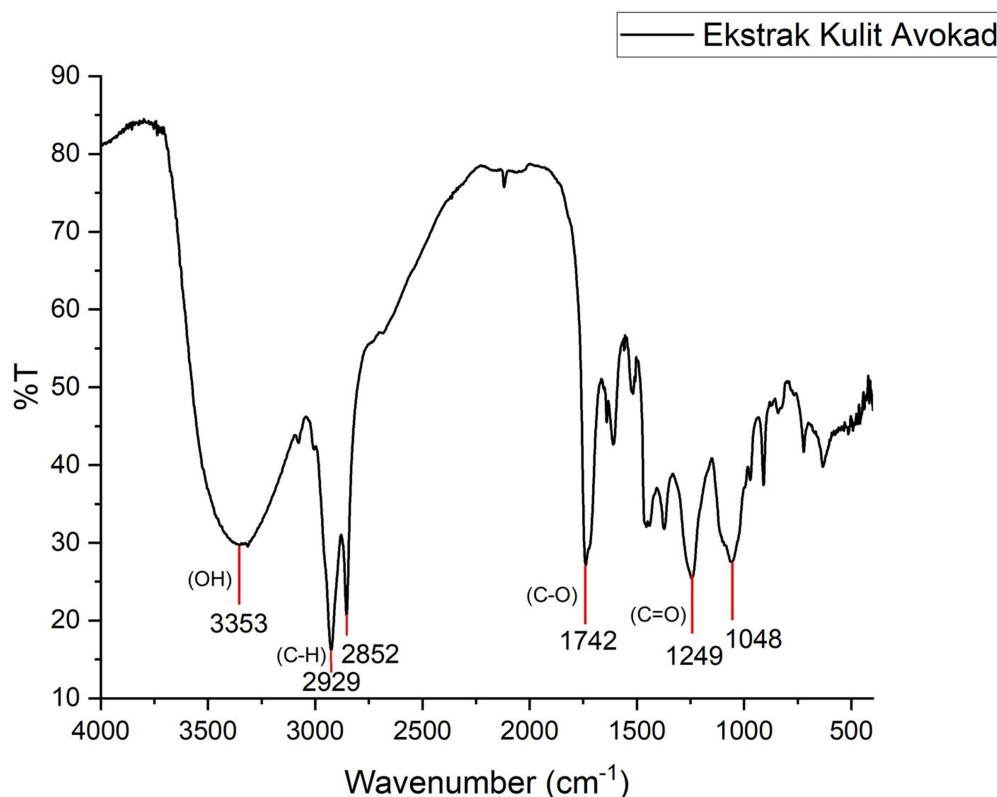


Figure 1. Spektrum FTIR ekstrak kulit avokad.

Uji Aktivitas Antikorosi

Hasil uji aktivitas antikorosi berdasarkan uji polarisasi potensiodinamik disajikan pada Tabel 1. Pengujian ini menghasilkan data kuantitatif tentang arus korosi/Icorr (μA), laju korosi dalam satuan mm/tahun dan persentase efisiensi penghambatan korosi (%). Hasil pengujian menunjukkan bahwa ekstrak kulit avokad 0,3 % menghasilkan arus korosi, laju korosi, dan persentase efisiensi penghambatan korosi tertinggi. Pada kondisi tanpa perlakuan (kaleng tidak diberi perlakuan apapun, termasuk tanpa cat pelindung), nilai Icorr yang tercatat adalah 64.576 μA , dengan laju korosi yang tinggi, yaitu 7,03 mm/tahun. Kondisi ini menggambarkan situasi logam kaleng dibiarkan terbuka langsung terhadap serangan ion H^+ dan Cl^- dari larutan HCl, yang mempercepat reaksi oksidasi pada permukaan logam. Ion hidrogen dalam HCl mempercepat proses reduksi oksigen dan oksidasi logam, yang menghasilkan korosi dalam bentuk senyawa seperti FeCl_2 dan FeCl_3 , serta merusak struktur logam (Parangusan et al., 2024).

Table 1. Data Laju Korosi Ekstrak Kulit Avokad

Varian Sampel	Icorr (μA)	Laju Korosi (mm/tahun)	Efisien (IE) (%)
Tanpa Perlakuan	64.576,64	7,03	-
0% Ekstrak Kulit Avokad	0,00146	$1,59 \times 10^{-7}$	-
0,1% Ekstrak Kulit Avokad	0,00070	$7,62 \times 10^{-8}$	52,05%
0,3% Ekstrak Kulit Avokad	0,00011	$1,20 \times 10^{-8}$	92,47%
0,5% Ekstrak Kulit Avokad	0,00016	$1,74 \times 10^{-8}$	89,04%

Pada kondisi 0% ekstrak kulit avokad, hanya cat pelapis biasa yang diaplikasikan tanpa tambahan ekstrak, nilai Icorr menurun drastis menjadi 0,00146 μA , dengan laju korosi yang lebih rendah yaitu $1,59 \times 10^{-7}$ mm/tahun. Ini menunjukkan bahwa meskipun lapisan cat memberikan perlindungan awal terhadap korosi, lapisan ini tidak cukup efektif untuk melindungi logam dalam kondisi lingkungan yang sangat korosif seperti HCl 1M. Cat pelindung umumnya memberikan penghalang fisik terhadap air dan ion-ion korosif, namun tidak memiliki kemampuan untuk menghambat reaksi kimia yang mempercepat oksidasi logam.

Ketika ekstrak kulit avokad ditambahkan, terjadi penurunan drastis pada laju korosi. Pada konsentrasi 0,1%, nilai Icorr menurun lebih jauh menjadi 0,00070 μA , dengan laju korosi yang lebih rendah, yaitu $7,62 \times 10^{-8}$ mm/tahun, dengan efisiensi inhibisi korosi mencapai 52,05%. Pada konsentrasi ini, senyawa bioaktif seperti tanin mulai berperan dalam membentuk lapisan pelindung tambahan yang mencegah penetrasi ion korosif ke dalam permukaan logam. Tannin memiliki kemampuan untuk membentuk kompleks dengan ion logam, sehingga mengurangi interaksi antara logam dan ion H^+ dalam larutan HCl (Haque et al., 2021).

Pada konsentrasi 0,3%, nilai Icorr turun menjadi 0,00011 μA , dengan laju korosi hanya $1,20 \times 10^{-8}$ mm/tahun, dengan efisiensi inhibisi mencapai 92,47%. Pada konsentrasi ini, lapisan *coating* yang terbentuk dari ekstrak kulit avokad semakin efektif dalam melindungi logam. Quercetin, dengan sifat antioksidan yang kuat, berperan dalam menangkap radikal bebas yang dihasilkan selama proses korosi, sedangkan tanin dan saponin bekerja secara sinergis untuk memperkuat lapisan pelindung. Lapisan ini mencegah penetrasi ion korosif dan menghentikan reaksi redoks yang biasanya mempercepat korosi dalam lingkungan HCl (Didam et al., 2025).

Namun, pada konsentrasi 0,5%, meskipun nilai Icorr masih rendah (0,00016 μA), laju korosi meningkat sedikit menjadi $1,74 \times 10^{-8}$ mm/tahun, dengan efisiensi inhibisi menurun menjadi 89,04%. Fenomena ini dapat dijelaskan dengan terbentuknya lapisan *coating* yang terlalu tebal dan tidak merata, yang justru menciptakan celah atau titik-titik lemah pada permukaan logam. Celah ini dapat menjadi titik masuk bagi ion korosif yang menyebabkan peningkatan laju korosi. Selain itu, ketebalan lapisan yang berlebihan dapat mengurangi fleksibilitas lapisan, membuatnya lebih rentan terhadap retak atau pengelupasan, yang pada akhirnya meningkatkan korosi.

Aktivitas Antibakteri

Uji Difusi Silinder

Hasil uji difusi silinder disajikan pada Tabel 2. Diameter zona bening tertinggi terdapat pada perlakuan 0,3% ekstrak kulit avokad, yaitu 14 mm pada *E. coli* dan 13 mm pada *S. aureus*. Bakteri gram negatif *E. coli* biasanya dikenal memiliki dinding sel yang lebih kompleks dan lebih tahan terhadap antimikrob daripada bakteri gram positif. Hasil menunjukkan bahwa ekstrak kulit avokad memiliki sifat antibakteri yang melawan *E. coli*, seperti yang ditunjukkan oleh penelitian. Namun, kinerjanya bervariasi tergantung pada konsentrasi yang digunakan (Djappa et al., 2024).

Table 2. Diameter Zona Bening Ekstrak Kulit Avokad

Sampel	Diameter Zona Bening	
	<i>E. coli</i>	<i>S. aureus</i>
kloramfenikol	21 mm	20 mm
0,1% Ekstrak Kulit Avokad	8 mm	8 mm
0,3% Ekstrak Kulit Avokad	14 mm	13 mm
0,5% Ekstrak Kulit Avokad	11 mm	11 mm

Ekstrak kulit avokad menghasilkan zona hambat dengan diameter 8 mm pada konsentrasi 0,1%. Zona hambat ini menunjukkan bahwa senyawa aktif dalam ekstrak mulai memberikan efek penghambatan pada konsentrasi yang rendah, meskipun efek penghambatan masih relatif kecil. Senyawa aktif seperti flavonoid dan polifenol diduga berinteraksi dengan dinding sel bakteri, tetapi pada konsentrasi ini, jumlah senyawa aktif tersebut belum cukup untuk menghambat pertumbuhan bakteri dengan baik. Diameter zona hambat meningkat menjadi 14 mm ketika konsentrasi ekstrak ditingkatkan menjadi 0,3%, menunjukkan peningkatan aktivitas antibakteri. Peningkatan ini menunjukkan bahwa konsentrasi senyawa aktif dalam ekstrak lebih tinggi seiring dengan kemampuan untuk menghentikan pertumbuhan *E. coli*. Ekstrak kulit avokad pada konsentrasi ini mungkin memiliki flavonoid, tanin, dan polifenol yang lebih baik dalam merusak struktur dinding sel bakteri dan mengganggu metabolisme mereka. Namun, efektivitas

antibakteri ekstrak ini masih lebih rendah daripada Kloramfenikol, yang menghasilkan zona hambat sebesar 21 mm. Hasil ini menunjukkan bahwa ekstrak kulit avokad, meskipun alami, tidak sekuat antibiotik sintetis dalam menghambat pertumbuhan. Pada konsentrasi 0,5%, diameter zona hambat menurun menjadi 11 mm. Penurunan ini disebabkan oleh beberapa faktor, salah satunya adalah efek antagonistik, senyawa-senyawa dalam ekstrak berinteraksi satu sama lain pada konsentrasi yang lebih tinggi dan mengurangi kinerja antibakterinya. Selain itu, pada konsentrasi yang lebih tinggi, difusi senyawa aktif ke dalam medium menjadi lebih terhambat, yang dapat menyebabkan zona hambat yang lebih kecil.

Karena dinding sel bakteri gram positif *S. aureus* lebih kompleks daripada bakteri gram negatif, bakteri gram positif biasanya lebih sensitif terhadap antibakteri. Ekstrak kulit avokad menunjukkan aktivitas antibakteri dalam uji terhadap *S. aureus*. Pengujian terhadap *E. coli* menunjukkan hasil yang sedikit berbeda. Ekstrak kulit avokad menciptakan zona hambat 8 mm pada konsentrasi 0,1%, menunjukkan aktivitas antibakteri terbatas terhadap *S. aureus* pada konsentrasi rendah. Zona hambat ini menunjukkan bahwa senyawa aktif dalam ekstrak mulai bekerja, tetapi konsentrasinya belum cukup tinggi untuk menghalangi pertumbuhan bakteri dengan baik. Diameter zona hambat meningkat menjadi 13 mm pada konsentrasi 0,3%, sedikit lebih rendah dari hasil *E. coli* pada konsentrasi yang sama (14 mm), menunjukkan bahwa *S. aureus* mungkin sedikit lebih tahan terhadap bahan aktif ekstrak kulit avokad daripada *E. coli*. Namun, temuan ini masih menunjukkan bahwa ekstrak kulit avokad cukup efektif dalam menghentikan pertumbuhan *S. aureus* pada konsentrasi ini. Dengan konsentrasi tertinggi (0,5%), diameter zona hambat *S. aureus* menurun menjadi 11 mm, sebanding dengan reaksi *E. coli*. Seperti halnya pada *E. coli*, penurunan ini dapat disebabkan oleh faktor difusi senyawa aktif yang lebih sedikit atau interaksi antar senyawa yang mengurangi aktivitas antibakteri pada konsentrasi tinggi. Senyawa alami seperti flavonoid dan tanin mungkin terikat oleh molekul lain atau saturasi, yang mengurangi aktivitas pada konsentrasi ekstrak yang lebih tinggi.

Secara umum, ekstrak kulit avokad menunjukkan sifat antibakteri yang melawan bakteri gram positif (*Staphylococcus aureus*) dan gram negatif (*Escherichia coli*). Zona hambat yang terbentuk pada kedua bakteri adalah sama (8 mm) pada konsentrasi 0,1%, yang menunjukkan bahwa ekstrak kulit avokad belum menunjukkan efek yang berdampak terhadap pertumbuhan kedua jenis bakteri pada konsentrasi rendah. Diameter zona hambat *Escherichia coli* menjadi 14 milimeter pada konsentrasi 0,3%, sedangkan *Staphylococcus aureus* menjadi 13 milimeter. Hasil ini menunjukkan bahwa ekstrak kulit avokad melawan *S. aureus* lebih buruk daripada *E. coli* pada konsentrasi ini. Ini mungkin karena bagaimana dinding sel bakteri gram negatif dan gram positif berbeda, yang dapat memengaruhi kepekaan mereka terhadap zat antibakteri. Dengan konsentrasi ekstrak tertinggi (0,5%), kedua bakteri menghasilkan zona hambat dengan diameter 11 mm. Ini menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi ekstrak tidak selalu berarti aktivitas antibakteri yang lebih tinggi. Interaksi antar senyawa dalam ekstrak atau keterbatasan difusi senyawa aktif dalam medium dapat menyebabkan efek ini (Swain et al., 2025).

Dalam pengujian ini, antibiotik sintetis Kloramfenikol digunakan sebagai patokan; namun, hasilnya menunjukkan bahwa ekstrak kulit avokad memiliki aktivitas antibakteri yang cukup besar, terutama pada konsentrasi 0,3%. Ekstrak kulit avokad mampu menghentikan perkembangan bakteri dengan sangat baik pada konsentrasi ini, meskipun tidak seefektif antibiotik sintetis. Penurunan aktivitas antibakteri pada konsentrasi ekstrak yang lebih tinggi (0,5%) menunjukkan bahwa penelitian diperlukan untuk memahami mekanisme kerja senyawa aktif dalam ekstrak dan cara meningkatkan efektivitasnya. Misalnya, kombinasi metode

pengolahan atau formulasi lain yang meningkatkan difusi senyawa aktif ke dalam medium mungkin dapat meningkatkan aktivitas antibakteri ekstrak ini. Secara keseluruhan, ekstrak kulit avokad memiliki potensi sebagai agen antimikroba alami, tetapi untuk memaksimalkan manfaatnya, penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengidentifikasi senyawa aktif spesifik dalam ekstrak. Penelitian juga harus dilakukan untuk menguji apakah ekstrak dapat digunakan dalam aplikasi klinis atau sebagai produk antibakteri alami lainnya.

Uji *Total Plate Count* (TPC)

Hasil uji TPC disajikan pada Tabel 3. Penurunan jumlah mikroorganisme tertinggi terjadi pada perlakuan 0,3% ekstrak kulit avokad, yaitu $5,2 \times 10^3$ dibandingkan dengan kontrol tanpa perlakuan yaitu terlalu banyak untuk dihitung (TBUD). Konsentrasi ekstrak kulit avokad mempengaruhi tingkat pengawetan makanan pada kemasan kaleng. Sampel tanpa perlakuan dan 0% ekstrak kulit avokad + cat memiliki jumlah mikroba tertinggi, menunjukkan bahwa tanpa lapisan pengawet alami, daging olahan lebih rentan terhadap kontaminasi mikroba. Kemudian dilakukan perhitungan efisiensi ekstrak kulit avokad dan didapatkan Pada konsentrasi 0,1%, terjadi penurunan jumlah mikroba sebesar 83,3% dibandingkan kontrol negatif, menandakan efektivitas yang baik, Konsentrasi 0,3% menunjukkan penghambatan mikroba tertinggi, dengan efisiensi mencapai 93,1%, menunjukkan bahwa pada konsentrasi ini, ekstrak kulit avokad memiliki kemampuan pengawetan yang paling optimal, Meskipun terjadi peningkatan jumlah mikroba pada konsentrasi 0,5%, efisiensi penghambatan masih mencapai 84,1%. Namun, efek ini lebih rendah dibandingkan dengan konsentrasi 0,3%, yang mungkin disebabkan oleh konsentrasi ekstrak yang terlalu tinggi sehingga tidak memberikan stabilitas yang optimal.

Table 3. Jumlah Mikroorganisme

Sampel	Jumlah Mikroba
Tanpa Perlakuan	Terlalu Banyak untuk Dihitung (TBUD)
0 % Ekstrak Kulit Avokad	$7,5 \times 10^4$
0,1 % Ekstrak Kulit Avokad	$1,17 \times 10^4$
0,3 % Ekstrak Kulit Avokad	$5,2 \times 10^3$
0,5 % Ekstrak Kulit Avokad	$1,05 \times 10^4$

Pembahasan

Konsentrasi ekstrak kulit avokad mempengaruhi tingkat pengawetan makanan pada kemasan kaleng. Sampel tanpa perlakuan dan 0% ekstrak kulit avokad + cat memiliki jumlah mikroba tertinggi, menunjukkan bahwa tanpa lapisan pengawet alami, daging olahan lebih rentan terhadap kontaminasi mikroba. Kemudian dilakukan perhitungan efisiensi ekstrak kulit avokad dan didapatkan Pada konsentrasi 0,1%, terjadi penurunan jumlah mikroba sebesar 83,3% dibandingkan kontrol negatif, menandakan efektivitas yang baik, Konsentrasi 0,3% menunjukkan penghambatan mikroba tertinggi, dengan efisiensi mencapai 93,1%, menunjukkan bahwa pada konsentrasi ini, ekstrak kulit avokad memiliki kemampuan pengawetan yang paling optimal, Meskipun terjadi peningkatan jumlah mikroba pada konsentrasi 0,5%, efisiensi penghambatan masih mencapai 84,1%. Namun, efek ini lebih rendah dibandingkan dengan konsentrasi 0,3%, yang mungkin disebabkan oleh konsentrasi ekstrak yang terlalu tinggi sehingga tidak memberikan stabilitas yang optimal.

Data penelitian ini sejalan dengan literatur yang menjelaskan peran senyawa aktif dalam ekstrak kulit avokad, yaitu quercetin, saponin, dan tanin, yang efektif dalam menghambat pertumbuhan mikroba. Quercetin dikenal memiliki aktivitas antioksidan yang tinggi, yang dapat merusak membran sel mikroba serta menghambat proses respirasi mikroba. Senyawa ini bekerja dengan cara mempengaruhi jalur metabolisme dan merusak dinding sel mikroba, sehingga sangat efektif dalam membunuh mikroba. Saponin, di sisi lain, berperan dalam merusak integritas membran sel mikroba, menyebabkan peningkatan permeabilitas membran yang berujung pada lisis dan kematian sel mikroba. Tanin, dengan aktivitas antimikrobanya, bekerja dengan mengikat protein pada dinding sel mikroba, yang menyebabkan denaturasi protein dan menghentikan pertumbuhan mikroba. Selain itu, tanin juga menghambat enzim-enzim esensial dalam sel mikroba, yang mempengaruhi kelangsungan hidup mikroba tersebut. Dengan sinergi ketiga senyawa aktif ini, ekstrak kulit avokad terbukti efektif sebagai agen pengawet alami yang mampu menghambat pertumbuhan mikroba pada daging olahan dalam kemasan kaleng (Olvera-Aguirre et al., 2023; Yang et al., 2023).

Ketiga senyawa aktif ini meningkatkan sifat antimikroba daging olahan saat bekerja bersama. Efektivitas ekstrak kulit avokad paling tinggi pada konsentrasi 0,3%, senyawa-senyawa tersebut mampu memberikan stabilitas dan efektivitas yang paling tinggi. Namun, pada konsentrasi 0,5%, jumlah mikroba menurun, dan efek penghambatan sedikit menurun. Ini mungkin karena interaksi senyawa aktif yang tidak ideal pada konsentrasi yang lebih tinggi, keseimbangan aktivitas antimikroba dan antimikroba tidak seimbang.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa ekstrak kulit avokad berpotensi sebagai pelapis multifungsi yang ramah lingkungan untuk kemasan kaleng makanan melalui kombinasi aktivitas antikorosi dan antimikroba. Hasil karakterisasi FTIR mengonfirmasi keberadaan gugus fungsi utama, yaitu hidroksil ($-OH$), $C-H$ alifatik, karbonil ($C=O$), dan $C-O$, yang mengindikasikan adanya senyawa bioaktif seperti fenolik, flavonoid, dan komponen organik lainnya yang berperan dalam mekanisme adsorpsi pada permukaan logam. Pengujian antikorosi menunjukkan bahwa konsentrasi optimum 0,3% memberikan kinerja terbaik dengan laju korosi sebesar $1,20 \times 10^{-8}$ dan efisiensi inhibisi mencapai 92,47%.

Pada uji aktivitas antimikroba menunjukkan bahwa konsentrasi 0,3% menghasilkan zona hambat sebesar 14 mm terhadap bakteri *Escherichia coli* dan 13 mm terhadap *Staphylococcus aureus*, serta mampu menurunkan jumlah mikroorganisme pada sampel daging hingga $5,2 \times 10^3$ CFU/g, yang merupakan hasil terbaik dibandingkan konsentrasi lainnya. Secara keseluruhan, temuan ini menegaskan bahwa ekstrak kulit avokad memiliki potensi sebagai alternatif berkelanjutan pengganti pelapis sintetis pada industri pangan. Penelitian lanjutan terkait stabilitas jangka panjang dan performa pada skala industri masih diperlukan untuk mendukung implementasi komersialnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Álvarez-Martínez, F. J., Barrajón-Catalán, E., Herranz-López, M., & Micol, V. (2021). Antibacterial plant compounds, extracts and essential oils: An updated review on their effects and putative mechanisms of action. *Phytomedicine*, 90, 153626. <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2021.153626>

- Amaral, M. A., Pingak, R. K., Bukit, M., & Ngara, Z. S. (2024). Sintesis Karbon Nanodots Berbasis Kulit Alpukat Dengan Logam Besi. *Jurnal Fisika: Fisika Sains Dan Aplikasinya*.
- Casaroli, A., Boniardi, M., Dalipi, R., Borgese, L., & Depero, L. E. (2021). Procedure optimization of type 304 and 420B stainless steels release in acetic acid. *Food Control*, 120, 107509. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107509>
- Chwastowski, J., & Staroń, P. (2023). Pyrolytic Modification of Avocado (*Persea americana*) Peel for the Enhancement of Cadmium(II) and Chromium(VI) Sorption Properties. *Applied Sciences*, 13(22), 12466. <https://doi.org/10.3390/app132212466>
- Didam, P. P., Ajibola, V. O., Yashim, Z. I., & Elebo, A. (2025). Green corrosion inhibition of mild steel in acidic media using *Wahlenbergia riparia* extract: gravimetric via CCD-RSM, electrochemical and surface analyses. *Results in Chemistry*, 17, 102596. <https://doi.org/10.1016/j.rechem.2025.102596>
- Djappa, C. E. T., Onana, fils M., Tamsa Arfao, A., Metsopkeng, C. S., Alex, M. M. A., Laurent, S., Henoumont, C., Fouotsa, H., Mkounga, P., & Nkengfack, E. A. (2024). Cultivability of *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* in the presence of hydroethanolic extracts of *Lantana camara* stems and leaves: Importance of bioactive compounds in the cellular inhibition process. *Scientific African*, 26, e02373. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2024.e02373>
- Dong, H., Xu, Y., Zhang, Q., Li, H., & Chen, L. (2024). Activity and safety evaluation of natural preservatives. *Food Research International*, 190, 114548. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2024.114548>
- Ferreira, S. M., & Santos, L. (2022). From by-product to functional ingredient: Incorporation of avocado peel extract as an antioxidant and antibacterial agent. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 80, 103116. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2022.103116>
- Figueroa, J. G., Borrás-Linares, I., Del Pino-García, R., Curiel, J. A., Lozano-Sánchez, J., & Segura-Carretero, A. (2021). Functional ingredient from avocado peel: Microwave-assisted extraction, characterization and potential applications for the food industry. *Food Chemistry*, 352, 129300. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129300>
- Gapsari, F., Hadisaputra, S., Sulaiman, A. M., Ebenso, E., Thakur, A., & Kumar, A. (2024). Eco-friendly corrosion inhibition of copper in NaCl media using *Perseana americana* extract: Insights from quantum and electrochemical studies. *Results in Surfaces and Interfaces*, 17, 100327. <https://doi.org/10.1016/j.rsurfi.2024.100327>
- Haque, J., Verma, C., Srivastava, V., & Nik, W. B. W. (2021). Corrosion inhibition of mild steel in 1M HCl using environmentally benign *Thevetia peruviana* flower extracts. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, 19, 100354. <https://doi.org/10.1016/j.scp.2020.100354>
- Johnson, J., Mani, J., Ashwath, N., & Naiker, M. (2020). Potential for Fourier transform infrared (FTIR) spectroscopy toward predicting antioxidant and phenolic contents in powdered plant matrices. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 233, 118228. <https://doi.org/10.1016/j.saa.2020.118228>
- Mavani, N. R., Mohd Ali, J., Hussain, M. A., Abd. Rahman, N., & Hashim, H. (2024). Determining food safety in canned food using fuzzy logic based on sulphur dioxide, benzoic acid and sorbic acid concentration. *Heliyon*, 10(4), e26273. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e26273>
- Myint, K. Z., Yu, Q., Qing, J., Zhu, S., Shen, J., & Xia, Y. (2022). Botanic antimicrobial agents, their antioxidant properties, application and safety issue. *Food Packaging and Shelf Life*, 34, 100924. <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2022.100924>

- Ndwandwe, B. K., Malinga, S. P., Kayitesi, E., & Dlamini, B. C. (2025). Avocado seed-derived bioactive compounds for functional food packaging solutions: current developments and future prospects – a review. *Food Bioscience*, 72, 107446. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2025.107446>
- Olvera-Aguirre, G., Piñeiro-Vázquez, Á. T., Sanginés-García, J. R., Sánchez Zárate, A., Ochoa-Flores, A. A., Segura-Campos, M. R., Vargas-Bello-Pérez, E., & Chay-Canul, A. J. (2023). Using plant-based compounds as preservatives for meat products: A review. *Heliyon*, 9(6), e17071. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e17071>
- Páramos, P. R. S., Granjo, J. F. O., Corazza, M. L., & Matos, H. A. (2020). Extraction of high value products from avocado waste biomass. *The Journal of Supercritical Fluids*, 165, 104988. <https://doi.org/10.1016/j.supflu.2020.104988>
- Shi, D., Xu, W., Wong, M., & Popovich, D. G. (2023). Rapid identification of main antibacterial components from New Zealand ‘Hass’ avocado peel hexane extract. *Current Plant Biology*, 35–36, 100288. <https://doi.org/10.1016/j.cpb.2023.100288>
- Swain, P., Kumari, R., Biswas, S., Misra, N., Kushwaha, G. S., & Suar, M. (2025). Plant natural products for antibacterial drug development against ESKAPE pathogens. *The Microbe*, 9, 100610. <https://doi.org/10.1016/j.microb.2025.100610>
- Usman, I., Sana, S., Jaffar, H. M., Munir, M., Afzal, A., Sukhera, S., Boateng, I. D., Afzaal, M., & Urugo, M. M. (2025). Recent progress in edible films and coatings: Toward green and sustainable food packaging technologies. *Applied Food Research*, 5(2), 101070. <https://doi.org/10.1016/j.afres.2025.101070>
- Yang, D., Zhu, R., Xu, H.-X., & Zhang, Q.-F. (2023). Antibacterial mechanism of taxifolin and its application in milk preservation. *Food Bioscience*, 53, 102811. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2023.102811>