SEMAH : Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Perairan
Vol. 10 No.1, Januari-Juni 2026
DOI: https://doi.org/10.36355/semahjpsp.v10i1.1988
1-10

Isolasi dan Karakterisasi Fisikokimia Kitosan dari Limbah Cangkang Kerang Lokan (*Geloina erosa*)

Sindy Gemaeka Putri[1*], Yusra[1], Lidya Dwi Handayani[2]

[1]*Dosen Program Studi Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universutas Bung Hatta, Padang*

[2]*Mahasiswa Program Magister Sumberdaya Perairan, Pesisir dan Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Bung Hatta, Padang*

Email*: sindygema@bunghatta.ac.id

Abstrak

Limbah cangkang kerang lokan (*Geloina erosa*) merupakan salah satu limbah perikanan yang memiliki kandungan kitosan yang memiliki sifat biorenewable, biodegradable, dan biofungsional. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kandungan kitosan dan karakteristiknya dari cangkang kerang lokan (*Geloina erosa*). Penelitian dilakukan pada tanggal 20 November - 30 Desember 2025. Isolasi dan karakterisasi kitosan dilakukan di Laboratorium terpadu Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Bung Hatta. Metode penelitian yang digunakan yaitu deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kitosan memiliki bentuk seperti serbuk dan berwarna putih. Pada hasil rendemen kitosan diperoleh rendemen tertinggi adalah 15,07% dan terendah 4,22%. Kitosan cangkang kerang lokan memiliki kadar air 1,83%, kadar abu 97,75% dan derajat deasetilasi 26%. Hasil analisis uji FTIR diperoleh gugus fungsi OH dan mode vibrasi regangan NH_2.

Kata kunci: Limbah, Kerang Lokan, Kitosan, Isolasi, Identifikasi

Abstract

Lokan clam shell waste (Geloina erosa) is one of the fishery wastes that contains chitosan which has biorenewable, biodegradable, and biofunctional properties. The purpose of this study was to determine the chitosan content and its characteristics from lokan clam shells (Geloina erosa). The study was conducted on November 20 - December 30, 2025. Isolation and characterization of chitosan were carried out at the Integrated Laboratory of the Faculty of Fisheries and Marine Sciences, Bung Hatta University. The research method used was descriptive. The results showed that chitosan has a powder-like form and is white in color. The highest yield of chitosan obtained was 15.07% and the lowest was 4.22%. Lokan shell chitosan has an air content of 1.83%, an ash content of 97.75% and a degree of deacetylation of 26%. The results of the FTIR test analysis obtained OH functional groups and NH2 stretching vibration modes.

Keywords: Waste, Sea Scallops, Chitosan, Isolation, Identification

I. Pendahuluan

Kerang lokan (*Geloina erosa*) merupakan salah satu jenis moluska yang banyak ditemui di perairan Indonesia. Salah satu daerah penghasil kerang lokan terbesar di Provinsi Sumatera Barat adalah Tiku, Kabupaten Agam. Masyarakat di daerah tersebut telah lama memanfaatkan kerang lokan sebagai sumber pangan maupun komoditas perdagangan. Namun, dalam pemanfaatannya, masyarakat hanya mengambil dagingnya, sedangkan bagian cangkang dibuang menjadi limbah tanpa pengolahan lebih lanjut (Mardiana, 2021). Akumulasi limbah cangkang ini menjadi perhatian serius karena dapat menimbulkan pencemaran lingkungan dan bau tidak sedap jika tidak dikelola dengan baik. Konsep "*waste to wealth*" yang menjadikan limbah bernilai ekonomi menjadi strategi penting dalam pengelolaan limbah perikanan saat ini.

Cangkang kerang diketahui mengandung senyawa kitin yang berpotensi tinggi (Wulandari *et al.,* 2020 dan Yuza *et al.,* 2023). Limbah ini dapat dimanfaatkan sebagai sumber bahan mentah penghasil kitin yang bernilai ekonomi. Kitin merupakan komponen utama penyusun eksoskeleton invertebrata, crustacea, dan serangga (Oktawati, 2021). Di alam, kitin menduduki peringkat kedua setelah selulosa sebagai polisakarida alami terbanyak (Nurhayati *et al.,* 2022). Senyawa ini banyak ditemukan pada cangkang hewan laut, seperti cumi-cumi (40%), udang (42-57%), kepiting (50-60%), dan kerang (14-35%) (Ridwanto *et al.,* 2023).

Kandungan kitin pada cangkang limbah tersebut dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku produksi kitosan melalui proses deasetilasi (Priyambodo, 2009). Kitosan adalah turunan dari kitin yang berbentuk padatan amorf berwarna putih dan memiliki sifat biorenewable, biodegradable, serta biofungsional (Wafi *et al.,* 2020). Perkembangan terbaru menunjukkan bahwa permintaan kitosan global terus meningkat, terutama untuk aplikasi bioplastik ramah lingkungan dan pembalut luka modern. Sifat-sifat unik kitosan menyebabkannya memiliki aplikasi yang sangat luas di berbagai bidang, mulai dari farmasi, pertanian, pengolahan limbah, kosmetik, tekstil, hingga industri bioplastik (Wulandari *et al.,* 2020).

Sejumlah penelitian terdahulu telah berhasil mengisolasi dan mengidentifikasi kitosan dari berbagai jenis cangkang kerang. Pada kerang bulu (*Anadara antiquata*), diperoleh derajat deasetilasi yang baik dan memenuhi syarat SNI (>75%) (Sepvina *et al.,* 2022; Baharuddin, 2020; Rizki *et al.,* 2023). Penelitian lain pada cangkang kerang Asia (*Corbicula fluminea*) menghasilkan rendemen kitin sebesar 82,75% dengan tekstur serbuk berwarna putih keabu-abuan (Rachmadianty *et al.,* 2021). Oleh karena itu, peneliti ingin mengisolasi dan mengidentifikasi kitosan dari limbah cangkang kerang lokan di Tiku, Kabupaten Agam, serta menentukan gugus fungsi penyusunnya melalui analisis spektroskopi *Fourier Transform Infrared* (FTIR).

2. Metode Penelitian

Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan pada tanggal 20 November - 30 Desember 2025. Pengambilan sampel di lakukan di daerah Tiku, Kabupaten Agam. Proses isolasi dan karakterisasi kitosan dilakukan di Laboratorium Terpadu Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Bung Hatta. Untuk analisis FTIR dilakukan di Laboratorium Terpadu, Universitas Negeri Padang.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi cawan porselin, magnetic stirrer, gelas beaker, gelas ukur, oven listrik, pipet tetes, thermometer, spatula, dan *Fourier Transform Infrared* (FTIR). Bahan yang digunakan adalah cangkang kerang lokan (*Geloina erosa*) dari Tiku, HCl 1 M, NaOH 4%, NaOH 60%, indikator pH universal, dan aquades.

Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif yang bertujuan untuk menerangkan suatu kejadian (fakta), fenomena, variabel dan keadaan yang terjadi saat penelitian.

Prosedur Penelitian

a. Preparasi Sampel

Limbah cangkang kerang lokan dicuci dengan air mengalir hingga bersih, kemudian dijemur di bawah sinar matahari hingga kering. Cangkang kering dihaluskan menggunakan penggiling bumbu hingga memperoleh tekstur serbuk (Rani *et al.,* 2023).

b. Isolasi Kitosan

Isolasi kitosan dilakukan menurut metode Baharuddin dan Dewi (2020) dengan modifikasi sebagai berikut:

1) Deproteinasi
   Serbuk cangkang direbus menggunakan NaOH 4% (perbandingan 1:10 b/v) selama 1 jam pada suhu 60-80°C dengan pengadukan konstan. Campuran kemudian disaring dan dicuci dengan aquades hingga pH netral.
2) Demineralisasi
   Padatan hasil deproteinasi direaksikan dengan HCl 1 M (perbandingan 1:10 b/v) selama 3 jam pada suhu 60-80°C. Endapan dicuci dengan aquades hingga netral.
3) Deasetilasi
   Endapan hasil demineralisasi (kitin) direaksikan dengan NaOH 60% pada suhu 90-100°C selama 60 menit. Hasilnya dicuci dengan aquades hingga netral, kemudian dikeringkan dalam oven untuk memperoleh kitosan.

a. Karakterisasi Kitosan

1) Uji Organoleptik
   Kitosan diidentifikasi berdasarkan tekstur dan warna secara visual sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI) No. 7949 Tahun 2022.
2) Rendemen
   Rendemen merupakan analisis hasil untuk mengetahui jumlah bahan yang hilang pada setiap proses isolasi kitosan yang menggunakan persamaan sebagai berikut (Wulandari, 2020):

$$\text{Rendemen} = \frac{m2}{m1} \text{ x } 100\%$$

   Keterangan:
   M_2 = massa akhir
   M_1 = massa awal

3) Kadar Air
   Diambil sebanyak 0,5gram kitosan dan dimasukkan kedalam cawan porselin. Kemudian kitosan dioven pada suhu 105^{o}C selama 2 jam. Setelah itu masukkan kedalam desikator selama 30 menit dan timbang. Perlakuan ini dilakukan dengan konstan (AOAC, 1995). Kadar air dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Kadar air} = \frac{B1-B2\ (gram)}{Bs\ (gram)} \text{ x } 100\%$$

   Keterangan:
   B1 = Berat awal (gram)
   B2 = Berat akhir setelah kering (gram)
   Bs = Berat sampel (gram)

4) Kadar Abu
   Diambil sebanyak 0,5gram kitosan dan dimasukkan kedalam cawan porselin. Setelah itu kitosan dipijarkan dalam tanur hingga 500°C hingga 4 jam sampai benar-benar menjadi abu. Kitosan yang telah diabukan dimasukkan ke dalam desikator kemudian ditimbang beratnya (Ridwanto *et al.*, 2023). Kadar abu dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Kadar abu} = \frac{B1-B2\ (gram)}{Bs\ (gram)} \text{ x } 100\%$$

   Keterangan:
   B1 = Berat cawan kosong (gram)
   B2 = Berat setelah diabukan (gram)
   Bs = Berat sampel (gram)

Analisis Derajat Deasetilasi

Kitosan yang telah diperoleh diuji dengan spektroskopi FTIR. Peak yang dihasilkannya dibandingkan dengan peak kitosan komersial. Kemudian, dengan membandingkan absorbansi gugus amida

(1650-1500) cm^{-1} (A_{1655}) dan absorbansi gugus amina (3750-3000) cm^{-1}(A_{3450}), derajat deasetilisasi dapat dihitung dengan persamaan (Andini *et al.*, 2021) :

$$DD = 1- [A1655 \times 1] \times 100\ \%\ A3450\ 1{,}33$$

Analisa Data

Data hasil penelitian selanjutnya dianalisis secara deskriptif kuantitatif, kemudian data disajikan dalam bentuk gambar, tabel dan grafik.

3. Hasil dan Pembahasan

1. Organoleptik

Pada tahapan deproteinasi, ikatan Na^+ dan protein akan membentuk ion Na-proteinat yang membuat protein menjadi terpisah. Sedangkan tahapan demineralisasi ditandai dengan adanya gelembung yang hilang, gelembung tersebut adalah CO_2 dan H_2O. Kemudian tahapan yang terakhir adalah demineralisasi. Tahapan ditandai dengan adanya endapan putih yang menjadi salah satu tanda terjadinya pemisah mineral. Pada proses deasetilasi merupakan tahap yang paling penting dalam pengubahan kitin menjadi kitosan. kitosan terbentuk akibat adanya hidrolisis amida oleh basa, adisi -OH pada asetamida (NHCOOH) melepaskan gugus $COCH_3$ yang meninggalkan gugus amina pada kitosan. Pelepasan gugus asetil dipengaruhi oleh tingginya konsentrasi NaOH (Pratiwi, 2022). Adapun hasil isolasi kitosan dapat dilihat pada gambar 1.



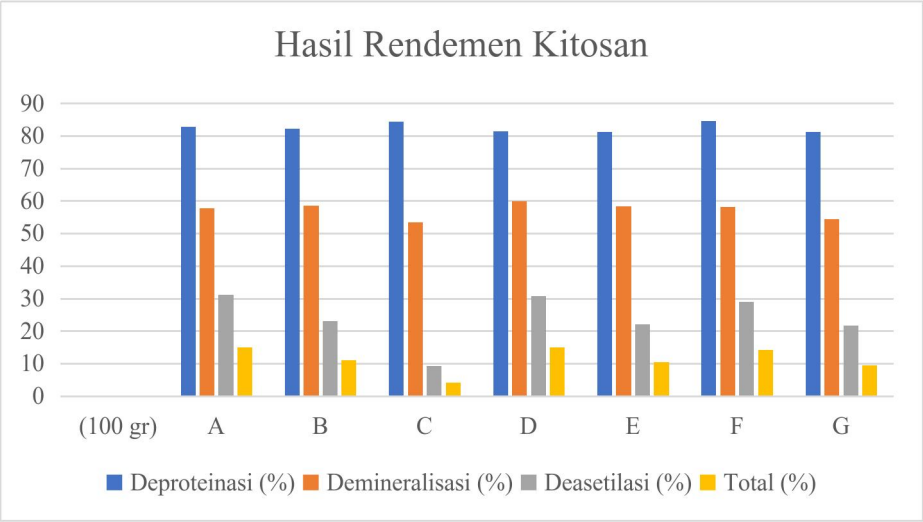
(a) (b)

Gambar 1. Kerang Lokan (a) Cangkang Kerang Lokan (b) Bubuk Kitosan

Berdasarkan gambar 1 dapat dilihat bahwa kitosan dari limbah cangkang kerang lokan memiliki tekstur seperti berwarna putih bersih. Menurut SNI No. 7949 Tahun 2022, kitosan yang berkualitas baik berbentuk serbuk dengan warna coklat muda hingga putih. Hasil ini sejalan dengan penelitian Rizki *et al.*, (2023) pada kerang bulu dan Destrianingtyas *et al.*, (2024) pada kerang mutiara yang juga menghasilkan serbuk putih. Hal ini mengindikasikan bahwa secara fisik, produk telah memenuhi standar visual kitosan.

2. Rendemen

Semakin tinggi rendemen yang dihasilkan maka semakin sedikit pula hasil produksi kitosan. Hasil rendemen dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Rendemen Isolasi Kitosan

Berdasarkan gambar 2 dapat dilihat pada setiap tahapan proses isolasi kitosan terjadi penurunan rendemen. Total persentase rendemen tertinggi adalah 15,07% dan terendah adalah 4,22%. Adapun yang mempengaruhi penurunan rendemen kitosan diantaranya adalah kandungan kitin dalam cangkang kerang, efisiensi proses demineralisasi dan deproteinassi, kondisi reaksi deasetilasi dan metode pengeringan serta penyaringan. Pada tabel dapat dilihat bahwa penurunan rendemen paling besar terjadi pada proses demineralisasi. Hal ini disebabkan karena kandungan mineral paling banyak terdapat pada permukaan kitosan. Rendahnya rendemen kitosan akan meningkatkan kemurnian kitosan sebab banyak gugus asetil yang lepas dari kitin (Destrianingtyas *et al*., 2024). Sedangkan menurut Amelia *et al*., (2021) menyatakan bahwa rendemen kitosan dapat dipengaruhi konsentrasi Natrium hidroksida dan lama waktu pengadukan. semakin lama waktu yang digunakan pada tahap deasetilasi, maka semakin lama waktu reaksi Natrium hidroksida dengan kitin. Penelitian Olaosebikan *et al.,* (2021) dari Cangkang udang (*Penaeus notialis*) menghasilkan rendemen kitosan sebesar 16,93% dibandingkan rendemen kitosan 13,29% dari cangkang kepiting (*Callinectes Amnicola*).

a. Kadar Air dan Kadar Abu

Kadar air pada kitosan merupakan presentase air yang masih terkandung dalam kitosan setelah proses pengeringan. Kadar air ini adalah parameter penting karena dapat mempengaruhi stabilitas, kualitas dan daya simpan kitosan. Sedangkan kadar abu adalah persentase residu organik yang tersisa setelah sampel kitosan diabukan pada suhu tinggi. Hasil kadar air dan kadar abu kitosan dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Mutu Kitosan dari Cangkang Kerang Lokan

Spesifikasi	Kitosan Cangkang Kerang Lokan	Standar Nasional Indonesia (SNI)
Kadar Air (%)	1,83%	≤ 12%
Kadar Abu (%)	97,75%	≤ 5%
Derajat Deasetilasi (%)	26%	75%

Berdasarkan tabel 1 diketahui bahwa kadar air kitosan dari cangkang kerang lokan (*Geloina erosa)* sebesar 1,83% telah memenuhi standar SNI (≤12%). Kadar air yang rendah

mengindikasikan proses pengeringan berjalan baik, sehingga dapat meminimalkan risiko degradasi mikrobiologi dan memperpanjang daya simpan produk.

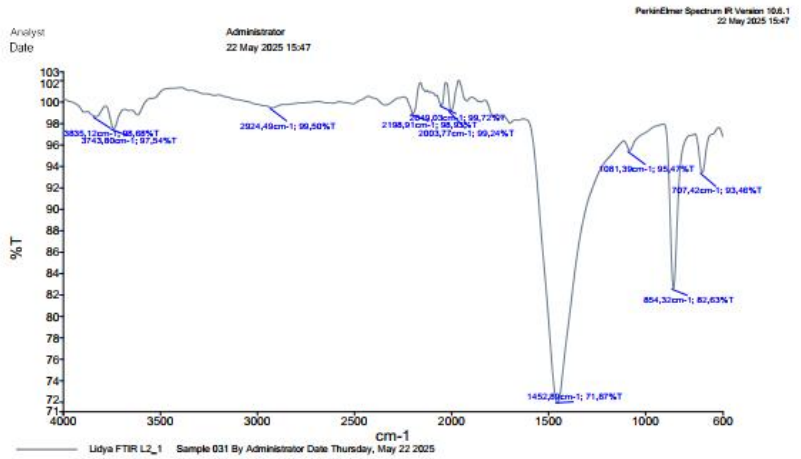
Namun, kadar abu yang diperoleh mencapai 97,75%, jauh melampaui batas maksimal SNI (5%). Sementara penelitian Karim *et al.,* (2024) memperoleh kadar abu sekitar 33,7%. Kadar abu yang tinggi mengindikasikan proses demineralisasi belum berjalan optimal dan masih menyisakan mineral anorganik (kalsium karbonat) dalam jumlah banyak pada sampel akhir. Sejalan dengan penelitian Sari *et al*., (2024) yang menyatakan bahwa penggunaan HCl berlebihan atau proses pencucian yang kurang optimal justru dapat menyebabkan re-endap (re-deposition) kalsium pada permukaan kitin. Mineral yang tertinggal ini kemungkinan besar tertutup oleh lapisan matriks organik yang tebal sehingga asam HCl 1 M sulit menembus sempurna. Temuan ini juga didukung oleh Baharuddin (2020) yang melaporkan tingginya kadar abu akibat proses demineralisasi yang tidak sempurna pada sampel kerang yang berkeras.

b. Derajat Deasetilasi

Derajat deasetilasi merupakan parameter wajib dalam analisis kitosan. Hal ini disebabkan karena berpengaruh pada fungsi dan aplikasi kitosan tersebut. Pada tabel 2 dapat dilihat bahwa derajat deasetilasi yang diperoleh pada penelitian ini adalah 26%. Nilai ini jauh di bawah standar SNI untuk kitosan (minimum 75%). Menurut Pratama *et al.,* (2024), derajat deasetilasi yang rendah (<50%) menandakan bahwa produk tersebut masih memiliki struktur kristal kitin yang kuat dan sulit larut dalam larutan asam, sehingga aplikasinya sangat terbatas dibandingkan kitosan dengan DD tinggi. Secara kimiawi, DD 26% mengindikasikan bahwa produk yang dihasilkan masih memiliki gugus asetil yang dominan, sehingga secara karakteristik lebih mendekati kitin daripada kitosan. Rendahnya DD disebabkan oleh kondisi proses deasetilasi yang belum mampu memutus gugus asetil secara maksimal. Faktor yang berpengaruh antara lain konsentrasi NaOH, waktu reaksi, dan suhu. Meskipun digunakan NaOH 60%, kemungkinan waktu reaksi (60 menit) atau homogenitas pemanasan belum mencukupi untuk mengkonversi seluruh kitin menjadi kitosan. Suhu deasetilasi adalah salah satu parameter kunci yang memengaruhi konversi kitin menjadi kitosan. Penelitian lain seperti Rizki *et al.* (2023) dan Destrianingtyas *et al.* (2024) mampu mencapai DD di atas 75% dengan optimasi yang lebih ketat pada parameter ini. Derraz *et al.,* 2023 juga memperoleh Hasil menunjukkan derajat deasetilasi rata-rata sebesar 77%. Penelitian Handayani *et al.,* (2026) juga memperoleh DD kitosan terbaik dari lobster batu *(Panulirus penicillatus)* adalah pada suhu 100^{o}C. Oleh karena itu semakin tinggi derajat deasetilasi, maka semakin banyak gugus asetil yang hilang, sehingga massa molekul semakin kecil. Semakin banyak gugus asetil yang terlepas, maka semakin tinggi kemurnian kitosan yang dihasilkan (Nurlaili, 2022).

c. Analisis Fourier Transforms Infrared (FTIR)

Analisis gugus fungsi spectrum FTIR dilakukan untuk mengidentifikasi gugus fungsional yang terdapat dalam sampel kitosan dengan daya gelombang mikro. Dapat dilihat pada gambar 3 karakterisasi gugus fungsi FTIR.



Gambar 3. Spektrum FTIR

Gambar 3 menunjukkan, bahwa gugus fungsi pada masing-masing bilangan gelombang tidak terlalu jauh berbeda dengan standar sehingga dapat disimpulkan bahwa senyawa yang dihasilkan dari cangkang kerang lokan (*Geloina erosa*) menghasilkan kitin dan kitosan yang memenuhi standar. Gugus fungsi OH dan NH_2 juga memiliki puncak yang tajam mengindikasikan kitosan memiliki kristalinitas yang tinggi sehingga menunjukkan tingkat kristalinitas yang baik. Semakin baik kristalinitas maka semakin baik juga kualitas kitosan yang dihasilkan (Handayani *et al.,* 2022) dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Analisis FTIR Kitosan

Wavelength	Peak Position	Group
3743,80	-	-
2924,49	2850 – 3000	C - H Stretching
	2500 – 3300	O – H Stretching
	2700 – 3200	O – H Stretching
	2800 - 3000	N – H Stretching
2198,91	2190 - 2260	C ≡ C Stretching
2049,03	1990 - 2140	N = C = S Stretching
2003,77	1990 - 2140	N = C = S Stretching
1452,89	-	-
1081,39	1050 - 1085	C – O Stretching

Tabel 2 menunjukkan hasil bahwa pola serapan pada bilangan 2500-3300 cm^{-1} dan 2800-3000 cm^{-1} terdapat gugus fungsi OH dan mode vibrasi regangan NH_2 yang merupakan kelompok aktif dengan mode getaran lentur (bend). Sejalan dengan Selistiawati (2020) yang menyatakan bahwa terbentuknya gugus NH dan OH adalah bukti bahwa pada suhu deasetilasi telah terbentuk kitosan. Pembentukan gugus hidroksil dan amina sangat penting karena kedua gugus tersebut menyatakan bahwa hilangnya kandungan gugus asetil atau terindikasi terbentuknya kitosan. Hal ini sesuai dengan Siregar (2016) dan Apriliani (2023) yang mendapatkan gugus fungsi kitosan dari cangkang keong sawah (*Pillaa ampullaceal*) mirip dengan daerah serapan kitosan standar.

4. Kesimpulan

Kitosan yang diisolasi dari limbah cangkang kerang lokan memiliki tekstur serbuk dan berwarna putih. Nilai persentase rendemen kitosan tertinggi adalah 15,07% dan terendah adalah 4,22%. Kitosan cangkang kerang lokan memiliki kadar air 1,83%, kadar abu 97,75% dan derajat deasetilasi 26%. Hasil FTIR diperoleh hasil pola serapan pada bilangan 2500-3300 cm^{-1} dan 2800-3000 cm^{-1} terdapat gugus fungsi OH dan mode vibrasi regangan NH_2.

Daftar Pustaka

Amelia, R. N., F.Aryati dan Y. Sastyarina. 2021. Isolasi dan Karakterisasi Kitosan Dari Limbah Cangkang Kerang Asia (*Corbicula Fluminea*). Proceeding Of Mulawarman Pharmaceuticals Conferences. https://doi.org/10.25026/mpc.v14i1.583.

Andini, A., Prayekti, E., Triasmoro, F., dan Kamaliyah, I. N. 2021. Pengaruh Penggunaan Jenis Pelarut Dalam Uji Sitotoksisitas Metode Brine Shrimp Lethality Test (Bslt) Pada Wound Dressing Kolagen-Kitosan. Al-Kimiya: *Jurnal Ilmu Kimia Dan Terapan*, 8(1):15-20. https://doi.org/10.15575/ak.v8i1.10277.

Apriliani, D., L. Handayani, N. Putri, R. Zuhrayni dan F. Syahputra. Isolasi Kitosan Dari Cangkang Udang Pisang (*Penaeus* Sp.) Sebagai Spesies Endemik Di Pantai Barat Aceh. 2023. Jurnal Agrointek, 17 (3):599-607. http://10.21107/agrointek.v17i3.16242.

Association of Official Analytical Chemist [AOAC]. 1995. Official Method Of Analysis Of The Association Of Official Analytical Chemist. Arlington: Virginia USA Association of Official Analytical Chemist Inc.

Badan Standarisasi Nasional. 2022. Kitosan Syarat Mutu Dan Pengolahan. SNI No. 7949.2022. Dewan Standardisasi Nasional. Jakarta.

Baharuddin, S., dan D. Isnaeni. 2020. Isolasi dan Uji Aktivitas Kitosan Cangkang Kerang Bulu (*Anadara inflata*) Sebagai Antibakteri Terhadap *Staphylococcus epidermidis* dan *Escherichia coli*. *Jurnal Media Pharmaceutica Indonesiana*, 3(2): 60-69. https://doi.org/10.24123/mpi.v3i2.3181.

Derraz, M., Elouahli, A., Ennawaoui, C., Achour, M., Rjafallah, A., Laadissi, E., Khallok, H., Hatim, Z., dan Hajjaji, A. 2023. Extraction and Physicochemical Characterization Of An Environmentally Friendly Biopolymer: Chitosan For Composite Matrix Application. Journal of Composites Science, 320; 145963. https://doi.org/10.3390/jcs7060260.

Destrianingtyas, A. S., S. Rahayu, R. R. Ilahi, D. W. Kurniawidi. 2024. Isolasi Kitosan dari Cangkang Kerang Mutiara (*Pinctada Maxima*) Menggunakan Deasetilasi dengan Gelombang Mikro. *Jurnal Kappa*, 8(2): 262 - 269. https://doi.org/10.29408/kpj.v6i2.5881.

Handayani, D., Alaa, S., Kurniawidi, D. W., dan Rahayu, S. 2022. Pengolahan Limbah Cangkang Kerang Mutiara (*Pinctada Maxima*) Sebagai Adsorben Logam Berat Fe. *Jurnal Pertambangan dan Lingkungan*. 3(2):10-15. https://doi.org/10.31764/jpl.v3i2.11464.

Handayani, L. D., Yusra, S. G. Putri, Suparno, 2026. Effect of Deacetylation Temperature On The Degree Of Deacetylation Of Chitosan Extracted From Panulirus Penicillatus Shells. *International Journal of Progressive Sciences and Technologies (IJPSAT),* 56(1):310-315.

Karim, M., Lasker, T., Sahin, M., Hossain, M., dan Saputra, H. 2024. Low Cost Production Of Chitosan Biopolymer From Seafood Waste: Extraction And Physiochemical Characterization. Journal of Research

Updates in Polymer Science, https://doi.org/10.6000/1929-5995.2024.13.03.

Mardiana, U. 2021. Isolasi dan Karakterisasi Kitosan Pada Kerang Darah **(***Anadara granosa***)**. *Journal of BTH Medical Labolatory Technology*, 1(1): 1-9.

Masindi, T., dan N. Herdyastuti. 2017. Karakterisasi Kitosan Dari Cangkang Kerang Darah (*Anadara granosa*). *Journal of Chemistry*, 6(3): 137 -142.

Moray, I. O., D. Tani dan D. Gumolung. 2021. Optimalisasi Adsorpsi Kitosan Dari Kitin Cangkang Keong sawah *(Pilla ampullacea)* Terhadap Logam Kadmium (Cd). *Fullerene Journal of Chem*, 6(1): 1-6. http://10.37033/fjc.v6i1.172.

Nuraida, N., Ridwanto, R., Daulay, A. S., and Nasution , H. M. 2024. Determination of Total Flavonoid Content In Yellow Wood (*Arcangelisia Flava* (L.) Merr.) Ethanol Extract And Antibacterial Activity Test Against *Staphylococcus aureus. Journal of Pharmaceutical and Sciences*, 7(3), 411–421. https://doi.org/10.36490/journal-jps.com.v7i3.598.

Nurhayati, N., Ridwanto, R., Daulay, A. S., Syahputra, R. A., dan Rani, Z. 2022. Utilization of chitosan as a natural preservative against catfish. *International Journal of Science, Technology & Management*, 3(5), 1396-1401.

Nurlaili, Alaa, S., dan Rahayu, S. 2022. Modifikasi Teknik Isolasi Biopolimer Kitosan Dari Cangkang Kerang Mutiara (*Pinctada maxima*) Sebagai Absorben Zat Warna Metilen Blue. ORBITA. *Jurnal Hasil Kajian, Inovasi dan Aplikasi Pendidikan Fisika*. 8(2):268-273. https://doi.org/10.31764/orbita.v8i2.11462.

Oktawati, S., S. Mappangara, H. Chandra, H. Achmad, S. R. J. Ramadhan, G. Dwipa dan M. Yudin. 2021. Efectiveness Nacre Pearl Shell (*Pinctada Maxima*) As Bone Graft For Periodontal Bone Remodeling. *Jurnal Annals of R. S. C. B*, 25(3):8663-8678. https://doi.org/10.3889/oamjms.2022.8529.

Olaosebikan, A., Kehinde, O., Tolulase, O., dan Victor, E. 2021. Extraction and characterization of chitin and chitosan from callinectes amnicola and Penaeus notialis shell wastes. Journal of Chemical Engineering and Materials Science, https://doi.org/10.5897/jcems2020.0353.

Pratiwi, S., N., N. Utami dan P. N. Damayanti. 2022. Karakterisasi Kitosan Dan Pembuatan Nanopartikel Kitosan Dari Cangkang Pupa Black Soldier fly *(Hermetia illucens)*. *Jurnal Medical Sains*, 7(4):963-972.

Rachmadianty, A., F. Aryati dan Y. Sastyarina. 2021. Isolasi dan Karakterisasi Kitin Dari Limbah Cangkang Kerang Asia (*Corbicula fluminea*). Proceeding of Mulawarman Pharmaceuticals Conferences. https://doi.org/10.25026/mpc.v14i1.543.

Rani, Z., Nasution, H. M., Kaban, V. E., Nasri, N., and Karo, N. B. 2023. Antibacterial Activity Of Freshwater Lobster (*Cherax Quadricarinatus*) Shell Chitosan Gel Preparation Against *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 13(2):146-153. 10.7324/JAPS.2023.130216

Ridwanto, R., Pratiwi, A., dan Rani, Z. 2023. Isolation and Toxicity Test Of Chitosan From Green Mussels (*Perna viridis* L.) With Brine Shrimp Lethality Test (bslt) Method. *Jurnal Sains Dan Kesehatan*, 5(5), 759-765. https://doi.org/10.30872/jsk.v5i5.588.

Rizki, D., Ridwanto dan Z. Rani. 2023. Isolasi dan Identifikasi Kitosan Dari Cangkang Kerang Bulu (*Anadara antiquata*). *Jurnal Media Farmasi*,

19(1):74-80. https://doi.org/10.32382/mf.v19i2.174.

Sari, I. P., Mulatsari, E., Mumpuni, E., and Purwanggana, A. 2024. The Demineralization Optimization For Chitosan Synthesis From Crab Shell Waste (*Portunus pelagicus*). *JOPS Journal of Pharmacy and Science*, *7*(2):73–77. https://doi.org/10.36341/jops.v7i2.4653.

Selistiawati, A. 2020. Uji Kualitas Kitosan Dari Limbah Tulang Sotong Dengan Variasi Suhu Deasetilasi (Skripsi). Universitas Buana Perjuangan Karawang.

Sepvina, N. I., Ridwanto, R., dan Rani, Z. 2022. Uji Toksisitas Kitosan Cangkang Kerang Bulu (*Anadara antiquata*) Dengan Metode Brine Shrimp Lethality Test (bslt). *Jurnal Ilmiah Ibnu Sina*, 7(2): 380-389. https://doi.org/10.36387/jiis.v7i2.1023.

Siregar, E. C. 2016. Pengaruh Suhu Dan Waktu Reaksi Pada Pembuatan Kitosan Dari Tulang Sotong (*Sepia officinalis).* Jurnal Teknologi Kimia Unimal, 5(2):37-44. https://doi.org/10.29103/jtku.v5i2.88.

Wafi, A., L. Atmaja dan Y. L. Ni'mah. 2020. Analisis Kuat Traik Dan Elongasi Film Gelatin Kitosan. *Jurnal of Chemistry*, 8(1):1-8. https://doi.org/10.18860/al.v8i1.9097.

Wulandari, W. T., Nurzaman, Pratita, A. T. K., and Idacahyati, K. 2020. Pengaruh Variasi Konsentrasi Naoh Terhadap Nilai Derajat Deasetilasi Kitosan Dari Limbah Cangkang Kerang Hijau (*Perna Viridis* L). *Kovalen: Jurnal Riset Kimia*, *6*(3), 171–176. https://doi.org/10.22487/Kovalen.2020.V6.I3.15277.