

Isolation of Chitosan from *Atrina pectinata* Shells as an Edible Coating for Red Bell Peppers (*Capsicum annuum* L.)

Isolasi Kitosan Dari Cangkang Kerang Panggang Pulut (*Atrina pectinata*) Sebagai Edible Coating Pada Paprika Merah (*Capsicum annuum* L.)

Intan Bagani Hasibuan ^a, Ridwanto ^{a*}, Anny Sartika Daulay ^a, Ainil Fithri Pulungan ^a

^a Program Studi Farmasi, Fakultas Farmasi, Universitas Muslim Nusantara Al-Washliyah, Medan, Sumatera Utara, Indonesia.

*Corresponding Authors: : ridwanto@ummaw.ac.id

Abstract

Postharvest deterioration of red bell pepper is closely associated with water loss, respiration, and microbial activity. Chitosan is a biodegradable, biocompatible polysaccharide with film-forming and antimicrobial properties that can be developed as an edible coating. This study aimed to isolate chitosan from roasted pulut cockle shells (*Atrina pectinata*) and evaluate its application as an edible coating for red bell pepper (*Capsicum annuum* L.). Chitosan was obtained through sequential deproteinization, demineralization, depigmentation, and deacetylation. The isolate was characterized by organoleptic properties, yield, moisture and ash contents, solubility, degree of deacetylation, and FTIR spectroscopy. Antibacterial activity against *Staphylococcus aureus* was evaluated by disk diffusion at chitosan concentrations of 3%, 6%, and 9%. Coating solutions containing 0%, 3%, 6%, and 9% chitosan were applied by dipping, and red bell peppers were evaluated after 8 days of storage. Triplicate data available in the thesis were reanalyzed descriptively and, where appropriate, by one-way ANOVA. The isolated chitosan was a white, odorless fine powder, soluble in 2% acetic acid, with a yield of 63.46%, moisture content of 4.26%, ash content of 3.84%, and a degree of deacetylation of 76.68%. Mean inhibition zones were 20.73 ± 1.45 , 22.73 ± 2.75 , and 23.83 ± 1.85 mm for 3%, 6%, and 9% chitosan, respectively; the difference among chitosan concentrations was not statistically significant (one-way ANOVA, $p=0.260$). After 8 days, weight loss was $19.20 \pm 4.98\%$ in the uncoated control and $5.59 \pm 2.33\%$ in the 9% chitosan group (overall ANOVA, $p=0.008$). The 9% coating group had a pH of 6.28 ± 0.15 and vitamin C content of 463.47 ± 56.58 mg/100 g. These findings support the potential of shell-derived chitosan as a postharvest coating, while several source-data units require verification before final publication.

Keywords: roasted pulut cockle shell, chitosan, edible coating, red bell pepper, postharvest quality

Abstrak

Kerusakan pascapanen paprika merah berkaitan erat dengan kehilangan air, respirasi, dan aktivitas mikroba. Kitosan merupakan polisakarida biodegradabel dan biokompatibel yang memiliki kemampuan membentuk film serta aktivitas antimikroba sehingga berpotensi digunakan sebagai *edible coating*. Penelitian ini bertujuan mengisolasi kitosan dari cangkang kerang panggang pulut (*Atrina pectinata*) dan mengevaluasi aplikasinya sebagai *edible coating* pada paprika merah (*Capsicum annuum* L.). Kitosan diperoleh melalui tahapan deproteinasi, demineralisasi, depigmentasi, dan deasetilasi. Isolat dikarakterisasi berdasarkan sifat organoleptik, rendemen, kadar air, kadar abu, kelarutan, derajat deasetilasi, dan spektrum FTIR. Aktivitas antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus* diuji dengan metode difusi cakram pada konsentrasi kitosan 3%, 6%, dan 9%. Larutan pelapis 0%, 3%, 6%, dan 9% diaplikasikan dengan metode pencelupan, kemudian mutu paprika diamati setelah 8 hari penyimpanan. Data ulangan yang tersedia pada skripsi dianalisis kembali secara deskriptif dan, bila memenuhi ketersediaan data, dengan ANOVA satu arah. Kitosan hasil isolasi berupa serbuk halus berwarna putih, tidak berbau, larut dalam asam asetat 2%, dengan rendemen 63,46%, kadar air 4,26%, kadar abu 3,84%, dan derajat deasetilasi 76,68%. Diameter zona hambat rata-rata pada konsentrasi 3%, 6%, dan 9% masing-masing adalah $20,73 \pm 1,45$; $22,73 \pm 2,75$; dan $23,83 \pm 1,85$ mm, tanpa perbedaan bermakna antar-konsentrasi kitosan (ANOVA satu arah, $p=0,260$). Setelah 8 hari, susut bobot kontrol tanpa pelapis sebesar $19,20 \pm 4,98\%$, sedangkan kitosan 9% sebesar $5,59 \pm 2,33\%$ (ANOVA keseluruhan, $p=0,008$). Kelompok kitosan 9% menunjukkan pH $6,28 \pm 0,15$ dan kadar vitamin C $463,47 \pm 56,58$ mg/100 g. Hasil ini menunjukkan potensi kitosan cangkang kerang sebagai pelapis pascapanen, dengan beberapa satuan data sumber yang masih memerlukan verifikasi sebelum publikasi final.

Kata Kunci: kerang panggang pulut, kitosan, edible coating, paprika merah, mutu pascapanen



Copyright © 2020 The author(s). You are free to : **Share** (copy and redistribute the material in any medium or format) and **Adapt** (remix, transform, and build upon the material) under the following terms: **Attribution** — You must give appropriate credit, provide a link to the license, and indicate if changes were made. You may do so in any reasonable manner, but not in any way that suggests the licensor endorses you or your use; **NonCommercial** — You may not use the material for commercial purposes; **ShareAlike** — If you remix, transform, or build upon the material, you must distribute your contributions under the same license as the original. Content from this work may be used under the terms of the [a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International \(CC BY-NC-SA 4.0\) License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

<https://doi.org/10.36490/journal-jps.com.v9i3.1759>

Article History:

Received: 15/05/2026,
Revised: 18/09/2026,
Accepted: 21/09/2026,
Available Online: 24/09/2026.

QR access this Article



Pendahuluan

Paprika merah (*Capsicum annuum* L.) merupakan komoditas hortikultura bernilai gizi tinggi, terutama sebagai sumber vitamin C dan pigmen antioksidan. Setelah dipanen, jaringan buah tetap aktif secara fisiologis; respirasi, transpirasi, dan perubahan metabolik selama penyimpanan dapat mempercepat kehilangan bobot, perubahan warna, pelunakan, serta penurunan mutu. Karena itu, intervensi pascapanen yang mampu membatasi perpindahan uap air dan gas tanpa menurunkan keamanan pangan menjadi penting [6,18,22].

Teknologi *edible coating* memanfaatkan lapisan tipis yang dapat dimakan untuk membentuk penghalang semipermeabel pada permukaan bahan pangan. Lapisan ini dapat menurunkan perpindahan uap air dan oksigen, memodulasi laju respirasi, serta menjadi matriks pembawa senyawa antimikroba. Kajian mutakhir menunjukkan bahwa pelapis berbasis biopolimer, khususnya kitosan, berpotensi mengurangi kehilangan pascapanen dan mempertahankan atribut mutu buah maupun sayuran [22-24,29,30].

Kitosan merupakan turunan kitin yang kaya gugus amino bebas. Derajat deasetilasi, bobot molekul, pH, dan konsentrasi memengaruhi kelarutan, viskositas, pembentukan film, dan aktivitas antimikrobanya [1,24-26,28]. Gugus amina yang terprotonasi pada kondisi asam dapat berinteraksi dengan komponen bermuatan negatif pada permukaan sel mikroba, sedangkan sifat pembentuk film membantu mengurangi perpindahan massa pada permukaan komoditas [24,28].

Cangkang kerang panggang pulut (*Atrina pectinata*) merupakan limbah biomineral lokal yang berpotensi dimanfaatkan sebagai sumber kitin dan kitosan. Konversi limbah tersebut menjadi bahan pelapis bernilai tambah sejalan dengan pendekatan valorisasi limbah perikanan. Namun, agar dapat dinilai secara ilmiah, proses isolasi perlu dilaporkan secara reproduktibel, karakterisasi kitosan harus konsisten, dan efek pelapis perlu disajikan dengan data kuantitatif serta interpretasi yang tidak melebihi bukti yang tersedia [19,25,30]. Penelitian ini bertujuan mengisolasi dan mengarakterisasi kitosan dari cangkang kerang panggang pulut, mengevaluasi aktivitas antibakterinya terhadap *Staphylococcus aureus*, serta menilai perubahan beberapa parameter mutu paprika merah setelah aplikasi *edible coating* kitosan pada konsentrasi 3%, 6%, dan 9%.

Metode Penelitian

Rancangan penelitian dan bahan

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan empat perlakuan, yaitu P0 (tanpa kitosan), P1 (kitosan 3%), P2 (kitosan 6%), dan P3 (kitosan 9%). Setiap perlakuan terdiri atas tiga ulangan sehingga tersedia 12 unit percobaan. Pengamatan utama terhadap paprika merah dilakukan setelah 8 hari penyimpanan pada suhu ruang. Cangkang *Atrina pectinata* dan paprika merah digunakan sebagai bahan utama, sedangkan pereaksi meliputi NaOH, HCl, NaOCl, asam asetat, gliserol, dan bahan mikrobiologi sesuai prosedur penelitian sumber.

Isolasi kitosan

Serbuk cangkang berukuran 40 mesh diproses secara berurutan. Pada tahap deproteinasi, 100 g serbuk direaksikan dengan NaOH 3,5% pada rasio 1:10 (b/v), dipanaskan pada 90 °C selama 1 jam sambil diaduk, kemudian dicuci hingga pH netral dan dikeringkan pada 60 °C selama 4 jam. Tahap demineralisasi dilakukan menggunakan HCl 2 N dengan rasio 1:5 (b/v) pada 90 °C selama 1 jam, diikuti pencucian hingga netral dan pengeringan pada 60 °C selama 4 jam. Depigmentasi dilakukan dengan NaOCl 4% pada rasio 1:10 (b/v), 90

°C selama 1 jam, kemudian residu dicuci hingga netral dan dikeringkan. Kitin selanjutnya dideasetilasi menggunakan NaOH 50% pada rasio 1:20 (b/v) selama 1 jam. Residu akhir dicuci sampai netral dan dikeringkan pada 60 °C selama 4 jam [16,17,19].

Karakterisasi kitosan dan analisis FTIR

Kitosan hasil isolasi dievaluasi berdasarkan warna, bau, tekstur, rendemen, kadar air, kadar abu, kelarutan dalam asam asetat 2%, serta derajat deasetilasi. Spektrum FTIR direkam untuk mengidentifikasi pita karakteristik kitin dan kitosan. Derajat deasetilasi dihitung dengan pendekatan rasio absorbansi pita amida I dan O-H menggunakan persamaan $DD (\%) = [1 - (A_{1655}/A_{3450})/1,33] \times 100$, dengan A_{1655} sebagai absorbansi pita amida I dan A_{3450} sebagai absorbansi pita O-H/N-H [1,25]. Hasil karakterisasi dibandingkan dengan SNI 7949:2013 [15].

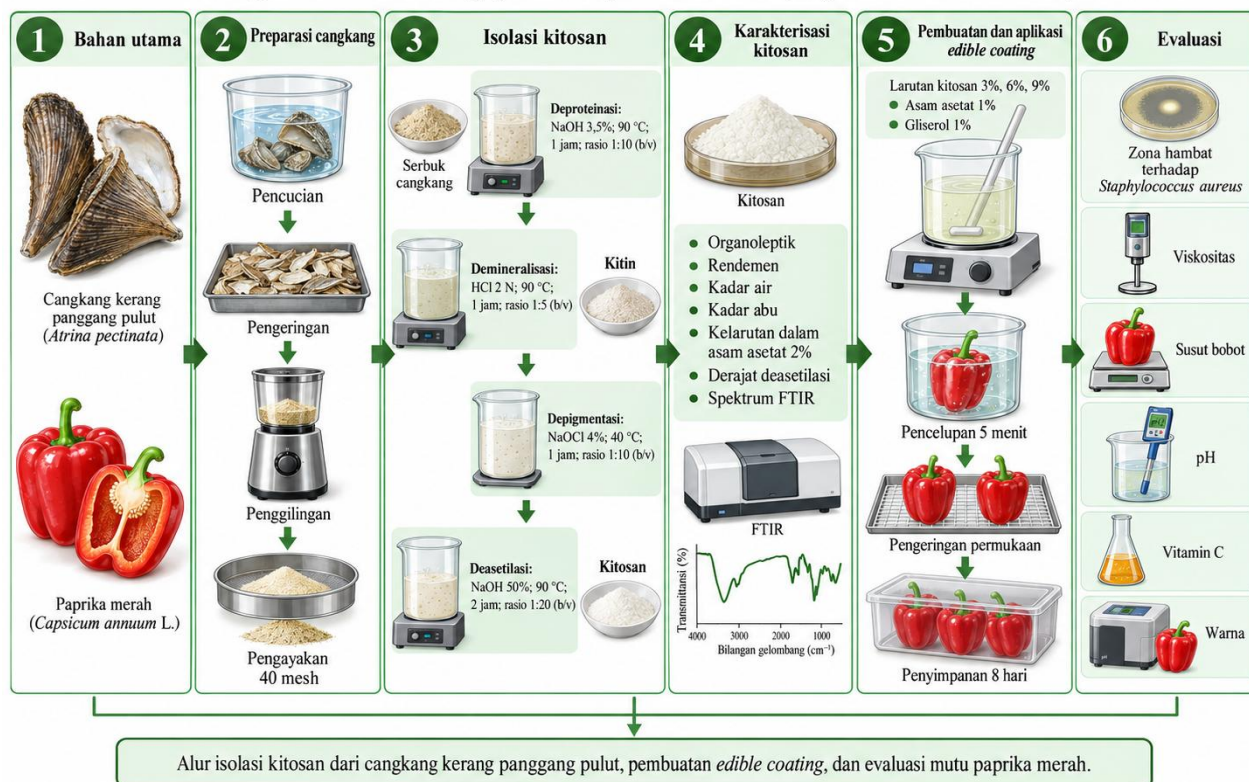
Pembuatan dan aplikasi edible coating

Larutan kitosan 3%, 6%, dan 9% dibuat dengan melarutkan masing-masing 3, 6, dan 9 g kitosan dalam 100 mL asam asetat 1%. Larutan dipanaskan sambil diaduk dengan *magnetic stirrer*, kemudian ditambahkan gliserol 1% sebagai *plasticizer* hingga homogen [7,23]. Paprika yang telah dibersihkan dicelupkan ke dalam larutan pelapis selama 5 menit, ditiriskan, diangin-anginkan hingga permukaan kering, lalu disimpan pada suhu ruang selama 8 hari.

Uji aktivitas antibakteri

Aktivitas antibakteri diuji terhadap *Staphylococcus aureus* dengan metode difusi cakram. Suspensi bakteri disetarakan dengan standar 0,5 McFarland dan diinokulasikan pada Nutrient Agar. Cakram steril berdiameter 6 mm direndam selama 15 menit dalam 10 mL larutan kitosan 3%, 6%, atau 9%, kemudian ditempatkan pada permukaan agar. Kontrol positif menggunakan eritromisin 15 µg/mL dan kontrol negatif menggunakan akuades steril. Setiap perlakuan diuji tiga kali dan diinkubasi pada 37 °C selama 24 jam; diameter zona hambat diukur dalam milimeter. Karakteristik dasar *S. aureus* merujuk pada sumber mikrobiologi Elsevier/ClinicalKey [31].

Isolasi Kitosan dari Cangkang Kerang Panggang Pulut (*Atrina pectinata*) sebagai Edible Coating pada Paprika Merah (*Capsicum annuum* L.)



Gambar 1. Skema isolasi kitosan dari cangkang kerang panggang pulut, pembuatan edible coating, dan evaluasi mutu paprika merah.

Uji viskositas dan mutu paprika

Viskositas larutan diukur menggunakan viskometer Brookfield dengan spindle No. 4 pada 60 rpm dan dinyatakan dalam cP. Setelah penyimpanan, parameter paprika yang tersedia pada data sumber meliputi susut bobot, parameter yang dilaporkan sebagai kadar air, warna (L , a , b^* , dan hue), pH, total asam tertitrasi, vitamin C, dan pembacaan refraktometer yang dilaporkan sebagai total padatan terlarut. Prosedur pengukuran mengikuti metode pada skripsi sumber.

Analisis data

Data ulangan mentah yang tersedia dianalisis sebagai rerata $\pm$ simpangan baku (SD). Untuk zona hambat kitosan, susut bobot, pH, hue, vitamin C, dan pembacaan refraktometer, dilakukan ANOVA satu arah pada taraf $\alpha=0,05$; uji Tukey digunakan bila ANOVA menunjukkan perbedaan keseluruhan yang bermakna. Analisis statistik diposisikan sebagai analisis ulang data sumber. Parameter dengan satuan atau rumus yang tidak dapat diaudit secara lengkap dari dokumen sumber dibahas secara deskriptif dan tidak digunakan sebagai dasar klaim inferensial.

Hasil dan Pembahasan

Rendemen tahap isolasi kitosan

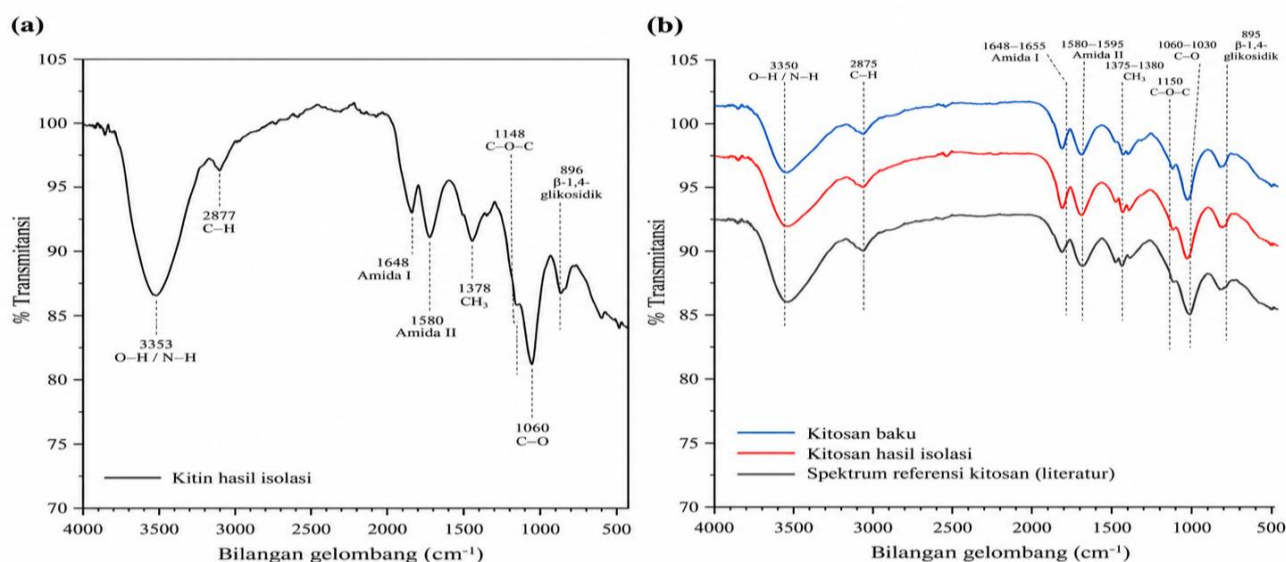
Perubahan massa selama isolasi menunjukkan pelepasan komponen non-kitin pada setiap tahap. Penting untuk membedakan antara rendemen tahap dan persentase kehilangan massa. Pada demineralisasi, misalnya, massa turun dari 83,600 g menjadi 46,700 g; angka 55,86% merupakan rendemen massa yang tersisa, sedangkan kehilangan massanya adalah 44,14%. Demikian pula, pada depigmentasi massa turun dari 46,700 g menjadi 45,300 g, sehingga rendemen tahap adalah 97,00% dan kehilangan massa 3,00%. Penyajian ini mengoreksi kekeliruan interpretasi persentase pada naskah sebelumnya tanpa mengubah data penimbangan sumber.

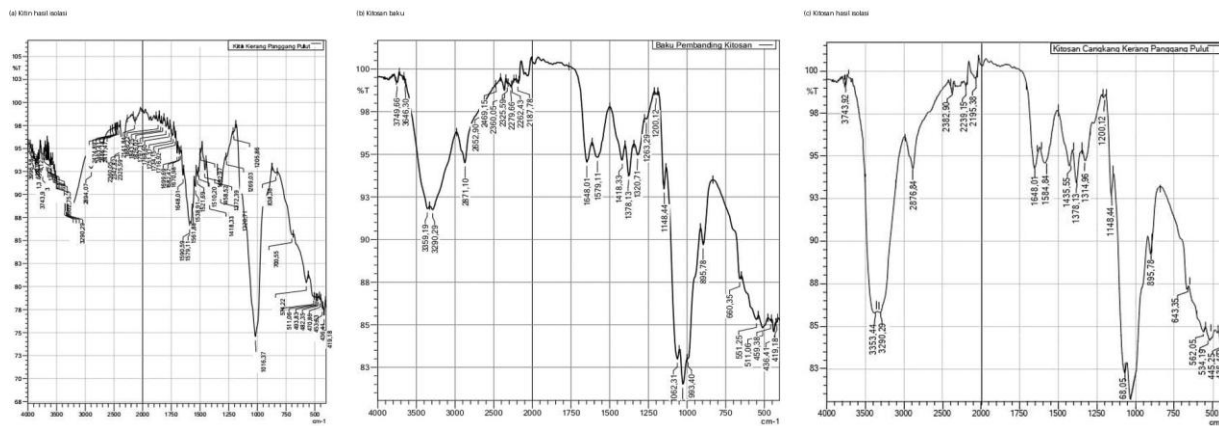
Tabel 1. Perubahan massa dan rendemen pada tahapan isolasi kitosan.

Tahap	Massa awal (g)	Massa akhir (g)	Rendemen tahap (%)	Kehilangan massa (%)
Deproteinasi	100,000	83,600	83,60	16,40
Demineralisasi	83,600	46,700	55,86	44,14
Depigmentasi	46,700	45,300	97,00	3,00
Deasetilasi	45,300	28,750	63,47	36,53

Rendemen akhir transformasi kitin menjadi kitosan dilaporkan sebesar 63,46%, yang konsisten secara praktis dengan perbandingan 28,750/45,300 g ($\approx 63,47\%$). Penurunan massa pada deproteinasi dan demineralisasi berkaitan dengan eliminasi protein dan mineral, sedangkan deasetilasi mengurangi fraksi asetil dan komponen yang terlarut selama proses basa kuat [17,19,25].

Karakterisasi FTIR





Gambar 2. Spektrum FTIR: (a) spektrum kitin hasil isolasi dan (b) overlay spektrum kitosan baku, kitosan hasil isolasi, serta spektrum referensi kitosan dari literatur. (c) Spektrum FTIR (c-a) kitin hasil isolasi, (c-b) kitosan baku, dan (c-c) kitosan hasil isolasi dari cangkang kerang panggang pulut.

Tabel 2. Interpretasi ringkas pita FTIR kitin, kitosan baku, dan kitosan hasil isolasi.

Pita/gugus fungsi	Kitin (cm ⁻¹)	Kitosan baku (cm ⁻¹)	Kitosan isolasi (cm ⁻¹)	Interpretasi
O-H/N-H stretching	3290,29	3359,19	3353,44	Pergeseran pita lebar mencerminkan perubahan lingkungan ikatan hidrogen setelah deasetilasi.
C-H alifatik	2894,07	2871,10	2876,84	Kerangka alifatik polisakarida tetap terdeteksi.
Amida I (C=O)	1648,01	1648,01	1648,01	Pita residual menunjukkan masih adanya sebagian gugus N-asetil.
Amida II/N-H	1551,88	1579,11	1584,84	Pergeseran ke bilangan gelombang lebih tinggi konsisten dengan perubahan lingkungan N-H dan peningkatan kontribusi amina setelah deasetilasi.
C-N	1320,71	1200,12	1200,12	Perubahan daerah C-N mendukung modifikasi gugus amida selama deasetilasi.
C-O-C	1062,31	1062,31	1068,05	Pita eter/glikosidik mempertahankan kerangka utama polisakarida.
β-1,4-glikosidik	838,36	895,78	895,78	Pita daerah sidik jari mendukung keberadaan ikatan β-glikosidik.

Spektrum kitosan hasil isolasi menunjukkan pola yang mendekati kitosan baku, khususnya pada pita O-H/N-H, C-H alifatik, C-O-C, dan daerah β-1,4-glikosidik. Perubahan pada pita amida II dari 1551,88 cm⁻¹ pada kitin menjadi 1584,84 cm⁻¹ pada kitosan isolasi mendukung terjadinya perubahan lingkungan nitrogen akibat deasetilasi. Namun, keberadaan pita amida I di sekitar 1648 cm⁻¹ menunjukkan bahwa deasetilasi tidak berlangsung sempurna, konsisten dengan DD 76,68%, bukan 100% [1,25].

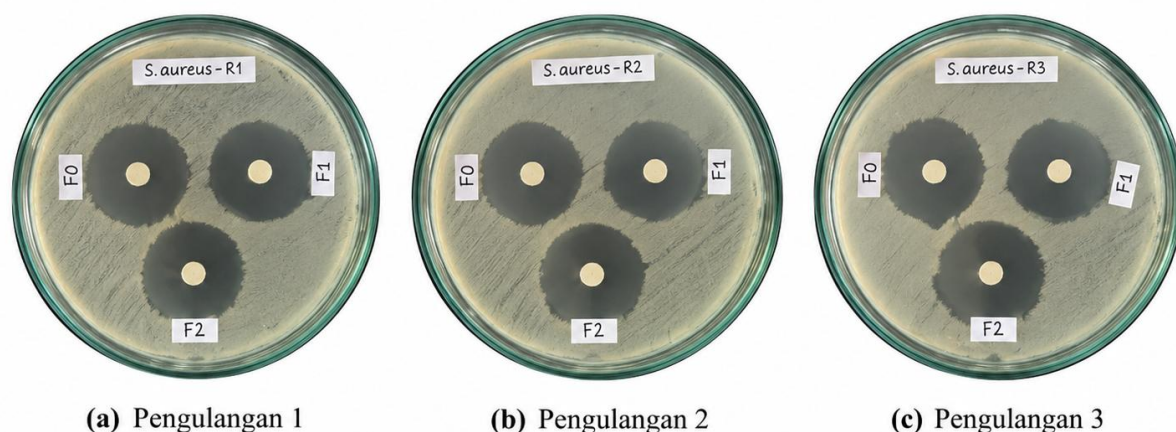
Karakteristik kitosan hasil isolasi

Tabel 3. Karakteristik kitosan hasil isolasi dan perbandingan dengan SNI 7949:2013 [15].

Parameter	Hasil	SNI 7949:2013
Warna	Putih	Cokelat muda sampai putih
Tekstur	Serbuk halus	Serpihan/serbuk halus
Bau	Tidak berbau	Tidak berbau
Kadar air	4,26%	≤12%
Kadar abu	3,84%	≤5%
Kelarutan dalam asam asetat 2%	Larut	Larut
Derajat deasetilasi	76,68%	≥75%

Kitosan berwarna putih, bertekstur serbuk halus, dan tidak berbau. Warna yang lebih terang berkaitan dengan berkurangnya pigmen setelah depigmentasi, sedangkan tekstur halus dipengaruhi oleh penggilingan dan pengayakan. Kadar air 4,26% dan kadar abu 3,84% berada di bawah batas maksimum SNI, sedangkan DD 76,68% berada di atas batas minimum 75%. Kombinasi kadar abu rendah, kelarutan dalam asam asetat, serta pola FTIR mendukung keberhasilan isolasi kitosan [15,16,19,25].

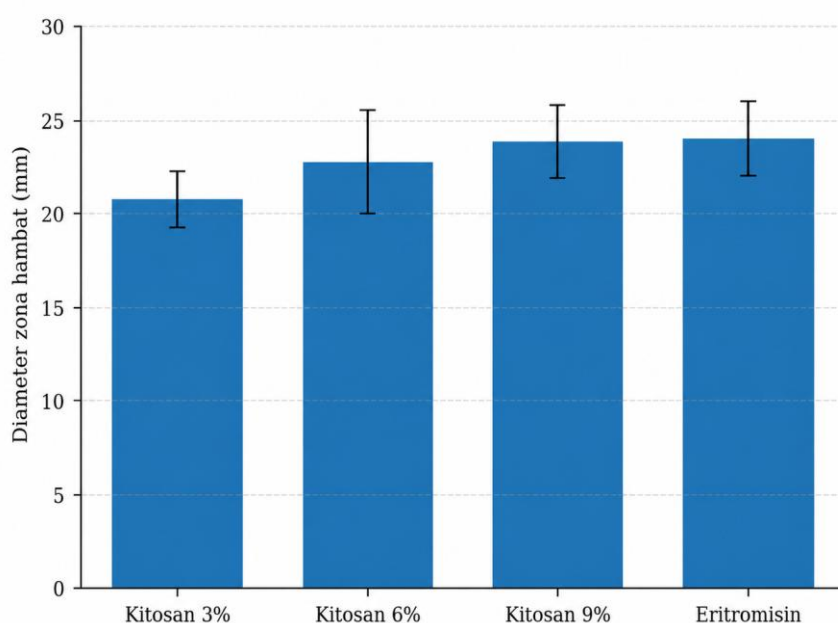
Aktivitas antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus*



Gambar 3. Zona hambat pada tiga pengulangan uji difusi cakram terhadap *Staphylococcus aureus*.

Tabel 4. Diameter zona hambat *Staphylococcus aureus*.

Perlakuan	Ulangan 1 (mm)	Ulangan 2 (mm)	Ulangan 3 (mm)	Rerata $\pm$ SD (mm)
Kitosan 3%	20,0	22,4	19,8	20,73 $\pm$ 1,45
Kitosan 6%	22,7	20,0	25,5	22,73 $\pm$ 2,75
Kitosan 9%	22,0	25,7	23,8	23,83 $\pm$ 1,85
Eritromisin (+)	23,5	22,4	26,1	24,00 $\pm$ 1,90
Akuades (-)	0	0	0	0

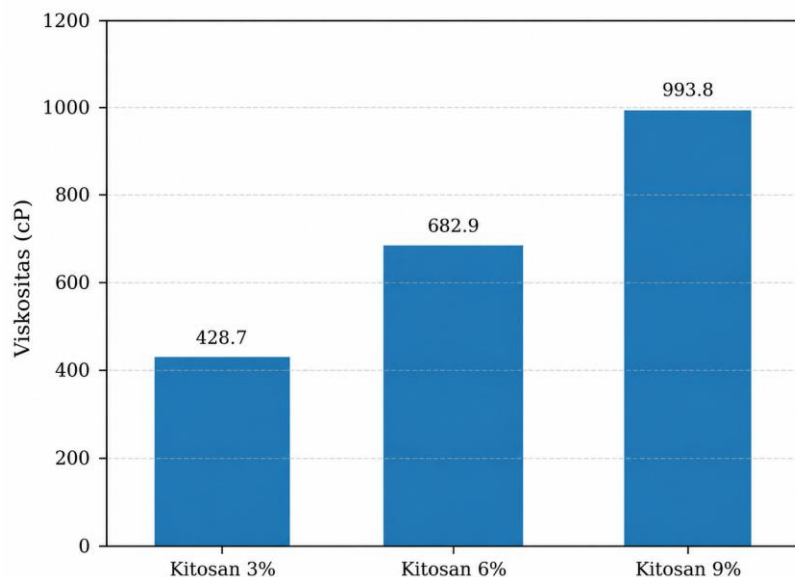


Gambar 4. Rerata $\pm$ SD diameter zona hambat pada konsentrasi kitosan dan kontrol positif.

Zona hambat meningkat secara deskriptif dari 20,73 $\pm$ 1,45 mm pada kitosan 3% menjadi 23,83 $\pm$ 1,85 mm pada kitosan 9%. Meskipun demikian, ANOVA satu arah untuk tiga konsentrasi kitosan tidak

menunjukkan perbedaan yang bermakna ($F=1,70$; $p=0,260$). Oleh karena itu, data ini mendukung adanya aktivitas antibakteri pada seluruh konsentrasi yang diuji, tetapi tidak cukup untuk menyimpulkan hubungan dosis-respons yang signifikan. Interpretasi dipertahankan pada diameter zona hambat karena kitosan bukan antimikroba standar dengan breakpoint klinis CLSI/EUCAST. Secara mekanistik, muatan positif gugus amina kitosan dapat berinteraksi dengan permukaan sel bakteri dan mengganggu integritas membran; besar efek juga dipengaruhi DD, pH, bobot molekul, dan difusi polimer di dalam agar [24,28,31].

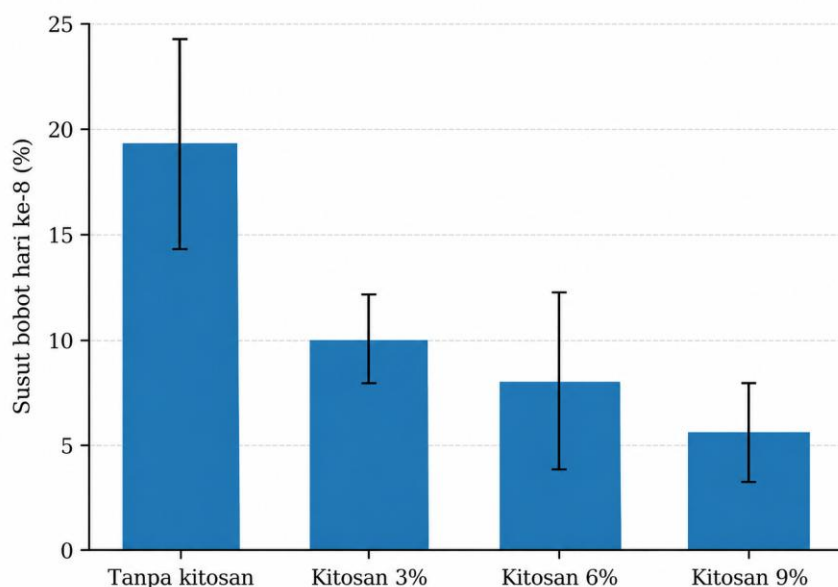
Viskositas larutan edible coating



Gambar 5. Viskositas larutan edible coating pada konsentrasi kitosan 3%, 6%, dan 9%.

Viskositas meningkat dari 428,7 cP pada kitosan 3% menjadi 682,9 cP pada 6% dan 993,8 cP pada 9%. Pola ini konsisten dengan peningkatan jumlah rantai polimer dan interaksi antarrantai pada konsentrasi yang lebih tinggi. Secara aplikatif, kenaikan viskositas dapat meningkatkan ketebalan lapisan yang terbentuk, tetapi viskositas yang terlalu tinggi juga berpotensi mengurangi keseragaman pelapisan. Karena data sumber tidak mencantumkan ulangan viskositas, hasil ini dibahas secara deskriptif [23,27].

Mutu paprika merah setelah 8 hari penyimpanan



Gambar 6. Susut bobot paprika merah setelah 8 hari penyimpanan (rerata $\pm$ SD, $n=3$).

Susut bobot menurun seiring peningkatan konsentrasi kitosan: $19,20 \pm 4,98\%$ pada kontrol, $10,02 \pm 2,08\%$ pada 3%, $7,98 \pm 4,20\%$ pada 6%, dan $5,59 \pm 2,33\%$ pada 9%. Terdapat perbedaan keseluruhan yang bermakna (ANOVA, $p=0,008$). Uji Tukey menunjukkan perbedaan antara kontrol dan kitosan 6% ($p=0,022$) serta antara kontrol dan kitosan 9% ($p=0,008$), sedangkan 3% tidak berbeda bermakna dari kontrol pada $\alpha=0,05$. Hasil tersebut konsisten dengan fungsi lapisan kitosan sebagai penghalang perpindahan uap air dan gas yang dapat menekan kehilangan massa pascapanen [22-24,26,29,30].

Tabel 5. Ringkasan parameter paprika merah pada hari ke-8.

Parameter hari ke-8	Kontrol	Kitosan 3%	Kitosan 6%	Kitosan 9%
Susut bobot (%)	$19,20 \pm 4,98$	$10,02 \pm 2,08$	$7,98 \pm 4,20$	$5,59 \pm 2,33$
"Kadar air" yang dilaporkan (%)	5,97	6,24	6,45	6,64
Hue (°)	$25,89 \pm 0,85$	$21,40 \pm 0,97$	$22,50 \pm 1,59$	$20,82 \pm 0,81$
pH	$3,63 \pm 0,03$	$4,40 \pm 0,21$	$5,24 \pm 0,26$	$6,28 \pm 0,15$
Total asam yang dilaporkan (%)	48,50	25,83	22,30	15,26
Vitamin C (mg/100 g)	$340,27 \pm 71,13$	$434,13 \pm 44,29$	$457,60 \pm 93,13$	$463,47 \pm 56,58$
Pembacaan refraktometer/TPT	$1,355 \pm 0,001$	$1,347 \pm 0,007$	$1,345 \pm 0,001$	$1,344 \pm 0,002$

Nilai yang dilaporkan sebagai kadar air paprika adalah 5,97–6,64%. Karena tabel sumber tidak menyediakan bobot cawan kosong yang diperlukan untuk mengaudit perhitungan kadar air berbasis oven, angka tersebut dipertahankan sebagai data sumber tetapi tidak ditafsirkan lebih lanjut sebagai kadar air absolut. Untuk total asam, sumber melaporkan 48,50% pada kontrol hingga 15,26% pada kitosan 9%. Angka ini tidak digunakan untuk inferensi karena satuan dan faktor konversi pada lembar perhitungan tidak konsisten secara transparan dengan volume titran yang tercatat. Pembacaan yang diberi label TPT berada pada kisaran 1,343–1,355. Nilai tersebut lebih menyerupai indeks bias daripada °Brix, sehingga unit TPT perlu dikonfirmasi dari keluaran instrumen sebelum naskah dipublikasikan.

Nilai pH meningkat dari $3,63 \pm 0,03$ pada kontrol menjadi $6,28 \pm 0,15$ pada kitosan 9% (ANOVA $p<0,001$). Karena penelitian hanya melaporkan titik akhir hari ke-8 tanpa nilai awal yang setara untuk setiap unit, perbedaan ini sebaiknya ditafsirkan sebagai perbedaan antarperlakuan pada akhir penyimpanan, bukan sebagai bukti langsung arah perubahan pH dari hari ke hari. Nilai hue juga berbeda secara keseluruhan (ANOVA $p=0,002$), tetapi seluruh sampel tetap berada pada kategori warna merah menurut data sumber.

Kadar vitamin C rata-rata pada hari ke-8 adalah $340,27 \pm 71,13$ mg/100 g pada kontrol dan $463,47 \pm 56,58$ mg/100 g pada kitosan 9%. Perbedaan keseluruhan antarperlakuan tidak bermakna secara statistik pada data triplikasi yang tersedia (ANOVA $p=0,182$). Dengan demikian, kecenderungan retensi vitamin C pada pelapisan kitosan perlu dibaca sebagai pola deskriptif, bukan sebagai efek yang telah terbukti secara inferensial [18,22,26,30].

Kesimpulan

Cangkang kerang panggang pulut (*Atrina pectinata*) berhasil dikonversi menjadi kitosan dengan rendemen sekitar 63,46%, kadar air 4,26%, kadar abu 3,84%, dan derajat deasetilasi 76,68%; parameter tersebut memenuhi batas mutu yang digunakan dalam SNI 7949:2013. Spektrum FTIR menunjukkan perubahan pita amida yang konsisten dengan proses deasetilasi tanpa menghilangkan kerangka polisakarida. Kitosan 3–9% menghasilkan zona hambat terhadap *Staphylococcus aureus*, tetapi perbedaan diameter zona hambat antar-konsentrasi tidak bermakna ($p=0,260$). Pada paprika merah, konsentrasi kitosan yang lebih tinggi diikuti peningkatan viskositas larutan dan penurunan susut bobot; perlakuan 9% menghasilkan susut bobot hari ke-8 paling rendah, yaitu $5,59 \pm 2,33\%$, dibandingkan kontrol $19,20 \pm 4,98\%$. Kesimpulan mengenai parameter kadar air paprika, total asam, dan TPT sengaja dibatasi sampai satuan serta perhitungannya diverifikasi dari catatan laboratorium asli.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan terima kasih kepada dosen pembimbing dan seluruh pihak yang mendukung pelaksanaan penelitian dan penyusunan naskah.

Referensi

- [1] Weißpflog J, Vehlow D, Müller M, Kohn B, Scheler U, Boye S, et al. Characterization of chitosan with different degree of deacetylation and equal viscosity in dissolved and solid state: insights by various complementary methods. *Int J Biol Macromol*. 2021;171:242-261. doi:10.1016/j.ijbiomac.2021.01.010.
- [2] Pulungan AF, Effendy, MS. Simultaneous spectrophotometric determination of paracetamol, propyphenazone and caffeine by using absorption ratio method. *Asian J Pharm Res Dev*. 2018;6(5). doi:10.22270/ajprd.v6i5.412.
- [3] Natasya E, Daulay AS, Ridwanto R, Rahayu YP. Determination of total flavonoid content of wood extract raru (*Cotylelobium lanceolatum* Craib) based on differences in ethanol concentration with UV-Vis spectrophotometry methods. *J Pharm Sci*. 2023;6(4):1804-1810. doi:10.36490/journal-jps.com.v6i4.305.
- [4] Daulay AS. Karakterisasi dan uji intensitas warna kuning pada ekstrak campuran kunyit-daun salam yang berpotensi sebagai pewarna pangan universal. 2014:4171-4173.
- [5] Abriyani E, Syalomita D, Apriani IP, Puspawati I, Adiputra S, Nadeak ZT. Pengaruh pengolahan termal terhadap struktur molekul material polimer: studi dengan spektroskopi FTIR. *J Soc Sci Res*. 2024.
- [6] Amelia A, Kusumiyati K, Farida F. Analisis kadar air, susut bobot, dan warna (L , a , dan b^*) pada paprika hijau (*Capsicum annuum* var. *grossum*) dengan jenis edible coating berbeda. *Paspalum J Ilm Pertan*. 2023;11(2):294-301.
- [7] Apriliani AK, Hafsari AR, Suryani Y. Pengaruh penambahan gliserol dan kitosan terhadap karakteristik edible film dari kombucha teh hijau (*Camellia sinensis* L.). *Pros Konf Pendidik Biol*. 2019;16(1):275-279.
- [8] Arifah D, Maharani F, Riwayati I. Ekstraksi kulit buah kopi robusta (*Coffea canephora*) berbantu gelombang mikro sebagai antimicrobial edible coating pada buah tomat. *J Inov Tek Kim*. 2024;9(3):202-209.
- [9] Baharuddin S. Uji efektivitas antijamur kitosan cangkang kepiting bakau (*Scylla* sp.) terhadap pertumbuhan *Epidermophyton floccosum* dan *Candida albicans*. *J Ilmu Kefarmasian*. 2021;2(2).
- [10] Destiana ID, Sobari E, Pusvitasari W. Aplikasi edible coating dengan penambahan ekstrak kulit kopi arabika terhadap kualitas buah semangka potong. *Gunung Djati Conf Ser*. 2023;33:65-76.
- [11] Astutiningsih A, Noertjahyani N, Mulya H, Aisyah I. Pengaruh aplikasi edible coating gel lidah buaya dan kitosan terhadap mutu buah stroberi pada penyimpanan suhu ruang dan suhu rendah. *Paspalum J Ilm Pertan*. 2024;12(2):353-366.
- [12] Alhuur KRG, Juniardi EM, Suradi K. Efektivitas kitosan sebagai edible coating karkas ayam broiler. *J Teknol Has Peternak*. 2020;1(1):17. doi:10.24198/jthp.v1i1.24093.
- [13] Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Farmakope Indonesia. Edisi VI. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI; 2020.
- [14] Anisah N, Warsi W, Ramandha MEP, Isasih WD, Inayati R, Indriani N. Aktivitas antioksidan ekstrak metanol dan fraksi n-heksan-etil asetat buah paprika merah (*Capsicum annuum* L.). *Biocity J Pharm Biosci Clin Community*. 2022;1(1):10-17.
- [15] Badan Standardisasi Nasional. SNI 7949:2013 Kitosan - Syarat mutu dan pengolahan. Jakarta: BSN; 2013.
- [16] Ridwanto R, Rosa VD, Rani Z, Fauzi ZPA. Utilization of chitosan from fresh water lobster (*Cherax quadricarinatus*) shells in anti-acne gel preparations. *Trends Sci*. 2024;21(2):7243. doi:10.48048/tis.2024.7243.
- [17] Agusta I. Ekstraksi kitosan dari limbah kulit udang dengan proses deasetilasi. *J Chem Eng*. 2021;2(2).
- [18] Afnani F, Yanti J, Pratiwi W. Penentuan kandungan vitamin C pada paprika (*Capsicum annuum* L.) dengan pelarut polar protik yang berbeda secara spektroskopi UV-Vis. *J Kim Ris*. 2023;8(2).
- [19] Ridwanto R, Daulay AS, Gurning K. Isolation and characterization of chitosan from sea and freshwater waste, North Sumatera Province, Indonesia. *Rasayan J Chem*. 2022;15(2):780-785.
- [20] Ridwanto R, Trizaldi A, Rani Z, Daulay AS, Nasution HM, Miswanda D. Antioxidant activity test of methanol extract of gaharu (*Aquilaria malaccensis* Lam.) bark with DPPH method. *Int J Health Pharm*. 2022;3(2):232-240. doi:10.51601/ijhp.v3i2.123.
- [21] Pulungan AF, Octora DD, Sinaga DM. Formulasi sediaan salep antibakteri ekstrak etanol bunga kecombrang (*Etlingera elatior*) terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*. *J Penelit Farm Herb*. 2018.
- [22] Romanazzi G, Moumni M. Chitosan and other edible coatings to extend shelf life, manage postharvest decay, and reduce loss and waste of fresh fruits and vegetables. *Curr Opin Biotechnol*. 2022;78:102834. doi:10.1016/j.copbio.2022.102834. Available via ClinicalKey.

- [23] Priya K, Thirunavookarasu N, Chidanand DV. Recent advances in edible coating of food products and its legislations: a review. J Agric Food Res. 2023;12:100623. doi:10.1016/j.jafr.2023.100623.
- [24] Saberi Riseh R, Vatankhah M, Hassanisaadi M, Shafiei-Hematabad Z, Kennedy JF. Advancements in coating technologies: unveiling the potential of chitosan for the preservation of fruits and vegetables. Int J Biol Macromol. 2024;254(Pt 1):127677. doi:10.1016/j.ijbiomac.2023.127677.
- [25] Mei Z, Kuzhir P, Godeau G. Update on chitin and chitosan from insects: sources, production, characterization, and biomedical applications. Biomimetics. 2024;9(5):297. doi:10.3390/biomimetics9050297.
- [26] Zheng H, Deng W, Yu L, Shi Y, Deng Y, Wang D, et al. Chitosan coatings with different degrees of deacetylation regulate the postharvest quality of sweet cherry through internal metabolism. Int J Biol Macromol. 2024;254(Pt 1):127419. doi:10.1016/j.ijbiomac.2023.127419.
- [27] Sembiring E, Frida E, Sitorus Z, Sembiring T. Fabrication and characterization of pectin-chitosan edible coatings with a Cosmos caudatus leaf extract for tomato preservation. ACS Omega. 2025;10(7):7204-7210. doi:10.1021/acsomega.4c10344.
- [28] Fatima M, Mir S, Ali M, Hassan S, Khan ZUH, Waqar K. Synthesis and applications of chitosan derivatives in food preservation: a review. Eur Polym J. 2024;216:113242. doi:10.1016/j.eurpolymj.2024.113242.
- [29] Mahin MI, Harun-Ar Rashid M, Mredul AR. Effects of shrimp chitosan based edible coating on the shelf life of selected vegetables in context of attaining SDGs. Appl Food Res. 2025;5(1):100682. doi:10.1016/j.afres.2024.100682.
- [30] Nimitkeatkai H, Apiwatanapiwat W, Janchai P, Meelaksana J, Vaithanomsat P, Techavuthiporn C, et al. Valorization of freshwater crab shell residues to chitosan for postharvest quality of mango (*Mangifera indica* L.) by fruit coating. J Agric Food Res. 2024;18:101441. doi:10.1016/j.jafr.2024.101441.
- [31] Murray PR, Rosenthal KS, Pfaller MA. Medical Microbiology. 10th ed. Philadelphia: Elsevier; 2025. Chapter 17, Staphylococcus and Related Gram-Positive Cocci. Elsevier/ClinicalKey reference source.