



Aktivitas Antibakteri *Edible Coating* Berbahan Pati Kulit Pisang Raja (*Musa sapientum* L.) dan Kitosan Cangkang Udang (*Litopanaeus vannamei*)

Nurul Maisar Jalil¹, Nur Arfa Yanti^{1*}, Ardiansyah¹

¹Program studi Biologi FMIPA Universitas Halu Oleo, Kampus Hijau Bumi Tridharma, Anduonohu Kendari
Sulawesi Tenggara, 93231

*Koresponden author: nur.yanti@uho.ac.id

Diterima: 22 April 2024

–

Disetujui: 01-05-2024

–

Dipublikasi: 31-05-2024

© 2024 Jurusan Biologi FMIPA Universitas Halu Oleo Kendari

Abstract

This research aims to determine the antibacterial activity of edible coatings made from plantain peel starch (*Musa sapientum* L.) and shrimp shell chitosan (*Litopanaeus vannamei*) with varying chitosan concentrations. This research is experimental research. Edible coating is made with a composition of banana peel starch (10%), chitosan with varying concentrations of 0.5%; 1%; 1.5% and 2%, distilled water, 1% acetic acid and 1% glycerol. The edible coating was tested for antibacterial activity against the bacteria *Escherichia coli* ATCC 35218, *Staphylococcus aureus* ATCC 25925 and *Bacillus cereus* ATCC 14579 in vitro using the well diffusion method. The results of the antibacterial test showed that the edible coating made of plantain peel starch with the active ingredient shrimp shell chitosan had antibacterial activity against the three tested bacteria. The best treatment concentration of chitosan in inhibiting bacterial growth is a concentration of 1% (w/v).

Keywords : Antibacterial, chitosan, edible coating, plantain peel starch starch

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui aktivitas antibakteri *Edible coating* berbahan pati kulit pisang raja (*Musa sapientum* L.) dan kitosan kulit udang (*Litopanaeus vannamei*) dengan variasi konsentrasi kitosan. Penelitian ini adalah penelitian eksperimental. *Edible coating* dibuat dengan komposisi pati kulit pisang (10%), kitosan dengan variasi konsentrasi 0,5%; 1%; 1,5% dan 2%, akuades, asam asetat 1% dan gliserol 1%. *Edible coating* diuji aktivitas antibakteri terhadap bakteri *Escherichia coli* ATCC 35218, *Staphylococcus aureus* ATCC 25925 dan *Bacillus cereus* ATCC 14579 secara in vitro dengan metode difusi sumuran. Hasil uji antibakteri menunjukkan *edible coating* pati kulit pisang raja berbahan aktif kitosan kulit udang memiliki aktivitas antibakteri terhadap ketiga bakteri uji. Perlakuan konsentrasi kitosan terbaik dalam menghambat pertumbuhan bakteri adalah konsentrasi 1% (b/v).

Kata Kunci : Antibakteri, *Edible coating*, Kitosan, Kulit pisang raja, Pati

PENDAHULUAN

Kemasan pangan memiliki peranan antara lain dapat memperlambat kerusakan, memperpanjang umur simpan, mempertahankan dan meningkatkan kualitas produk pangan (Marsh & Bugusu, 2007). Pengemas makanan juga dapat mengurangi dan mencegah kerusakan serta gangguan fisik seperti gesekan, benturan atau getaran pada bahan pangan (Sari *et al.*, 2018).

Kemasan pangan umumnya terbuat dari bahan plastik. Keunggulan kemasan berbahan plastik antara lain mudah dibentuk, mudah diproduksi dalam jumlah besar dan harga produksi relatif murah (Waryat *et al.*, 2013). Namun, plastik juga dapat menimbulkan permasalahan serius bagi kesehatan dan lingkungan. Kemasan plastik dapat membahayakan kesehatan karena memiliki kandungan *Bisphenol A* (BPA) yaitu zat yang dapat mengganggu kerja tubuh dan berbagai zat adiktif yang mudah bercampur dengan lemak dan panas yang ada pada makanan (Gunadi *et al.*, 2020). Plastik juga merupakan polimer sintetik yang sulit terdegradasi di alam, sehingga plastik dapat mencemari lingkungan. Oleh karena itu, diperlukan kemasan pangan yang lebih aman dan ramah lingkungan untuk menggantikan peran plastik, salah satunya melalui teknologi pengemasan berbasis *edible coating*.

Edible coating merupakan lapisan tipis yang bertujuan untuk memberikan perlindungan yang selektif terhadap perpindahan massa pada makanan juga untuk meningkatkan kemudahan penanganan makanan. *Edible coating* umumnya diaplikasikan pada buah dan sayuran untuk mempertahankan kualitasnya (Anggraini *et al.*, 2016). Inovasi *Edible coating* telah banyak dilakukan dari berbagai bahan untuk menggantikan plastik seperti pati, selulosa dan *Poly Lactid Acid* (PLA). Pati merupakan polimer alami, dapat terdegradasi sempurna dan harganya relatif

murah. Proses produksi *edible coating* berbahan pati lebih sederhana dibandingkan dengan bahan baku lainnya (Kamsiati *et al.*, 2017). Pati dapat menggantikan polimer plastik karena ekonomis, dapat diperbaharui, memberikan karakteristik yang baik (Jacob *et al.*, 2014) serta dapat membentuk *film* yang cukup kuat (Rochima *et al.*, 2018).

Salah satu sumber pati yang dapat dimanfaatkan adalah kulit pisang. Kulit pisang raja merupakan kulit pisang yang memiliki kandungan pati paling tinggi, yaitu sekitar 59% (Anhwange *et al.*, 2009) dibanding dengan kulit pisang jenis lain, sehingga sangat potensial digunakan untuk bahan baku *edible coating*.

Edible coating berbahan dasar pati masih memiliki beberapa kekurangan antara lain mudah terjadi kontaminasi pada makanan yang dikemas karena pati dapat berperan sebagai nutrisi dalam pertumbuhan mikroba patogen pangan (Putra *et al.*, 2017). Selain itu, *edible coating* berbahan dasar pati masih memiliki sifat rapuh dan kurang fleksibel (Rahardjo *et al.*, 2014; Yanti *et al.*, 2021), resistensi terhadap air rendah dan uap air juga kurang baik karena pati bersifat hidrofilik sehingga dapat mempengaruhi konsistensi dan sifat mekanisnya (Widodo *et al.*, 2019). Oleh karena itu, *edible coating* berbahan dasar pati kulit pisang raja (*M. sapientum* L.) masih memerlukan penambahan senyawa yang memiliki sifat antimikroba untuk mencegah kerusakan dan kontaminasi dari mikroba patogen sekaligus sebagai bahan penstabil (*stabilizer*) untuk memperbaiki sifat fisik-mekanisnya. Senyawa yang dapat digunakan sebagai senyawa antimikroba dan *stabilizer* untuk meningkatkan kualitas *edible coating* adalah kitosan.

Kitosan merupakan senyawa dengan rumus kimia poli (2-amino-2-deoksi β -D glukosa) yang dihasilkan dari proses deasetilasi kitin. Kitosan berasal dari kerangka luar *Crustacea* yang berbentuk amorf dan berwarna putih kekuningan

(Haryani *et al.*, 2011). Kitosan dapat diisolasi dari limbah cangkang udang. Saat ini cangkang udang belum dimanfaatkan secara maksimal. Cangkang udang mengandung senyawa kitin sekitar 20%-30% yang dapat diubah menjadi kitosan (Haryani *et al.*, 2011). Pada penelitian ini, dikembangkan *edible coating* berbahan dasar pati kulit pisang raja yang diperkaya dengan kitosan dari cangkang kulit udang sebagai agensia antibakterinya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui aktivitas antibakteri *edible coating* berbahan pati kulit pisang raja (*Musa sapientum* L.) dan kitosan kulit udang (*Litopanaeus vannamei*) dengan variasi konsentrasi kitosan.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober - Desember 2022, pengambilan sampel kulit pisang raja dilakukan di Pasar Mandonga, Kota Kendari. Pengambilan sampel kulit udang dilakukan di PT. Grahamakmur Ciptapratama, Jalan Poros Toronipa, Desa Tapulaga, Kecamatan Soropia, Kabupaten Konawe, Kendari. Pembuatan pati dan *edible coating* serta pengujian aktivitas antibakteri *edible coating* dilakukan di Laboratorium Unit Mikrobiologi, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Halu Oleo.

Prosedur Penelitian

Persiapan dan Pembuatan Media

Media yang digunakan dalam penelitian ini adalah media *Nutrient Agar* (NA), dan media NA semi padat

Pembuatan media *Nutrient Agar* (NA)

Media *Nutrient Agar* (NA) digunakan untuk peremajaan isolat bakteri yang digunakan dan pengujian aktivitas antibakteri sebagai media dasar (*base layer*). Media ini terdiri atas 8 g *Nutrient Broth* (NB) dan 20 g agar dalam 1000 mL akuades. Selanjutnya media dipanaskan dengan menggunakan alat pemanas (*Hot*

Plate) dan dihomogenkan dengan magnet pengaduk (*magnetic stirrer*).

Media *Nutrient Agar* (NA) semi padat

Media NA semi padat digunakan untuk pengujian aktivitas antibakteri sebagai media pembenihan (*seed layer*). Media ini terdiri atas 8 g *Nutrient Broth* (NB) dan 8 g agar dalam 1000 mL akuades. Selanjutnya media dipanaskan dengan menggunakan alat pemanas (*Hot Plate*) dan dihomogenkan dengan magnet pengaduk (*magnetic stirrer*).

Sterilisasi Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini terlebih dahulu disterilkan dengan menggunakan metode sterilisasi uap panas bertekanan 1 atm selama 2 jam pada suhu $\pm 121^{\circ}\text{C}$.

Isolasi Pati dari Kulit Pisang Raja (*M. sapientum* L.) sebagai Bahan Baku *Edible Coating*

Isolasi pati dari kulit pisang raja dilakukan berdasarkan metode yang telah dilakukan oleh Melani *et al.*, (2020). Sampel kulit pisang dipisahkan dengan daging buahnya, kemudian kulit pisang sebanyak 1 kg dipotong kecil-kecil. Selanjutnya potongan kulit pisang direndam dengan natrium metabisulfir 0,3% selama 30 menit dengan perbandingan 1 kg kulit pisang : 2 liter air, lalu dihaluskan menggunakan blender. Selanjutnya disaring untuk memisahkan ampas dan cairan (*suspensi pati*). Setelah itu, ampas ditambahkan air dengan perbandingan 1:1, kemudian diblender dan disaring kembali seperti yang dilakukan sebelumnya. Selanjutnya, cairan yang diperoleh dari penyaringan pertama dan kedua digabungkan, lalu cairan diendapkan selama selama 12 jam. Kemudian dikeringkan menggunakan oven pada suhu 40°C selama 24 jam. Setelah itu, pati kering digerus menggunakan mortar dan diayak menggunakan ayakan 60 *mesh*.

Isolasi Kitosan Cangkang Udang sebagai Senyawa Antibakteri dalam Pembuatan Edible coating

Isolasi kitosan dari kulit udang dilakukan berdasarkan metode yang dilakukan oleh Amri *et al.* (2020) yaitu :

Deproteinasi

Tahap deproteinasi dilakukan dengan cara menimbang 100 g serbuk kulit udang, kemudian ditambahkan dengan larutan NaOH 5% yang dilarutkan dalam akuades dengan rasio 1:10 (g/mL). Lalu dipanaskan menggunakan *hotplate* pada suhu 75°C selama 2 jam sambil dilakukan pengadukan. Selanjutnya serbuk kulit udang disaring dan dicuci menggunakan akuades sampai mencapai pH netral. Padatan yang diperoleh (kitin kasar) dikeringkan dalam oven pada suhu 65°C selama 24 jam.

Demineralisasi

Tahap demineralisasi dilakukan dengan cara serbuk yang dihasilkan pada tahap deproteinasi ditambahkan dengan HCl 1 M yang dilarutkan dalam akuades dengan rasio 1:10 (g/mL). Selanjutnya dipanaskan menggunakan *hotplate* pada suhu 65°C selama 2 jam sambil dilakukan pengadukan. Lalu serbuk kulit udang disaring dan dicuci menggunakan akuades sampai mencapai pH netral. Padatan yang diperoleh dikeringkan dalam oven pada suhu 65°C selama 24 jam.

Deasetilasi

Tahap deasetilasi dilakukan dengan cara serbuk kitin yang dihasilkan melalui tahap demineralisasi ditambahkan NaOH 50% yang dilarutkan akuades dengan rasio 1:30 (g/mL), lalu dipanaskan menggunakan

hotplate pada suhu 120°C selama 4 jam sambil dilakukan pengadukan. Kemudian serbuk kulit udang disaring dan dicuci menggunakan akuades sampai mencapai pH netral. Padatan yang diperoleh dikeringkan dalam oven pada suhu 65°C selama 24 jam.

Tahap selanjutnya dilakukan uji kelarutan kitosan dalam larutan asam asetat 1 %. Uji kelarutan kitosan dilakukan berdasarkan penelitian yang dilakukan sebelumnya oleh Yulianis *et al.* (2020) yaitu dengan melarutkan 1 g bubuk kitosan kedalam 10 mL larutan asam asetat 1%, kemudian didiamkan 1-2 menit untuk mengamati kelarutan kitosan.

Pembuatan Edible Coating

Pembuatan lapisan *edible film* dilakukan dengan pencampuran bahan yaitu kitosan, asam asetat 1%, pati kulit pisang, akuades dan bahan penstabil (gliserol) berdasarkan modifikasi dari penelitian yang dilakukan oleh Zulaikhah (2019), yaitu *edible film* antimikroba dibuat dalam 100 mL yang dilakukan dengan langkah-langkah yaitu kitosan dilarutkan dalam asam asetat 1% sebanyak 50 mL dan diaduk menggunakan *magnetic stirrer* selama ± 30 menit. Setelah kitosan larut, ditambahkan 1 g (10%) pati kulit pisang yang telah dilarutkan dalam akuades sebanyak 50 mL pada suhu 70°C, lalu menamhakan larutan kitosan. Kemudian ditambahkan gliserol 1 mL (1%) sambil terus diaduk dan dipanaskan di atas *hot plate* selama ± 30 menit dengan suhu 79-80°C. *Edible coating* dibuat dengan beberapa perlakuan konsentrasi kitosan yang tercantum pada **Tabel 3.3**.

Tabel 3.3. Perlakuan *edible film*

No.	Perlakuan	Variasi Konsentrasi Kitosan (g/mL)
1.	EC 1	0,5%
2.	EC 2	1%
3.	EC 3	1,5%
4.	EC 4	2%

Preparasi Bakteri Uji

Penyiapan bakteri uji diawali dengan melakukan peremajaan stok bakteri yang akan digunakan pada media *Nutrient Agar* (NA) miring. Kultur bakteri yang digunakan sebagai bakteri uji adalah bakteri *E.coli* sebagai perwakilan dari bakteri Gram negatif, *S. aureus* sebagai wakil bakteri Gram positif dan *B. cereus* sebagai perwakilan bakteri Gram positif pembentuk spora. Densitas bakteri uji ditentukan menggunakan standar Mc Farland 0,5 (yang setara dengan kepadatan $1,5 \times 10^8$ sel/mL). Standar kekeruhan MC Farland dibuat dengan cara 0,5 mL larutan BaCl₂ 1% ditambah 9,5 mL H₂SO₄ 1%. Setelah itu, bakteri uji diambil menggunakan jarum ose lalu disuspensikan ke dalam larutan NaCl 0,85%, lalu dihomogenkan menggunakan *touch vortex*, hingga kekeruhan setara dengan standar Mc Farland 0,5 (Njobdi *et al.*, 2018).

Uji Aktivitas Antibakteri Edible Coating

Pengujian aktivitas antibakteri *edible coating* dilakukan menggunakan metode sumuran (*well-diffusion-method*). Tahapan pengujian aktivitas antibakteri mengacu pada metode yang dilakukan oleh Yanti *et al.* (2020), yaitu media NA dituang ke dalam cawan petri sebagai media dasar. Kemudian, diletakkan cetakan sumuran di atas media dasar yang telah memadat. Selanjutnya, bakteri uji dimasukkan sebanyak 1 mL ke dalam media NA semi padat yang masih cair dan dihomogenkan menggunakan *vortex*, lalu dituang ke dalam cawan petri yang telah terpasang cetakan sumuran. Setelah media memadat, cetakan dilepas sehingga membentuk sumuran. Tahap selanjutnya larutan *edible coating* sesuai perlakuan, kontrol positif dan kontrol negatif dimasukkan ke dalam sumuran yang telah disediakan, masing-masing sebanyak

50 µL. Kontrol positif pada uji aktivitas antibakteri menggunakan antibiotik tetrasiklin dan kontrol negatif yang digunakan adalah akuades steril. Setelah semua sumuran terisi, selanjutnya dimasukan dalam kulkas selama ± 30 menit untuk memberi kesempatan senyawa berdifusi sebelum dilakukan inkubasi. Setelah itu, diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam.

Aktivitas antibakteri ditentukan dengan mengukur diameter zona bening pada media menggunakan jangka sorong (Yanti *et al.*, 2020). Diameter zona bening dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Z = \frac{(D1-Def)+(D2+Def)+(D3-Def)}{3}$$

Kriteria daya hambat antibakteri berdasarkan diameter zona jernihnya, yaitu sangat kuat (>20 mm), kuat (10-20 mm), sedang (5-10 mm) dan tergolong rendah (<5 mm) (David & Stout, 1971).

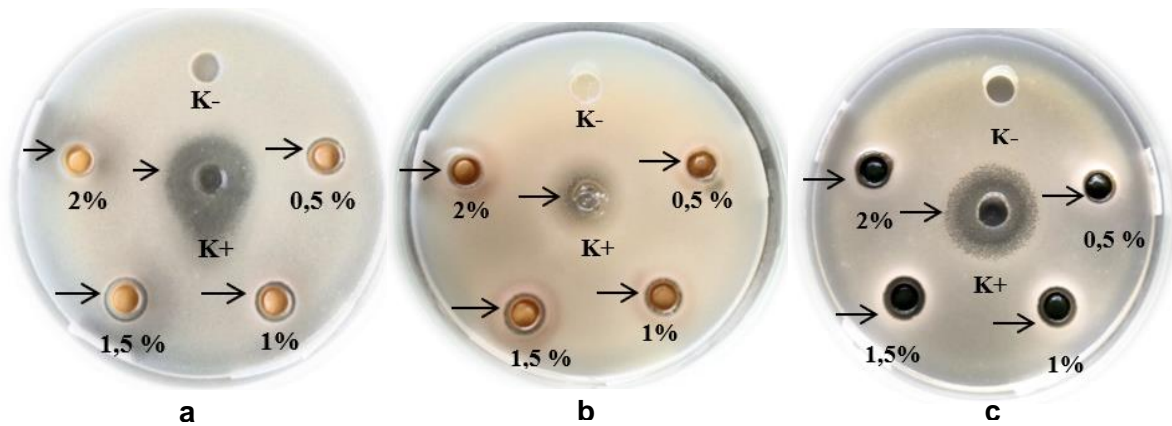
Analisis Data

Data yang diperoleh selanjutnya dianalisis secara deskriptif kualitatif dan kuantitatif. Data kualitatif berdasarkan zona jernih yang terbentuk sedangkan data kuantitatif berdasarkan perhitungan diameter zona bening yang terbentuk.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Aktivitas Antibakteri *Edible Coating* dengan Variasi Konsentrasi Kitosan Cangkang Udang (*L. vannamei*)

Aktivitas antibakteri yang diuji menggunakan metode difusi sumuran ditunjukkan dengan terbentuknya zone jernih disekeliling sumuran. Aktivitas antibakteri *edible coating* pati kulit pisang raja dan kitosan dengan konsentrasi berbeda, ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Hasil uji aktivitas antibakteri *edible coating* berbahan pati kulit pisang raja dan kitosan cangkang udang. a. *Escherichia coli*, b. *Staphylococcus aureus*, c. *Bacillus cereus*. K+ : kontrol positif, K- : kontrol negatif, 0,5%-2% : konsentrasi kitosan. Tanda panah menunjukkan zona jernih (zona hambat).

Berdasarkan Gambar 1 menunjukkan bahwa *edible coating* dengan perlakuan variasi konsentrasi kitosan memiliki aktivitas penghambatan terhadap bakteri uji yaitu *E. coli* ATCC 35218, *S. aureus* ATCC 25925 dan *B. cereus* ATCC 14579. Kemampuan aktivitas antibakteri *edible coating* diketahui berdasarkan zona jernih yang terbentuk. Indikasi adanya penghambatan diperkuat dengan terbentuknya zona jernih disekitar kontrol positif (tetrasiklin) dan tidak terbentuknya zona jernih pada kontrol negatif (akuades steril). Menurut Yanti *et al.* (2020), semakin luas diameter zona jernih yang terbentuk menandakan semakin besar penghambatan senyawa antimikroba. Apabila zona jernih tidak terbentuk diasumsikan bahwa tidak ada aktivitas antibakteri pada *edible coating*. Besarnya aktivitas antibakteri secara kuantitatif diperoleh melalui pengukuran diameter zona jernih menggunakan jangka sorong. Hasil pengukuran aktivitas penghambatan *edible coating* disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 menunjukkan hasil pengukuran aktivitas antibakteri *edible coating* berbahan pati kulit pisang raja (*M. sapientum L.*) dan kitosan cangkang udang (*L. vannamei*). Diameter zona jernih yang

terbentuk berbeda-beda terhadap bakteri uji *E. coli*, *S. aureus* dan *Bacillus cereus*, hal ini mengindikasikan bahwa variasi konsentrasi kitosan yang diberikan dapat mempengaruhi aktivitas antibakteri *edible coating*. Hal ini sesuai dengan pernyataan Rochima *et al.* (2018), kitosan merupakan senyawa yang dapat berperan sebagai agen antibakteri.

Hasil pengujian aktivitas antibakteri *edible coating* terhadap bakteri *E. coli* sebagai perwakilan bakteri Gram negatif serta *S. aureus* dan *B. cereus* sebagai perwakilan bakteri Gram positif yang disajikan pada Tabel 1 menunjukkan hasil yang fluktuatif. Zona jernih tertinggi *edible coating* terhadap bakteri *Escherichia coli* terdapat pada konsentrasi kitosan 1% (12,26 mm), kemudian pada konsentrasi 1,5% (8,52 mm), 2% (5,7 mm), 0,5% (4,53 mm). Hasil pengukuran zona jernih terhadap bakteri Gram positif *Staphylococcus aureus* tertinggi terdapat pada konsentrasi kitosan 1% (7,3 mm), kemudian pada konsentrasi 1,5% (5,08 mm), 0,5% (4,53 mm), 2% (1,85 mm), sedangkan hasil pengukuran zona jernih terhadap *Bacillus cereus* tertinggi terdapat pada konsentrasi kitosan 1% (11,53 mm), kemudian pada konsentrasi 1,5% (8,91

mm), 2% (4,83 mm), 0,5% (4,02). Data tersebut menunjukkan bahwa variasi konsentrasi kitosan memberikan pengaruh terhadap besarnya daya hambat *edible coating*. Kitosan dapat memberikan efek penghambatan terhadap bakteri uji diduga karena memiliki struktur yang dapat merusak struktur sel bakteri sehingga dapat menghambat pertumbuhan atau bahkan membunuh sel bakteri. Perinelli *et al.* (2018) menyatakan bahwa sifat antibakteri kitosan berasal dari struktur polimer yang mempunyai gugus amin bermuatan positif, sedangkan polisakarida lain umumnya bermuatan negatif atau netral. Gugus amino bebas kitosan dapat berinteraksi dengan muatan negatif suatu molekul misalnya protein dari mikroba sehingga mampu memperpanjang umur simpan produk

pangan. Menurut Poppy *et al.* (2016), adanya interaksi ini diperkirakan akan mengakibatkan dinding sel tidak mampu mengatur pertukaran zat-zat dari dan ke dalam sel, kemudian membran sel mengalami lisis sehingga aktifitas metabolisme akan terhambat dan pada akhirnya mikroba akan mengalami kematian. Hal ini juga didukung oleh pernyataan Alhuur *et al.* (2020), gugus fungsional amina (-NH₄) dalam kitosan yang bermuatan positif dapat menarik muatan negatif asam amino pembentuk negatif dalam sel bakteri, seperti Mg²⁺ yang terdapat dalam ribosom dan Ca²⁺ yang terkandung dalam dinding sel bakteri sehingga menyebabkan terjadinya kerusakan kemampuan sel bakteri.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Diameter Zona Jernih *Edible Coating* Antibakteri terhadap Bakteri *E. coli*, *S. aureus* dan *B. cereus*

Bakteri Uji	Perlakuan	Aktivitas Antibakteri (mm)	Keterangan
<i>E. coli</i> ATCC 35218	Kontrol + (Tetrasiklin)	17,58	K
	Kontrol – (Akuades)	-	-
	K _{0,5%}	4,53	L
	K _{1%}	12,26	K
	K _{1,5%}	8,52	I
	K _{2%}	5,76	I
<i>S. aureus</i> ATCC 25925	Kontrol + (Tetrasiklin)	27,08	K
	Kontrol – (Akuades)	-	-
	K _{0,5%}	3,1	L
	K _{1%}	7,32	I
	K _{1,5%}	5,08	I
	K _{2%}	1,85	L
<i>B. cereus</i> ATCC 14579	Kontrol + (Tetrasiklin)	40,31	K
	Kontrol – (Akuades steril)	-	-
	K _{0,5%}	4,02	L
	K _{1%}	11,53	K
	K _{1,5%}	8,91	I
	K _{2%}	4,83	L

Keterangan (Davis & Stout, 1971)
 L : lemah/resisten (<5 mm)
 I : Intermediate/sedang (6-10 mm)
 K : Kuat/sensitive (11-20 mm)
 SK : sangat kuat (> 20 mm)

Berdasarkan data yang disajikan pada Tabel 1, hasil pengukuran aktivitas antimikroba menunjukkan bahwa aktivitas penghambatan terbaik terhadap ketiga bakteri uji terdapat pada konsentrasi 1%, kemudian setelah mencapai konsentrasi terbaik aktivitas antibakteri *edible coating* mengalami penurunan. Hal ini mengindikasikan bahwa semakin tinggi konsentrasi kitosan, aktivitas antibakterinya semakin menurun. Hasil ini didukung oleh penelitian Rochima *et al.* (2018), yang melaporkan bahwa perlakuan konsentrasi kitosan terbaik adalah dengan penambahan kitosan 1%, dan konsentrasi di atas 1% aktivitas antibakteri akan menurun. Damayanti *et al.* (2016), juga menyatakan bahwa penambahan kitosan di atas 1% tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap aktivitas antibakteri. Apabila konsentrasi kitosan ditingkatkan melampaui suatu konsentrasi tertentu, aktivitas antibakterinya akan berkurang, sehingga peningkatan konsentrasi tidak diperlukan. Menurut Antoniou *et al.* (2015), hal tersebut diduga karena saat konsentrasi kitosan dinaikkan, terjadi aglomerasi di dalam larutan *edible coating*, dan menyebabkan kitosan tidak terakumulasi pada membran bakteri karena ukurannya kurang kecil sehingga tidak menimbulkan kematian bakteri. Selain itu, jika semakin tinggi konsentrasi kitosan yang diberikan maka kekentalan larutan *edible coating* akan meningkat sehingga dapat mempengaruhi proses difusi larutan *edible coating* tersebut. Hal ini didukung oleh pernyataan Damayanti *et al.* (2016), bahwa aktivitas penghambatan kitosan terhadap bakteri akan menurun seiring dengan penambahan konsentrasi kitosan karena ukuran molekul kitosan semakin besar, yang ditandai dari bentuk fisik larutan kitosan semakin kental.

Berdasarkan diameter zona jernih yang disajikan pada Tabel 1, diketahui bahwa zona jernih yang terbentuk pada *edible coating* terhadap bakteri Gram

negative, yaitu *Escherichia coli* lebih tinggi dibandingkan bakteri Gram positif, yaitu *Staphylococcus aureus* dan *Bacillus cereus*. Hasil ini mengindikasikan bahwa *edible coating* berbahan pati kulit pisang raja dan kitosan kulit udang lebih efektif menghambat bakteri Gram negatif dibanding bakteri Gram positif. Hasil ini didukung oleh hasil penelitian Chung *et al.* (2004) dan Nurainy *et al.* (2008), yang melaporkan bahwa kitosan memberikan efek penghambatan yang lebih tinggi pada bakteri Gram negatif dibandingkan bakteri Gram positif. Perbedaan struktur dinding sel pada bakteri Gram negatif dan Gram positif menyebabkan perbedaan respon bakteri terhadap kitosan. Penghambatan yang lebih besar pada bakteri Gram negatif disebabkan oleh dinding sel bakteri Gram negatif lebih tipis yang terdiri dari peptidoglikan 10% dan kandungan lipid 11-22%, sedangkan bakteri gram positif memiliki dinding sel lebih tebal yang terdiri dari peptidoglikan lebih dari 50% dan kandungan lipid 1-4%.

Perbedaan struktur dinding sel bakteri Gram negatif dan Gram positif mempengaruhi mekanisme kitosan dalam penghambatan bakteri Gram negatif dan Gram positif. Bakteri Gram negatif lebih bermuatan negatif dibandingkan dengan bakteri Gram positif. Hal tersebut dapat terjadi karena adanya lipopolisakarida dan peptidoglikan yang mengandung gugus COO⁻ sehingga bakteri Gram negatif lebih bermuatan negatif daripada Bakteri Gram positif. Mekanisme aktivitas antibakteri kitosan pada bakteri Gram negatif yaitu muatan positif NH³⁺ kitosan berinteraksi dengan muatan negatif (lipopolisakarida, protein) membran sel bakteri sehingga menyebabkan kerusakan membran luar sel dan menyebabkan sel bakteri lisis.

Bakteri Gram positif memiliki kandungan peptidoglikan yang tinggi dibandingkan dengan bakteri Gram negatif. Kandungan peptidoglikan yang tinggi akan

mengakibatkan tingginya kandungan lipid. kitosan bersifat polikationik dapat mengikat lipid dan logam berat. Rusaknya lipid pada dinding sel bakteri akan mengakibatkan rusaknya pertahanan sel. Bakteri Gram positif memiliki asam teikoat, polimer yang bersifat asam yang mengandung ribitol, fosfat, atau gliserol fosfat. Menurut Vasconez *et al.* (2009), asam teikoat yang bersifat asam dan mengandung ulangan rantai gliserol fosfat dan ribitol fosfat pada bakteri Gram Positif menyebabkan bakteri Gram positif bermuatan negatif. Muatan negatif pada dinding sel bakteri akan berikatan dengan muatan positif dari kitosan membentuk senyawa yang tidak bermuatan. Selain asam teikoat akan berikatan dengan kitosan yang bersifat bersifat basa.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan bahwa *edible coating* berbahan dasar pisang raja dan kitosan dari cangkang udang memiliki aktivitas antibakteri. Konsentrasi kitosan yang ditambahkan pada *edible coating* berbahan pati pisang raja yang memiliki aktivitas antibakteri tertinggi adalah konsentrasi 1 % (b/v).

DAFTAR PUSTAKA

- Alhuur, K. R. G., Juniardi, E. M., & Suradi, K. 2020. Efektivitas Kitosan sebagai Edible Coating Karkas Ayam Broiler. *Jurnal Teknologi Hasil Peternakan*, 1(1), 17. <https://doi.org/10.24198/jthp.v1i1.24093>
- Amri, Y., Fajri, R., & Batu, M. S. 2020. Chitosan Isolation and Its Application To Reduce the Content of Metal Ions in Wellbore Water. *Jurnal Neutrino*, 12(1), 30. <https://doi.org/10.18860/neu.v12i1.8186>
- Anhwange, B. A., Ugye, T. J., & Nyiaatagher, T. D. 2009. Chemical composition of *Musa sapientum* (Banana) peels. *Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry*, 8(6), 437–442.
- Anggraini, R., Aliza, D., & Mellisa, S. 2016. Identifikasi Bakteri *Aeromonas hydrophila* dengan Uji Mikrobiologi pada Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) yang dibudidayakan di Kecamatan Baitussalam Kabupaten Aceh Besar. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan Dan Perikanan Unsyiah*, 1(2), 271–286. jim.unsyiah.ac.id
- Antoniou, J., Liu, F., Majeed, H., & Zhong, F. 2015. Characterization of tara gum edible films incorporated with bulk chitosan and chitosan nanoparticles: A comparative study. *Food Hydrocolloids*, 44, 309–319. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2014.09.023>
- Chung, Y. C., Su, Y. P., Chen, C. C., Jia, G., Wang, H. L., Wu, J. C. G., & Lin, J. G. 2004. Relationship between antibacterial activity of chitosan and surface characteristics of cell wall. *Acta Pharmacologica Sinica*, 25(7), 932–936.
- Damayanti, W., Rochima, E., Raya, J., & Km, B.S. (2016). *Aplikasi Kitosan Sebagai Antibakteri Pada Filet Patin Selama Penyimpanan Suhu Rendah*. 19, 321–328. <https://doi.org/10.17844/jphpi.2016.19.3.321>
- Davis, W. W. dan T. R. Stout. 1971. Disc plate methods of microbiological antibiotic assay. *Microbiology* 22: 659-665.
- Haryani, K., Hargono, H., & Budiyati, S. 2011. Pembuatan Khitosan dari Kulit Udang untuk Mengadsorpsi Logam Krom (Cr⁶⁺) dan Tembaga (Cu). *Reaktor*, 11(2), 86. <https://doi.org/10.14710/reaktor.11.2.86-90>
- Gunadi, R. A. A., Iswan, I., & Ansharullah, A. 2020. Minimalisasi Penggunaan Produk Kemasan Plastik Makanan Jajanan Siswa Sekolah Dasar. *ABDIMAS: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 3(1), 183–199. <https://doi.org/10.35568/abdimas.v3i1.540>
- Jacob, A. M., Nugraha, R., & Dia utari, S.P. 2014. Pembuatan Edible Film Dari

- Pati Buah Lindur Dengan Penambahan Gliserol Dan Karaginan. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 17(1), 14–21. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v17i1.8132>
- Kamsiati, E., Herawati, H., & Purwani, E. Y. 2017. Potensi Pengembangan Plastik Biodegradable Berbasis Pati Sagu Dan Ubikayu Di Indonesia / The Development Potential of Sago and Cassava Starch-Based Biodegradable Plastic in Indonesia. *Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pertanian*, 36(2), 67. <https://doi.org/10.21082/jp3.v36n2.2017.p67-76>
- Marsh, K., & Bugusu, B. 2007. Food packaging - Roles, materials, and environmental issues: Scientific status summary. *Journal of Food Science*, 72(3). <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2007.00301.x>
- Melani, A., Putri, D., & Robiah, R. 2020. Bioplastik Dari Pati Kulit Pisang Raja Dengan Berbagai Bahan Perekat. *Jurnal Distilasi*, 4(2), 1. <https://doi.org/10.32502/jd.v4i2.2208>
- Njobdi, S., Gambo, M., & Ishaku, G. A. 2018. Antibacterial Activity of Zingiber officinale on *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. *Journal of Advances in Biology & Biotechnology*, 19(1), 1–8. <https://doi.org/10.9734/jabb/2018/43534>
- Nurainy, F., Rizal, S., & Yudiantoro. 2008. Pengaruh Konsentrasi Kitosan Terhadap Aktivitas Antibakteri Dengan Metode Difusi. 13(2), 117–125.
- Perinelli, D. R., Fagioli, L., Campana, R., Lam, J. K. W., Baffone, W., Palmieri, G. F., Casettari, L., & Bonacucina, G. 2018. Chitosan-based nanosystems and their exploited antimicrobial activity. *European Journal of Pharmaceutical Sciences*, 117(February), 8–20. <https://doi.org/10.1016/j.ejps.2018.01.046>
- Poppy, T. O., Khabibi, K., & Aminin, A. L. N. 2016. Pemanfaatan Kitosan Termodifikasi Asam Askorbat sebagai Bahan Antimikroba pada Daging Ayam Karkas Broiler. *Jurnal Kimia Sains Dan Aplikasi*, 19(2), 38–44. <https://doi.org/10.14710/jksa.19.2.38-44>
- Putra, A. S. P., Akhyar, A., & Efendi, R. 2017. Karakteristik Edible Film Pati Tapioka Dengan Penambahan Minyak Atsiri Daun Jeruk Purut Sebagai Antibakteri [Characteristics of Tapioca Edible Film With Addition Kaffir Leaves Essential Oil As Antibacteria]. *Sagu Sagu Sagu Sagu Sagu*, 16(1), 13–20.
- Rahardjo, B., Wiseso Marseno, D., & Nugroho Wahyu Karyadi, J. 2014. Sifat Fisik, Mekanik dan Barrier Edible Film Berbasis Pati Umbi Kimpul (*Xanthosoma Sagittifolium*) Yang Diinkorporasi Dengan Kalium Sorbat Physical, Mechanical and Barrier Properties of *Xanthosoma sagittifolium* Starch-Based Edible Film Incorporated with Po. *Agritech*, 34(1), 72–81.
- Rochima, E., Fiyanih, E., Afrianto, E., Joni, I M., Subhan, U., & Panatarani, C. 2018. Efek Penambahan Suspensi Nanokitosan pada Edible Coating terhadap Aktivitas Antibakteri. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 21(1), 127. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v21i1.21461>
- Sari, T. I., Manurung, H. P., & Permadi, F. 2018. Pembuatan Edible Film Dari Kolang Kaling. *Jurnal Teknik Kimia*, 15(4), 27–35.
- Vásconez, M. B., Flores, S. K., Campos, C. A., Alvarado, J., & Gerschenson, L. N. 2009. Antimicrobial activity and physical properties of chitosan-tapioca starch based edible films and coatings. *Food Research International*, 42(7), 762–769. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2009.02.026>
- Waryat, Romli, M., Suryani, A., Yuliasih, I. S. J. 2013. Plastik Biodegradabel Berbahan Baku Komposit Pati Termoplastik- Lldpe / Hdpe. *Agritech*, 33(2), 197–207.
- Widodo, L. U., Wati, S. N., & Vivi A.P, N. M. 2019. Pembuatan Edible Film Dari

- Labu Kuning dan Kitosan Dengan Gliserol Sebagai Plasticizer. *Jurnal Teknologi Pangan*, 13(1), 59–65. <https://doi.org/10.33005/jtp.v13i1.1511>
- Yanti, N.A., Ambardini, S., Ardiansyah, Marlina, W.O.L. & Cahyanti, K.D. 2020. Aktivitas Antibakteri Kombucha Daun Sirsak (*Annona muricata* L.) Dengan Konsentrasi Gula Berbeda, *Berkala Saintek* 8 (2): 35-40.
- Yanti, N.A., Ahmad, S.W., Ramadhan, L.O.A.N., dan Walhidayah, T. 2021. Mechanical properties of edible film based bacterial cellulose from sago liquid waste using starch as stabilizer, IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 948 (2021) 012063, doi:10.1088/1755-1315/948/1/012063
- Yulianis, Sanuddin, M., & Anisfaq, N. 2020. Pembuatan kitosan dari kitin dari limbah tulang dalam cumi-cumi. *Journal of Healthcare Technology and Medicine*, 6(1), 62–69.
- Zulaikhah. 2019. Pengaruh penambahan Jenis Pati Pada Edible Coating Kitosan Terhadap Postharvest Loss Mangga Harumanis (*Magnifera indica* L.). In *Digital Repository Universitas Jember*. <https://repository.unej.ac.id/handle/123456789/96318>

