

Pengaruh Konsentrasi Ekstrak Kulit Bawang Merah terhadap Aktivitas Antioksidan dan Antibakteri Detektor Kesegaran Pangan Berbasis Selulosa -Antosianin

Leonora Djaha¹, Risna Erni Yati Adu^{1*}, Janrigo Klaumegio Mere¹, Gebhardus Djugian Gelyaman¹,

¹Prodi Kimia, Fakultas Pertanian, Sains, dan Kesehatan, Universitas Timor, Kefamenanu, TTU – NTT, Indonesia, email: adoe.risna@yahoo.com

*corresponding autor

Article Info

Article history:

Received 19 June 2024

Received in revised form 21 June 2024

Accepted 27 June 2024

DOI: 10.32938/slk.v7i1.2577

Keywords:

Antioksidan,
Antibakteri,
ekstrak,
kulit bawang merah,
film selulosa

Abstrak

Kerusakan daging ayam selama masa penyimpanan dapat dipantau dan dicegah menggunakan kemasan pintar yang mengandung senyawa aktif antioksidan dan antibakteri. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi ekstrak kulit bawang merah terhadap aktivitas antioksidan dan antibakteri dari film selulosa antosianin untuk pengembangan kemasan aktif. Metode yang digunakan untuk uji aktivitas antioksidan adalah metode DPPH (1,1-diphenyl-picrylhydrazyl), sedangkan uji aktivitas antibakteri menggunakan metode dilusi cair. Hasil pengujian aktivitas antioksidan menunjukkan bahwa film selulosa-antosianin memiliki nilai IC50 sebesar 1,36 µg/mL yang tergolong ke dalam aktivitas antioksidan yang sangat kuat. Pada pengujian aktivitas antibakteri menunjukan bahwa keseluruhan film selulosa-antosianin dapat menghambat pertumbuhan bakteri baik *Staphylococcus aureus* maupun bakteri *Escherichia coli*. Ekstrak kulit bawang merah dapat digunakan sebagai sumber antosianin yang memiliki aktivitas antibakteri dan antioksidan untuk pengembangan kemasan pintar.

1. Pendahuluan

Daging ayam memiliki kandungan gizi yang tinggi, lengkap, dan seimbang, namun kandungan gizi seperti air dan lemak yang tinggi merupakan media pertumbuhan yang baik bagi mikroba, menyebabkan daging ayam mudah sekali mengalami kerusakan. Selain kerusakan akibat aktivitas mikroba, daging ayam dalam kemasan juga dapat rusak akibat pemecahan atau oksidasi lemak sehingga dapat mempersingkat umur simpan dalam kemasan (Bekhit dkk., 2021). Penggunaan kemasan pintar dapat menjadi salah satu solusi untuk mengatasi kerusakan tersebut.

Kemasan pintar (smart packaging) terdiri dari 2 jenis yaitu kemasan aktif dan kemasan cerdas. Kemasan cerdas dapat memberikan informasi kepada konsumen tentang status makanan dalam kemasan dengan menggunakan indikator internal dan eksternal yang interaktif dengan lingkungan dalam kemasan (Mohseni-Shahri & Moenipour, 2023). Kemasan aktif adalah kemasan yang dirancang untuk dapat memperpanjang umur simpan (shelf-life) atau untuk mempertahankan dan meningkatkan kualitas pangan yang dikemas. Kemasan aktif terbuat dari substansi yang dapat melepaskan, memancarkan dan menyerap zat baik secara langsung atau tidak langsung ke makanan untuk mempertahankan kualitas atau menunda degradasinya (Barska & Wyrwa, 2017).

Kemasan cerdas berbentuk label indikator warna untuk mengetahui kualitas mutu suatu produk telah diteliti sebelumnya (Kuswandi & Nurfawaidi, 2017). Pengembangan indikator warna tersebut menggunakan bromocresol purple dan methil red sebagai pewarna untuk pembuatan detektor kesegaran daging sapi. Selain membutuhkan indikator warna yang peka dalam memonitor perubahan derajat keasaman(pH), saat ini pengembangan kemasan pintar difokuskan pada penggunaan zat warna alami yang dapat memperpanjang umur simpan produk. Salah satu zat warna yang berasal dari tumbuhan yang berpotensi untuk digunakan sebagai indikator kesegaran daging dan juga berfungsi sebagai agen aktif untuk memperpanjang masa simpan produk adalah antosianin. Antosianin merupakan kelompok pigmen yang berwarna merah sampai biru yang tersebar luas pada tanaman. Antosianin tergolong pigmen yang disebut flavanoid yang pada umumnya larut dalam air (Rawdkuen dkk., 2020). Antosianin peka terhadap pengaruh lingkungan seperti suhu dan pH sehingga mengalami perubahan warna maka antosianin dapat dimanfaatkan sebagai indikator warna pada pembuatan kemasan cerdas (Samart Sai-Ut, 2021).

Salah satu sumber antosianin adalah kulit bawang merah. Kulit bawang merah (*Allium ascalonicum* L) telah dilaporkan mengandung kuersetin aglikon sebesar 46,3% (Thuy dkk., 2019) dan flavonoid kuersetin sebanyak 111,50 mmol/g yang mempunyai aktivitas antioksidan (Wiczowski dkk., 2008). Antosianin kulit bawang merah memiliki aktivitas antibakteri dan antioksidan. Ekstrak kulit bawang merah terbukti memiliki kandungan antioksidan IC50 sebesar 15,44 ppm (Mardiah dkk., 2017). Kulit bawang merah dapat melindungi umbinya karena mempunyai senyawa aktif antibakteri. Kandungan senyawa yang dapat menghambat bakteri yaitu merupakan senyawa flavonoid (Siahaan dkk., 2023; Rahmah Sari dkk., 2024). Antosianin kulit bawang merah berpotensi sebagai indikator dengan aktivitas antioksidan dan antibakteri yang dapat mendeteksi ataupun memberi informasi serta dapat memperpanjang umur simpan pada smart packaging. Saat ini kulit bawang merah belum banyak dimanfaatkan oleh masyarakat. Kulit bawang merah dibuang sebagai limbah pertanian, sehingga penting untuk memanfaatkan antosianin kulit bawang merah dalam pengembangan kemasan aktif.

Pembuatan indikator kesegaran yang peka terhadap pH dan mampu memperpanjang umur simpan produk membutuhkan polimer penyangga. Salah satu biopolimer yang dapat digunakan sebagai pembuatan indikator pH yaitu selulosa. Selulosa merupakan senyawa karbohidrat kompleks yang tersusun atas banyak rantai glukosa (polisakarida) dapat meningkatkan sifat mekanik

film. Selulosa juga merupakan komponen utama dari lignoselulosa dari dinding sel pada tanaman dengan hemiselulosa, lignin dan pektin. Selulosa adalah biopolimer yang telah menarik perhatian sebagai polimer ramah lingkungan karena tidak beracun serta memiliki kompatibilitas yang baik (Luo dkk., 2012; Zhang dkk., 2018; Dong dkk., 2020). Oleh karena itu selulosa sangat cocok untuk dijadikan penyangga zat warna antosianin yang efektif dalam mendeteksi kesegaran pangan selama masa penyimpanan.

Film selulosa-antosianin telah dibuat dalam penelitian sebelumnya (Wang, 2020) dengan konsentrasi 0,05%, 0,15%, dan 0,20% yang menunjukkan aktivitas antioksidan dan antibakteri serta memiliki efek hambatan pada patogen bawaan makanan, sehingga film komposit ini dapat diterapkan pada kemasan makanan pintar untuk mewujudkan pemantauan kualitas produk daging secara real time. Pada penelitian ini dilakukan pembuatan film pendeteksi kesegaran berbasis selulosa dengan pewarna antosianin pada berbagai konsentrasi (5, 10, 15, dan 20%) yang diekstrak dari kulit bawang merah untuk mendeteksi kesegaran daging ayam selama penyimpanan dalam kemasan. Selanjutnya diuji aktivitas antibakteri dan antioksidan dari masing-masing film untuk mengetahui pengaruh konsentrasi terhadap karakteristik fungsional film.

2. Metode

2.1 Waktu dan tempat

Penelitian ini dilakukan pada tahun 2023 di Laboratorium kimia, Fakultas Pertanian, Sains, dan Kesehatan, Universitas Timor

2.2. Bahan dan Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain gelas ukur, spektrofotometer UV-Vis Double beam INNOVA C-5000, stoples, gelas beker, neraca analitik, corong pisah, pipet tetes, mikropipet, aluminium foil, kertas saring, tabung reaksi, rak tabung reaksi, kapas, autoclave, pinset, jarum ose, gunting, bunsen dan pemantik, spatula, dan plastik wrap.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu kulit bawang merah, selulosa standar, etanol 96%, DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazil), aquades, tisu, Media NB, klorofenikol, NaCl fisiologis 0,9%, H₂SO₄ 0,36 N, BaCl₂, bakteri *Escherichia coli*, dan bakteri *Staphylococcus aureus*.

2.3 Cara Kerja

2.3.1 Preparasi Sampel Kulit Bawang Merah

Sampel kulit bawang merah diperoleh dari Pasar Baru Kefamenanu, Timor Tengah Utara. Semua sampel dikumpulkan dalam satu wadah dan dicuci hingga bersih. Sampel dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 105°C selama 2 jam, kemudian sampel dihaluskan menggunakan blender dan disaring menggunakan saringan 80 mesh sehingga mendapatkan serbuk yang homogen.

2.3.2 Ekstraksi

Serbuk simplisia kulit bawang merah masing-masing ditimbang sebanyak 5, 10, 15 dan 20 g kemudian ditambahkan aquades 100 mL, dicampur hingga larutan homogen, kemudian disaring untuk mendapatkan ekstrak 5, 10, 15 dan 20%.

2.3.3 Fabrikasi Film Selulosa-Antosianin

Masing-masing film 5, 10, 15 dan 20% dibuat dengan menimbang 4 g selulosa standar, lalu dicampur dengan masing-masing ekstrak antosianin sebanyak 15 mL dalam gelas beker. Larutan pembentuk film distirer sampai membentuk hidrogel, kemudian dituang ke dalam cawan petri, lalu dioven dengan suhu 80°C selama 24 jam hingga hidrogelnya kering.

2.3.4 Uji Bioaktivitas

a. Uji Aktivitas Antioksidan

Lembar film dengan konsentrasi 5%, 10%, 15%, dan 20% masing-masing digunting dengan ukuran 2x2 cm. Masing-masing film yang telah digunting diletakkan pada cawan petri yang berisi 4 mL DPPH (10-4mol/L), lalu disimpan selama 30 menit dalam tempat gelap hingga selesai reaksinya. Aktivitas antioksidan diukur dengan alat spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 517 nm. Hasil absorbansinya digunakan untuk menghitung persen aktivitas antioksidan dengan rumus:

$$\text{Aktivitas DPPH} = \frac{(A_0 - A_1) \times 100}{A_0}$$

Keterangan:

A₀ adalah absorbansi kontrol

A₁ adalah absorbansi dari sampel.

b. Uji Aktivitas Antibakteri

Uji kktivitas antibakteri pad penelitian ini dilakukan melalui bberpa tahap yaitu ;

Peremajaan Bakteri Uji

Isolat murni bakteri *Escherechia coli* dan bakteri *Staphylococcus Aureus* yang telah disiapkan diremajakan sebelum diuji. Peremajaan dilakukan dengan mengambil masing-masing 1 ose dari isolat murni kemudian digoreskan pada permukaan agar miring yang telah disediakan kemudian diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C. Bakteri yang telah diremajakan siap untuk dilakukan uji selanjutnya.

Pembuatan Larutan Standar Mc. Farland 0,5

Larutan H₂SO₄ 1% sebanyak 9,99 mL dicampurkan dengan BaCl₂.2H₂O 1,175% sebanyak 0,5 mL dalam Erlenmeyer. Kemudian dikocok sampai terbentuk larutan keruh. Kekeruhan ini dipakai sebagai standar kekeruhan suspensi bakteri uji 1 mL setara dengan (1,5 x 10⁸ CFU/mL) (Esati dkk., 2021).

Pembuatan Larutan NaCl Fisiologis 0,9%

Sebanyak 5 mL NaCl Fisiologis 0,9% dimasukan kedalam tabung reaksi dan disuspensikkan dengan bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* hasil peremajaan hingga larutan setara dengan Mc.Farland 0,5.

Pembuatan Larutan Control Positif

Bubuk klorofenikol ditimbang sebanyak 0,001 g kemudian dilarutkan dengan aquades sebanyak 1 liter, kemudian dicampur hingga larutan menjadi homogen. Larutan siap untuk digunakan.

Pembuatan Media Cair

Media NB ditimbang sebanyak 2,8 g dilarutkan dengan aquades dalam erlenmeyer 100 mL, kemudian dipanaskan di atas hot plate dan distirrer dengan magnetic stirrer sampai homogen. Selanjutnya disterilisasi dalam autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit, media siap untuk digunakan.

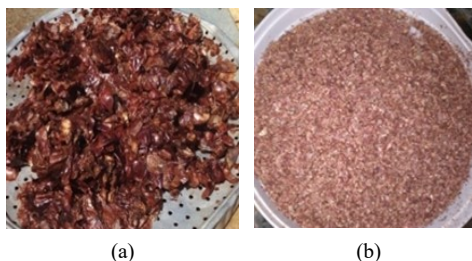
Uji Antibakteri Film

Media cair dimasukkan ke dalam 6 tabung reaksi masing-masing sebanyak 5 mL. Ditambahkan film dengan konsentrasi 5, 10, 15, dan 20% ukuran 1 cm. Ditambahkan bakteri uji yang telah disuspensikkan dengan NaCl fisiologis 0,9% sebanyak 1μL menggunakan mikropipet. Diukur absorbansinya menggunakan Spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 610 nm, kemudian diinkubasi selama 24 jam. Setelah diinkubasi selama 24 jam kemudian diukur lagi panjang gelombangnya untuk melihat aktivitas antibakteri.

3. Hasil dan Pembahasan

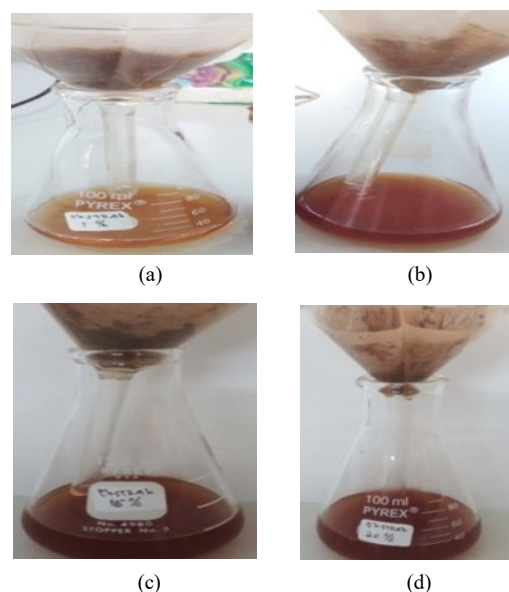
3.1 Ekstrak Kulit Bawang Merah

Ekstrak kulit bawang merah diperoleh melalui tahapan preparasi dan ekstraksi. Preparasi sampel bertujuan untuk mendapatkan serbuk kulit bawang merah yang bersih dan homogen. Kulit bawang merah diketahui mengandung flavonoid yang merupakan senyawa aktif antibakteri dan antioksidan yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri dan proses oksidasi. Kulit bawang merah mengandung flavonoid, polifenol, saponin, alkaloid, terpenoid, tanin, kuersetin, dan kaemferol sebagai antioksidan alami (Kumar dkk., 2022). Kulit bawang merah hasil preparasi berupa serbuk simplisia sebanyak 1 kg, berwarna merah kecokelatan, yang dapat dilihat pada Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Sampel Kulit Bawang Merah Sebelum (a) dan Sesudah Dipreparasi (b)

Metode ekstraksi secara maserasi digunakan untuk mendapatkan senyawa antosianin. Proses maserasi dilakukan untuk memisahkan zat-zat lain yang dapat mengganggu selain senyawa antosianin (Sagita dkk., 2021). Metode maserasi memiliki kelebihan dibandingkan dengan metode lain khususnya dalam hal isolasi senyawa aktif, karena mudah dilakukan. Dengan adanya perendaman sampel dengan pelarut maka akan terjadi pemecahan dinding dan membran sel yang diakibatkan oleh adanya gaya difusi tanpa adanya proses pemanasan (Widodo dkk., 2021). Maserasi dilakukan menggunakan pelarut aquades, dimana aquades merupakan pelarut polar sehingga dapat digunakan untuk mengekstrak senyawa antosianin yang bersifat polar dalam kulit bawang merah (Hidayati dkk., 2019). Pelarut ini juga digunakan untuk menyamakan sifat kelarutan selulosa dalam ekstrak antosianin kulit bawang merah, karena sifat fungsional dari selulosa adalah dapat mengikat air atau bersifat hidrokoloid. Hasil ekstraksi antosianin kulit bawang merah pada berbagai variasi konsentrasi dapat dilihat pada Gambar 2.

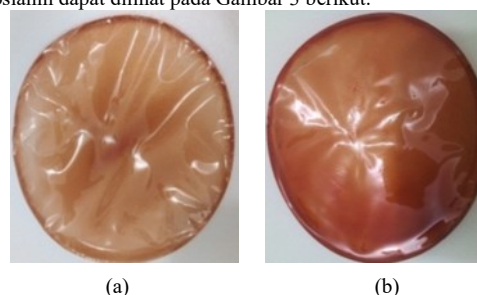


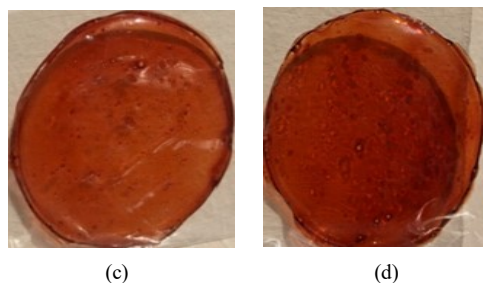
Gambar 2. Ekstrak kulit bawang merah (a) 5%, (b) 10%, (c) 15%, (d) 20 % (b/v)

Ekstrak kulit bawang merah yang diperoleh berupa ekstrak kental dengan masing-masing konsentrasi 5% sebanyak 50 mL berwarna merah kecokelatan, konsentrasi 10% sebanyak 50 mL berwarna merah bata, konsentrasi 15% sebanyak 42 mL berwarna merah bata, dan konsentrasi 20% sebanyak 35 mL berwarna merah bata pekat. Semakin tinggi massa serbuk kulit bawang, maka volume ekstrak yang diperoleh semakin sedikit akibat sifat sampel yang mudah menyerap air. Kulit bawang merah memiliki pigmen warna merah yang berasal dari antosianin. Pigmen tersebut dapat mengalami perubahan warna akibat perubahan keasaman (Zhao dkk., 2022). Aroma dari ekstrak kental kulit bawang merah tersebut adalah aroma khas bawang merah. Telah dilaporkan bahwa hasil ekstraksi kulit bawang merah menggunakan pelarut aquades berupa ekstrak merah kental berwarna gelap serta memiliki bau yang khas dan rasa yang pedas (Siahaan dkk., 2023). Ekstrak kulit bawang merah selanjutnya digunakan sebagai bahan pembuatan film antosianin dengan menambahkan polimer selulosa.

3.2 Film Selulosa-Antosianin

Film selulosa-antosianin difabrikasi menggunakan ekstrak kulit bawang merah yang dicampur dengan polimer selulosa menghasilkan film antosianin kering. Film selulosa-antosianin yang dihasilkan memiliki massa bervariasi. Film 5% mempunyai massa sebesar 0,42 gr, film 10% sebesar 0,81 g, film 15% sebesar 1,23 g, dan film 20% sebesar 1,34 g. Semakin besar konsentrasi ekstrak, semakin berat film yang dihasilkan. Hal ini karena semakin tinggi konsentrasi antosianin maka total padatan dan ketebalan film meningkat, sehingga massa film bertambah (Hayati dkk., 2020). Hasil fabrikasi film selulosa-antosianin dapat dilihat pada Gambar 3 berikut.





Gambar 3. Film Selulosa Antosianin a. 5% (b/v), b 10% (b/v), c. 15% (b/v), d.20% (b/v).

Film selulosa-antosianin yang dihasilkan secara umum berbentuk lembaran tipis dan bulat berwarna merah kecoklatan, bersifat transparan, bertekstur kuat dan larut dalam air. Perbedaan film a, b, c dan d yaitu pada warna film. Film a berwarna merah pudar transparan, film b berwarna merah muda, film c berwarna merah kecoklatan dan film d lebih pekat. Hal ini disebabkan oleh adanya kenaikan konsentrasi ekstrak. Semakin besar konsentrasi ekstrak maka warna yang dihasilkan semakin pekat dan kejernihan film semakin berkurang (Moomin & Sulistijowati, 2021). Semakin tinggi konsentrasi ekstrak, maka semakin tinggi kandungan antosianin sebagai pigmen pemberi warna merah.

3.3. Bioaktivitas Film Selulosa-Antosianin

a) Aktivitas Antioksidan

Aktivitas antioksidan diuji menggunakan metode DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil). Metode ini dipilih karena bersifat sederhana, mudah, cepat, dan peka terhadap sampel. DPPH adalah senyawa organik yang mengandung nitrogen tidak stabil, memiliki absorbansi kuat pada panjang gelombang 517 nm dan berwarna gelap. Aktivitas antioksidan pada larutan uji dapat dibuktikan melalui penilaian kualitatif dimana terjadi perubahan warna larutan menjadi semakin pucat sedangkan penilaian kuantitatif melalui perhitungan nilai persen penghambatan yang diukur dengan Spektrofotometer-UV-Vis. Hasil pengujian aktivitas antioksidan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Aktivitas Antioksidan Film Selulosa-Antosianin

Konsentrasi Ekstrak (%)	Blanko	Absorbansi	% Inhibisi	IC ₅₀
5	1,95	1,11	42,76	
10	1,95	0,76	60,93	
15	1,95	0,35	82,12	1,36
20	1,95	0,12	93,66	
Rata – rata			69,87	

Film selulosa-antosianin menunjukan nilai hambatan pada setiap perlakuan konsentrasi ekstrak. Absorbansi yang diperoleh dari setiap perlakuan konsentrasi ekstrak digunakan untuk menghitung % inhibisi radikal bebas DPPH dan dibuat kurva penghambatan standar antosianin, plot antara % inhibisi dan konsentrasi diperoleh persamaan regresi linear $y = 17,39x + 26,3$ dengan nilai koefisien korelasi $r = 0,98$ yang memenuhi syarat analisis aktivitas antioksidan. IC₅₀ film selulosa-antosianin pada variasi konsentrasi 5%, 10%, 15%, dan 20% berdasarkan hasil perhitungan adalah sebesar 1,36 µg/mL. Semakin kecil nilai IC maka semakin besar aktivitas antioksidan. Nilai IC₅₀ tergolong ke dalam aktivitas antioksidan yang sangat kuat, hal ini dikarenakan nilai IC₅₀ yang didapat lebih kecil dari 50 ppm. Dari tabel dapat dilihat bahwa semakin tinggi konsentrasi ekstrak, absorbansi larutan semakin kecil. Sementara semakin besar konsentrasi larutan ekstrak persen penghambatan semakin tinggi. Hal ini terjadi karena semakin tinggi konsentrasi larutan, semakin banyak antioksidan yang terkandung di dalamnya. Nilai IC₅₀ film selulosa-antosianin menunjukkan bahwa senyawa antosianin ekstrak kulit bawang merah mampu menghambat 50% radikal bebas, dimana mekanisme penghambatan antosianin terhadap radikal bebas yang terjadi yaitu dengan mendonorkan atom hidrogen dari sebagian gugus hidroksil ke senyawa radikal bebas sehingga membentuk senyawa radikal bebas DPPH yang lebih stabil (DPPH-H)(Papuc dkk., 2017).

b) Aktivitas Antibakteri

Aktivitas antibakteri diuji untuk melihat pengaruh variasi konsentrasi antosianin dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* dan bakteri *Staphylococcus aureus*. Metode yang digunakan dalam menguji aktivitas antibakteri film adalah metode dilusi cair dengan menggunakan medium cair Nutrient Broth (NB). Pengujian aktivitas antibakteri film dilakukan dengan melihat ada tidaknya pertumbuhan bakteri yang diukur menggunakan Spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 610 nm. Adanya aktivitas antibakteri ditunjukkan dengan penurunan nilai absorbansi setelah proses inkubasi. Data aktivitas antibakteri film selulosa-antosianin diinterpretasikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Aktivitas Antibakteri Film Selulosa-Antosianin

Bakteri Uji	Konsentrasi (%)	λ 610 nm	
		Sebelum inkubasi	Sesudah inkubasi
<i>Staphylococcus aureus</i>	5	0,037	0,359
	10	0,247	0,109
	15	0,06	0,026
	20	0,101	0,094
<i>Escherichia coli</i>	5	0,097	0,002
	10	0,221	0,093
	15	0,17	0,007
	20	0,112	0,004

Tabel 2 menunjukkan bahwa setiap konsentrasi sampel memberikan nilai absorbansi yang berbeda-beda. Perubahan nilai absorbansi dapat menunjukkan adanya pertumbuhan sel mikroba atau kematian sel mikroba dalam media uji. Semakin tinggi nilai absorbansi pasca inkubasi, maka semakin banyak juga jumlah sel mikroba yang masih hidup di dalam medium, sebaliknya jika absorbansi pasca inkubasi mengalami penurunan maka dapat disimpulkan bahwa bakteri dalam medium telah mati. Sel bakteri yang mati umumnya tidak dapat menyerap cahaya pada panjang gelombang 610 nm seperti sel bakteri yang masih hidup. Hal ini karena keberadaan pigmen dan struktur sel bakteri yang mati telah kehilangan kemampuan dalam menyerap cahaya karena adanya perubahan struktur sel.

Tabel 2 menunjukkan bahwa secara keseluruhan film selulosa-antosianin dapat menghambat pertumbuhan bakteri baik bakteri *Staphylococcus aureus* maupun bakteri *Escherichia coli*. Pengecualian untuk konsentrasi 5% pasca inkubasi pada pengujian terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* masih menjalani pertumbuhan pasca inkubasi yang ditandai dengan kenaikan nilai absorbansi. Mekanisme penghambatan pertumbuhan bakteri oleh senyawa antosianin yaitu dengan merusak permeabilitas dinding sel, sehingga terjadi kebocoran bahan-bahan intraseluler dan bakteri mati (Dong dkk., 2022; Jeyaraj dkk., 2023). Senyawa antibakteri sangat penting karena selain bertujuan untuk meningkatkan efektifitas dari senyawa antosianin juga bertujuan untuk mencegah timbulnya masalah resistensi bakteri karena penggunaan dosis yang berlebihan. Senyawa antosianin dapat digunakan sebagai antibakteri yang baik untuk menghambat pertumbuhan bakteri uji seperti *Staphylococcus aureus* dan bakteri *Escherichia coli*.

4. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa peningkatan konsentrasi ekstrak kulit bawang mmerah dapat meningkatkan aktivitas antioksidan dengan rata-rata nilai kenaikan % inhibisi sebesar 17,30 %. Penambahan konsentrasi ekstrak kulit bawang merah dalam film selulosa-antosianin juga mampu meningkatkan daya hambat terhadap pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* dan bakteri *Staphylococcus aureus*

Pustaka

- Barska, A. & Wyrwa, J. 2017. Innovations in the food packaging market - intelligent packaging - a review. Czech Journal of Food Sciences, 35(1): 1–6. Tersedia di <http://cjsf.agriculturejournals.cz/doi/10.17221/268/2016-CJFS.html> [Diakses 12 November 2023].
- Bekhit, A.E.-D.A., Holman, B.W.B., Giteru, S.G. & Hopkins, D.L. 2021. Total volatile basic nitrogen (TVB-N) and its role in meat spoilage: A review. Trends in Food Science & Technology, 109: 280–302. Tersedia di <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S092422442100011X> [Diakses 12 November 2023].
- Dong, H., Ling, Z., Zhang, X., Zhang, X., Ramaswamy, S. & Xu, F. 2020. Smart colorimetric sensing films with high mechanical strength and hydrophobic properties for visual monitoring of shrimp and pork freshness. Sensors and Actuators B: Chemical, 309: 127752. Tersedia di <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S092540052030099X> [Diakses 12 Juni 2024].
- Dong, Y., Yang, C., Zhong, W., Shu, Y., Zhang, Y. & Yang, D. 2022. Antibacterial effect and mechanism of anthocyanin from Lycium ruthenicum Murr. Frontiers in Microbiology, 13: 974602. Tersedia di <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmicb.2022.974602/full> [Diakses 12 Juni 2024].
- Esati, N.K., Darmika, R., La, E.O.J. & Prasetya, A.A.N.P.R. 2021. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Dan Ekstrak Air Daun Afrika Asal Bali Terhadap Bakteri Propionibacterium acnes. Acta Holistika Pharmciana, vol.3(2): 24–29.
- Hayati, F., Dewi, E.N. & Suharto, S. 2020. Karakteristik dan Aktivitas Antioksidan Edible Film Alginat Dengan Penambahan Serbuk Spirulina

- platensis (Characteristic And Antioxidant Activity of Alginate Edible Film With The Addition Of Spirulina platensis Powder). Saintek Perikanan: Indonesian Journal of Fisheries Science and Technology, 16(4): 286–293.
- Hidayati, S., Zulferiyenni & Satyajaya, W. 2019. Optimasi Pembuatan Biodegradable Film dari Selulosa Limbah Padat Rumpun Laut Eucheuma Cottonii dengan Penambahan Gliserol, Kitosan, CMC dan Tapioka. Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia (JPHPI), 22(2): 340–354.
- Jeyaraj, E.J., Vidana Gamage, G.C., Cintrat, J.-C. & Choo, W.S. 2023. Acylated and non-acylated anthocyanins as antibacterial and antibiofilm agents. Discover Food, 3(1): 21. Tersedia di <https://link.springer.com/10.1007/s44187-023-00062-8> [Diakses 12 Juni 2024].
- Kumar, M., Barbhai, M.D., Hasan, M., Punia, S., Dhumal, S., Radha, Rais, N., Chandran, D., Pandiselvam, R., Kothakota, A., Tomar, M., Satankar, V., Senapathy, M., Anitha, T., Dey, A., Sayed, A.A.S., Gadallah, F.M., Amarowicz, R. & Mekhemar, M. 2022. Onion (*Allium cepa* L.) peels: A review on bioactive compounds and biomedical activities. Biomedicine & Pharmacotherapy, 146: 112498. Tersedia di <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0753332221012841> [Diakses 12 Juni 2024].
- Kuswandi, B. & Nurfawaidi, A. 2017. On-package dual sensors label based on pH indicators for real-time monitoring of beef freshness. Food Control, 82: 91–100. Tersedia di <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0956713517303274> [Diakses 12 November 2023].
- Luo, N., Varaprasad, K., Reddy, G.V.S., Rajulu, A.V. & Zhang, J. 2012. Preparation and characterization of cellulose/curcumin composite films. RSC Advances, 2(22): 8483. Tersedia di <http://xlink.rsc.org/?DOI=c2ra21465b> [Diakses 8 November 2023].
- Mardiah, N., Mulyanto, C., Amelia, A., Lisnawati, L., Anggraeni, D. & Rahmawanty, D. 2017. Penentuan Aktivitas Antioksidan dari Ekstrak Kulit Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) Dengan Metode DPPH. Jurnal Pharmascience, 4(2). Tersedia di <https://ppjp.ulm.ac.id/journal/index.php/pharmascience/article/view/5768> [Diakses 12 Juni 2024].
- Mohseni-Shahri, F.S. & Moenipour, F. 2023. Development of a pH-sensing indicator for shrimp freshness monitoring: Curcumin and anthocyanin-loaded gelatin films. Food Science & Nutrition, 11(7): 3898–3910. Tersedia di <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/fsn3.3375> [Diakses 8 November 2023].
- Moomin, D.W. & Sulistijowati, R. 2021. Mutu Edible Film Karaginan Kompleks Ekstrak Buah Mangrove (*Sonneratia Alba*) dan Hambatannya Terhadap Bakteri Pembentuk Histamin pada Tuna Loin. 3(1): 27–37.
- Papuc, C., Goran, G.V., Predescu, C.N., Nicorescu, V. & Stefan, G. 2017. Plant Polyphenols as Antioxidant and Antibacterial Agents for Shelf-Life Extension of Meat and Meat Products: Classification, Structures, Sources, and Action Mechanisms. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 16(6): 1243–1268. Tersedia di <https://ift.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/1541-4337.12298> [Diakses 12 Juni 2024].
- Rahmah Sari, S., Wardhani, R., Umar, F., Husain, D.R. & Iwansyah, A.C. 2024. Antibacterial activity of Shallots (*Allium xwakegi* Araki.) cultivars in Palu Valley against Salmonella Typhi ATCC 27870 through in vitro and in silico evaluation. Iranian Journal of Microbiology. Tersedia di <https://publish.kne-publishing.com/index.php/IJM/article/view/15354> [Diakses 12 Juni 2024].
- Rawdkuen, S., Faseha, A., Benjakul, S. & Kaewprachu, P. 2020. Application of anthocyanin as a color indicator in gelatin films. Food Bioscience, 36: 100603. Tersedia di <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2212429218301780> [Diakses 12 Juni 2023].
- Sagita, L., Glorina, E.M. & Siswanto, S. 2021. Karakteristik Flavonoid dari Daun Kitolod dengan Proses Maserasi dan Enkapsulasi. ChemPro, 2(02): 44–51.
- Samart Sai-Ut 2021. Using Anthocyanin Extracts from Butterfly Pea as pH Indicator for Intelligent Gelatin Film and Methylcellulose Film. Current Applied Science and Technology, 21: 652661. Tersedia di http://doi.nrct.go.th/?page=resolve_doi&resolve_doi=10.14456/cast.2021.52 [Diakses 8 November 2023].
- Siahaan, I.Y., Nasution, H.M., Nasution, M.A. & Rahayu, Y.P. 2023. Uji Aktivitas Antibakteri Fraksi N-Heksan Kulit Bawang Merah (*Allium cepa* L.) Terhadap Bakteri Streptococcus mutans. Journal of Pharmaceutical and Sciences, 6(4): 1553–1560. Tersedia di <https://journal-jps.com/new/index.php/jps/article/view/258> [Diakses 12 Juni 2024].
- Thuy, N.M., Thuy, N.T.M., Cuong, N.P., Huyen, L.T.N., Phuong, N.P., Nguyen, L.T.T., Kim, J.H., Thu, N.T. & Tai, N.V. 2019. Identification and extraction method of quercetin from flesh and skin of shallot (*Allium ascalonicum*) cultivated in Soc Trang province, Vietnam. Food Research, 4(2): 358–365. Tersedia di https://www.myfoodresearch.com/uploads/8/4/8/5/84855864/_13_fr-2019-306_thuy.pdf [Diakses 12 Juni 2024].
- Wang, L. 2020. A pH-intelligent response fish packaging film: Konjaglucomannan/carboxymethyl cellulose/blackcurrant anthocyanin antibacterial composite film, International Journal of Biological Macromolecules, Volume 204, 2022, Pages 386–396, ISSN 0141-8130. 309: 127752. Tersedia di <https://doi.org/10.1016/j.snb.2020.127752>.
- Wiczowski, W., Romaszko, J., Bucinski, A., Szawara-Nowak, D., Honke, J., Zielinski, H. & Piskula, M.K. 2008. Quercetin from Shallots (*Allium cepa* L. var. aggregatum) Is More Bioavailable Than Its Glucosides, 3. The Journal of Nutrition, 138(5): 885–888. Tersedia di <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022316622097929> [Diakses 12 Juni 2024].
- Widodo, S., Yusa, N.M. & Timur Ina, P. 2021. Pengaruh Waktu Maserasi Terhadap Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Mundu (Garcinia dulcis (Roxb.) Kurz). Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan (ITEPA), 10(1): 14.
- Zhang, X., Xiao, N., Wang, H., Liu, C. & Pan, X. 2018. Preparation and Characterization of Regenerated Cellulose Film from a Solution in Lithium Bromide Molten Salt Hydrate. Polymers, 10(6): 614. Tersedia di <http://www.mdpi.com/2073-4360/10/6/614> [Diakses 8 November 2023].
- Zhao, L., Liu, Y., Zhao, L. & Wang, Y. 2022. Anthocyanin-based pH-sensitive smart packaging films for monitoring food freshness. Journal of Agriculture and Food Research, 9: 100340. Tersedia di <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2666154322000734> [Diakses 8 November 2023].