

Study on The Determination of Chitosan Functional Groups of Sotong (*Sepia* sp) Bone Extract

(*Studi Penentuan Gugus Fungsi Kitosan dari Ekstrak Tulang Sotong (*Sepia* sp.)*)

Tasya D.P. Br Sihotang, Inneke F.M. Rumengan*, Stenly Wullur , Darus S.J. Paransa, Nickson J. Kawung, James J.H. Paulus

Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Sam Ratulangi, Manado, Sulawesi Utara

*Penulis Korespondensi: innekerumengan@unsrat.ac.id

ABSTRACT

Chitosan of cuttlefish (*Sepia* sp). from North Sulawesi waters has never been reported yet. This study aims to (1) modify cuttlefish bone chitin into chitosan; (2) determine the yield of chitosan of cuttlefish bone raw materials; (3) determine the functional groups of chitosan obtained from cuttlefish bone using the FTIR analysis method. Samples of cuttlefish bone were collected from several locations, dried, and grinded. The steps of extraction of chitin consisted of demineralization with 1.5M HCl for 72 hours, neutralization with distilled water, deproteinization with 3.5% NaOH solvent and heating at 60°C for 4 hours, and then neutralization again and drying. Modification chitin to chitosan was conducted by deacetylation with 60% NaOH at 110°C for 4 hours. The results showed that the yield of chitosan was about 3.8%. The chitosan was then subjected to FTIR, and the results indicated that functional groups of the chitosan molecule, namely the -NH, -CH, CC-, -OH and -C=O groups, are in the wavelength range corresponding to the wavelength range of the standard chitosan molecule, with slight variations, especially in the -NH group. It can be concluded that the cuttlefish bone chitosan meets the criteria for functional groups of standard chitosan.

Keywords: chitosan, cuttlefish bone, FTIR, deacetylation

ABSTRAK

Kitosan dari tulang sotong (*Sepia* sp). asal perairan Sulawesi Utara belum pernah dilaporkan sebelumnya. Penelitian ini bertujuan untuk (1) memodifikasi kitin tulang sotong menjadi kitosan; (2) mengetahui rendemen kitosan dari bahan baku tulang sotong; (3) mendeterminasi gugus fungsi kitosan dengan metode analisis FTIR. Sampel tulang sotong dikoleksi dari beberapa lokasi, dikeringkan dan digerus. Tahap-tahap ekstraksi kitin terdiri dari demineralisasi dengan HCl 1,5M selama 72 jam, netralisasi dengan akuades, deproteinasi dengan NaOH 3,5% dan pemanasan pada suhu 60°C selama 4 jam, kemudian netralisasi dan pengeringan. Modifikasi kitin menjadi kitosan dilakukan dengan deasetilasi dengan NaOH 60% dan dipanaskan pada suhu 110°C selama 4 jam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rendemen kitosan yang dihasilkan sekitar 3,8%. Kitosan yang diperoleh kemudian dilakukan pengujian FTIR, ternyata hasilnya menunjukkan bahwa gugus fungsi molekul kitosan, yaitu gugus -NH, -CH, CC-, -OH dan -C=O, berada pada rentang panjang gelombang yang sesuai dengan rentang panjang gelombang molekul kitosan standar, dengan sedikit variasi terutama pada gugus -NH. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa kitosan tulang sotong yang diteliti memenuhi kriteria gugus fungsi kitosan standar.

Kata kunci: kitosan, tulang sotong, FTIR, deasetilasi

PENDAHULUAN

Perairan Indonesia memiliki banyak potensi yang dapat dimanfaatkan. Potensi-potensi itu dapat dikembangkan dalam bidang sains dan teknologi. Selain memiliki potensi, sumberdaya hayati laut merupakan aset penting dalam menunjang kehidupan manusia baik dari segi ekologi, ekonomi dan sosial diantaranya adalah keberadaan biopolimer alami yang sering digunakan seperti kitin dan kitosan. Kitin merupakan polisakarida alami kedua yang paling banyak setelah selulosa dan biasanya dapat ditemukan pada eksoskeleton krustasea, dan serangga (Rumengan *et al.*, 2018). Kitosan dikenal sebagai biopolimer yang serbaguna dikarenakan memiliki sifat yang unik seperti mampu menjadi aktivitas antimikroba, biodegradabilitas dan biokompatibilitas (Mursal *et al.*, 2022). Kitosan merupakan turunan dari kitin dengan karakteristik kitosan banyak digunakan dalam berbagai bidang termasuk biomedis, farmasi, pertanian, dan pengelolaan lingkungan

Bahan baku yang digunakan dalam mengekstraksi adalah tulang sotong dikarenakan tulang sotong merupakan limbah perikanan karena mengeluarkan aroma yang tidak sedap selain itu tulang sotong juga jarang dimanfaatkan khususnya di Manado, Sulawesi Utara. Karena kurangnya pemanfaatan ini maka dilakukan inovasi baru bahan baku kitosan dari tulang sotong, selain memanfaatkan limbah menjadi kitosan yang dapat diaplikasikan diberbagai bidang. Pada umumnya tulang sotong hanya digunakan sebagai bahan pakan burung, ikan namun pada penelitian ini selain memanfaatkan limbah juga memberikan informasi mengenai kegunaan dari tulang sotong.

Sotong memiliki bentuk tubuh oval, pipih, bulat dan memiliki ukuran yang

ber variasi. Pada bagian tubuh sotong memiliki sirip yang mengelilingi tubuhnya, sirip ini berfungsi untuk pergerakan sotong dan keseimbangan dalam air (Checa *et al.*, 2015). Sotong memiliki kulit yang terkandung sel-sel pigmen yang disebut kromatofora, kromatofora ini berfungsi untuk mengubah warna kulit sotong sehingga mudah berkamuflase melalui proses ini. Sotong memiliki 2 tentakel panjang khusus untuk berburu dan 8 tentakel pendek untuk menangkap dan memegang mangsa sehingga jumlah keseluruhan tentakel pada sotong sebanyak 10 tentakel (Rezky, 2019). Sotong merupakan jenis cephalopoda yang memiliki cangkang pada bagian internal. Cephalopoda berasal dari kata Cephale : Kepala, Podos : kaki, sehingga cephalopoda adalah hewan yang memiliki bagian kaki berada di bagian kepala atau lebih sering disebut sebagai tentakel. Cephalopoda terbagi 3 bagian besar yaitu cumi-cumi (squid), sotong (cuttlefish) dan gurita (octopus). Sotong atau cuttlefish memiliki banyak spesies yang telah terklasifikasi namun yang tersebar di Indonesia ada 7 spesies yang tersebar di seluruh Perairan Indonesia (Rezky, 2019). Diantaranya adalah *S. bandensis* (Adam, 1939), *S. latimanus* (Quoy and Gaimard, 1832), *S. papuensis* (Hoyle, 1885), *S. pharaonis* (Ehrenberg, 1831), *S. recurvirostra* (Steenstrup, 1875), *S. inermis* (Ferussac & d'Orbigny, 1835) dan *S. aculeata* (Ferussac & d'Orbigny, 1848). Pada penelitian kali ini tulang sotong yang digunakan berasal dari salah satu spesies yang tersebar di perairan Indonesia namun untuk spesies yang digunakan belum dipastikan tetapi pada umumnya semua tulang sotong memiliki kesamaan unsur dan struktur.

Tulang sotong merupakan bagian

struktur internal yang unik dan khas pada hewan sotong (ordo Sepiida). Secara anatomic tulang sotong terletak dibagian dorsal tubuh sotong atau lebih tepatnya dibawah mantel. Tulang sotong memiliki bentuk oval memanjang dengan struktur berlapis yang sangat berpori sehingga memberikan karakteristik ringan namun kuat. Secara struktural tulang sotong memiliki dua bagian utama yaitu lapisan luar (korteks) dan bagian dalam lapisan berpori. Tulang sotong memiliki dua struktur kandungan diantaranya kandungan organik dan kandungan anorganik. Kandungan organik memiliki kandungan protein dan β - kitin, dan pada bagian anorganik memiliki kandungan kalsium fosfat, natrium, magnesium, fosfor dan garam mineral (Apriyanto *et al.*, 2023).

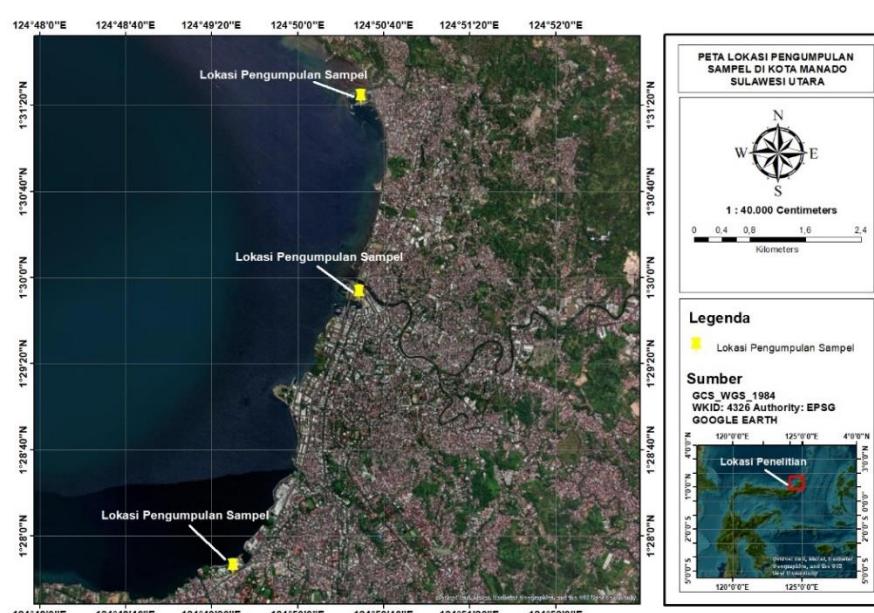
Penelitian ini mengkaji gugus fungsi dari tulang sotong yang telah diekstraksi menjadi kitosan. Gugus fungsi adalah atom atau kelompok atom dari suatu molekul yang menentukan sifat kimia dan reaktivitas dari senyawa tersebut. Gugus fungsi kitosan dari tulang sotong dianalisis

teknis analisis spektroskopi yang Infrared Spectroscopy (FTIR). FTIR adalah melalui metode analisis Fourier Transform memanfaatkan interaksi antara radiasi inframerah dan molekul sampel untuk mengidentifikasi gugus fungsi kimia dalam senyawa (Khamidah *et al.*, 2011).

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini menggunakan sampel kering yang diolah di Laboratorium Bioteknologi dan Farmasetika Laut, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Sam Ratulangi Manado. Pengambilan sampel dilakukan di beberapa titik lokasi untuk memenuhi kebutuhan penelitian skripsi yang memerlukan jumlah sampel yang banyak. Waktu pengambilan sampel bervariasi, menyesuaikan dengan ketersediaan pasokan sampel di masing-masing lokasi. Lokasi pengambilan sampel ada beberapa titik di antaranya Pelelangan Ikan Manado, Pasar Bersehati, dan Pantai Bahu.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam melakukan tahapan ekstraksi kitosan dan analisis kitosan menggunakan metode FTIR adalah mortir dan stamper, gelas beaker, batang pengaduk, termometer, cawan petri, neraca analitik, hotplate stirrer, magnetic stirrer, oven, ayakan, kain nilon, kertas pH meter, gelas ukur, aluminium foil, kertas saring Whatman, spektrofotometer FTIR, tulang sotong, HCl, NaOH, KBr.

Pengambilan Sampel

Tulang sotong di alam ditemukan pada lingkungan yang sering kali dibuang begitu saja oleh konsumen sotong. Tulang sotong yang dikoleksi dari pedagang jumlahnya terbatas oleh sebab itu untuk memenuhi kebutuhan penelitian tulang sotong diperoleh dari nelayan. Sampel yang telah dikoleksi kemudian dicuci terlebih dahulu lalu ditimbang dan kemudian dilakukan pengeringan di bawah matahari hingga kering. Sampel yang telah kering lalu ditimbang agar mengetahui berat dari sampel setelah dilakukan proses pengeringan sampel yang telah kering kemudian dihaluskan menggunakan mortir dan stamper lalu disaring

Uji Proksimat

Uji kandungan proksimat pada tulang sotong untuk mengetahui kandungan komposisi pada tulang sotong. Pengujian kandungan proksimat diantaranya meliputi pengujian kadar air, kadar abu, kadar lemak, kadar protein dan kadar karbohidrat. Uji kandungan ini dilakukan di Laboratorium Unit Pelayanan Terpadu (UPT) Universitas Sam Ratulangi Manado, pada pengujian ini digunakan sampel sebanyak 100 gr

Reaksi Pembentukan Kitosan dari Kitin

Sampel tulang sotong yang telah dipreparasi kemudian diekstraksi melalui tahapan demineralisasi, deproteinasi dan deasetilasi. Pada tahapan ini mengacu pada penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh (Lidia *et al.*, 2022) namun dimodifikasi pada tahapan deasetilasi.

- a. Demineralisasi Sebanyak 100 gram serbuk tulang sotong direndam dalam larutan HCl 37% dengan perbandingan 1:10 (b/v) selama 24 jam pada suhu kamar. Selama proses perendaman, sesekali dilakukan pengadukan. Setelah 24 jam, padatan dicuci dengan aquades hingga pH netral (pH 7). Padatan yang diperoleh dikeringkan dalam oven pada suhu 60°C hingga bobot konstan. Proses demineralisasi bertujuan untuk menghilangkan mineral, terutama kalsium karbonat, dari tulang sotong.
- b. Deproteinasi Padatan hasil demineralisasi direndam dalam larutan NaOH 1N dengan perbandingan 1:10 (b/v). Proses deproteinasi dilakukan pada suhu 60°C selama 2 jam dengan pengadukan konstan menggunakan hotplate stirrer. Setelah proses selesai, padatan dicuci berulang kali dengan aquades hingga pH netral (pH 7) untuk menghilangkan sisa protein dan NaOH. Padatan yang diperoleh dikeringkan dalam oven pada suhu 60°C hingga bobot konstan. Tahap ini bertujuan untuk menghilangkan protein yang terikat pada kitin.
- c. Deasetilasi Padatan hasil deproteinasi (berupa kitin) direndam dalam larutan NaOH 50% dengan perbandingan 1:10 (b/v). Proses deasetilasi dilakukan pada suhu 90°C selama 3 jam dengan pengadukan konstan. Setelah itu, padatan dicuci dengan aquades hingga pH netral (pH 7) dan dikeringkan dalam

oven pada suhu 60°C hingga bobot konstan. Tahap deasetilasi ini bertujuan untuk mengubah gugus asetil pada kitin menjadi gugus amino pada kitosan.

Analisis Gugus Fungsi dengan FTIR

Kitosan yang telah diekstraksi dianalisis gugus fungsinya menggunakan spektrofotometer Fourier Transform Infrared (FTIR) di Pusat Unggulan Iptek (PUI) Kitosan, Universitas Hasanuddin, Makassar. Sampel kitosan dicetak dalam bentuk pelet dengan KBr (potassium bromide). Spektrum FTIR diambil pada rentang bilangan gelombang 4000-400 cm^{-1} . Data spektrum yang dihasilkan kemudian diinterpretasikan untuk mengidentifikasi keberadaan gugus fungsi karakteristik kitosan. Uji FTIR kitosan sudah banyak dilakukan dari berbagai bahan baku antara lain sisik ikan, cangkang udang dan jenis moluska lainnya (Siregar *et al.*, 2017).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Preparasi Sampel

Berat tulang sotong yang didapatkan sangat beragam dikarenakan tergantung dari sotong yang tertangkap pada saat itu. Sampel yang sudah terkumpul kemudian

dicuci lalu dikeringkan di bawah sinar matahari dengan durasi waktu pengeringan beragam berdasarkan berat dari tulang sotong. Ukuran tulang sotong yang berukuran kecil kering selama 1-2 hari, untuk ukuran sedang dapat kering selama 3 hari sedangkan varian yang memiliki ukuran lebih besar dan lebih berat dapat kering selama 5 hari.

Sampel yang sudah terkumpul kemudian dicuci lalu dikeringkan di bawah sinar matahari dengan durasi waktu pengeringan beragam berdasarkan berat dari tulang sotong. Ukuran tulang sotong yang berukuran kecil kering selama 1-2 hari, untuk ukuran sedang dapat kering selama 3 hari sedangkan varian yang memiliki ukuran lebih besar dan lebih berat dapat kering selama 5 hari. Tulang sotong yang telah dikeringkan kemudian dihaluskan menggunakan alat penggerus hingga berbentuk serbuk sehingga memudahkan untuk tahapan ekstraksi kitosan. Hasil akhir dari preparasi siap untuk digunakan sebagai bahan baku ekstraksi kitosan. Pada proses pengeringan sebagian besar komponen hilang komponen yang hilang adalah air menghilangnya kadar air pada tulang sotong melalui penguapan.

Tabel 1. Data hasil pengumpulan sampel

Titik Pengambilan Sampel	Berat (g)	Waktu Pengambilan Sampel	Keterangan
Pasar Bersehati	250	05.00 dan 16.40	Dalam seminggu hanya 2x
Pelelangan Tumumpa	200	05.30 dan 16.00	Dalam seminggu ada 3 sampai 4x
Pantai Bahu	150	18.40	Dalam seminggu hanya ada 1x

Tabel 2. Hasil pengujian proksimat

Nomor	Sampel	Kadar (%)				
		Air	Abu	Lemak	Protein	Karbohidrat
1	Tulang sotong	5	85	2,5	4,25	3,25

Hasil Uji Proksimat

Persentase abu pada tulang sotong dominan daripada kadar lain yaitu 85%. Ini disebabkan adanya pengaruh dari lamanya ekstraksi yang dilakukan serta kandungan kalsium pada tulang sotong. Putri *et al.* (2020) menyatakan bahwa kandungan pada tulang sotong 84% adalah kalsium karbonat (CaCO₃), kandungan ini yang menyebabkan kadar abu pada tulang sotong sangat tinggi. Nurfitri (2022) telah melakukan pengujian proksimat dan merangkum komposisi proksimat tulang sotong dalam persen berat yakni air (0,82 -1,07), abu (84-93), lemak (0,13 -0,53), protein (1,17 -2,21), kalsium (33,13 -38,41). Namun komposisi pada tulang sotong bervariasi tergantung

dari jenis spesiesnya, kelamin, umur dan habitatnya.

Hasil Reaksi Pembentukan Kitin Menjadi Kitosan

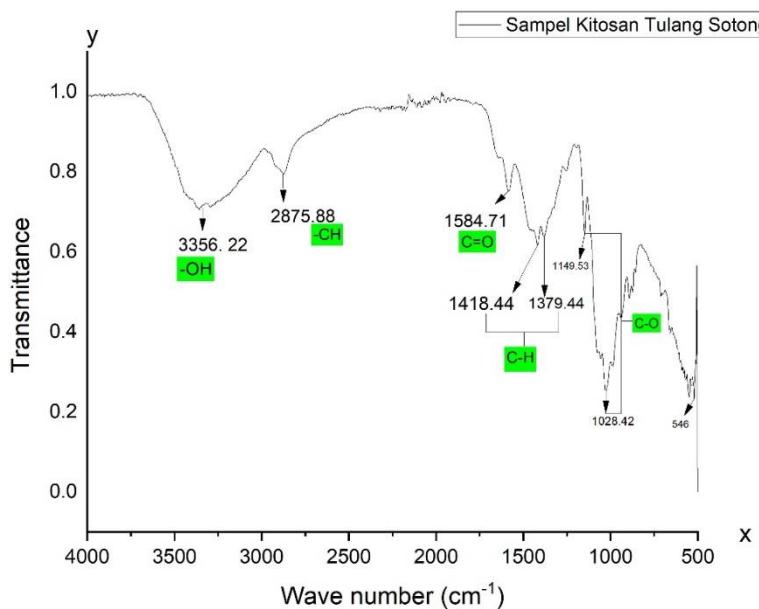
Tabel 3 memperlihatkan bahwa rendemen kitosan yang diperoleh 3,80 %, relatif rendah. Perolehan kitin pada tahap proses deproteinase sebanyak 58 % kitin dari berat awal yaitu 12 gr. Ternyata jika dari kitin perolehan kitosan cukup tinggi, sekitar 54%.

Hasil Uji FTIR

Kitosan hasil preparasi dikarakterisasi menggunakan spektroskopi inframerah untuk mengetahui gugus-gugus fungsi karakteristiknya.

Tabel 3. Hasil pengujian reaksi kitin menjadi kitosan

Proses	Berat Awal (g)	Berat Akhir (g)	Rendemen (%)
Pengeringan	600	280	21,42
Demineralisasi	100	12	12
Deproteinase	12	7	58
Deasetilasi	7	3,80	54
Rendemen total dari seluruh proses			3,80



Gambar 2. Hasil uji FTIR kitosan tulang sotong

Berdasarkan Gambar 2 diatas dapat dilihat bahwa hasil analisis FTIR pada kitosan tulang sotong menunjukkan serapan pada gelombang secara berturut-turut menunjukkan adanya serapan pada bilangan gelombang $3356,22\text{ cm}^{-1}$ yang mengindikasikan keberadaan gugus hidroksil ($-\text{OH}$), yang merupakan ciri khas dari struktur polisakarida. Serapan pada $2875,88\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan keberadaan gugus hidrokarbon ($-\text{CH}$), sedangkan pita serapan pada $1584,71\text{ cm}^{-1}$ mengindikasikan gugus karbonil (C=O), yang dapat berasal dari sisa gugus asetil pada struktur kitosan. Pita serapan pada $1418,44\text{ cm}^{-1}$ dan $1379,44\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya deformasi dari gugus C-H. Selain itu, serapan pada $1028,42\text{ cm}^{-1}$ dan $1049,53\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan keberadaan gugus C-O yang merupakan karakteristik dari ikatan glikosidik dalam struktur polisakarida. Pita serapan pada rentang $546\text{--}529\text{ cm}^{-1}$ mengindikasikan adanya unsur anorganik berupa silikon (Si) dan fosfor (P) yang kemungkinan masih

tertinggal dari komponen mineral tulang sotong.

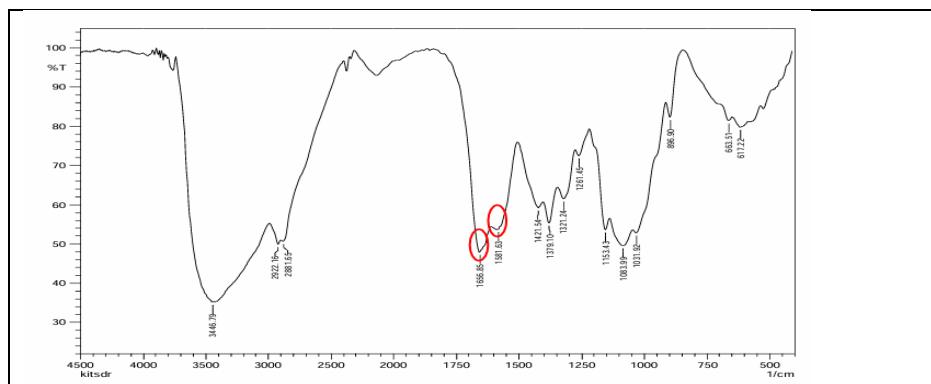
Perbandingan Uji FTIR Kitosan Tulang Sotong dengan Kitosan Standar

Berdasarkan analisis spektrum FTIR, kitosan yang diekstraksi dari tulang sotong menunjukkan kemiripan dengan kitosan standar, tetapi terdapat variasi pada gugus NH yang mengindikasikan ada faktor-faktor lain yang mempengaruhi dan tentunya hal ini perlu diteliti lebih lanjut., seperti pengaruh asal bahan baku, proses ekstraksi yang digunakan.

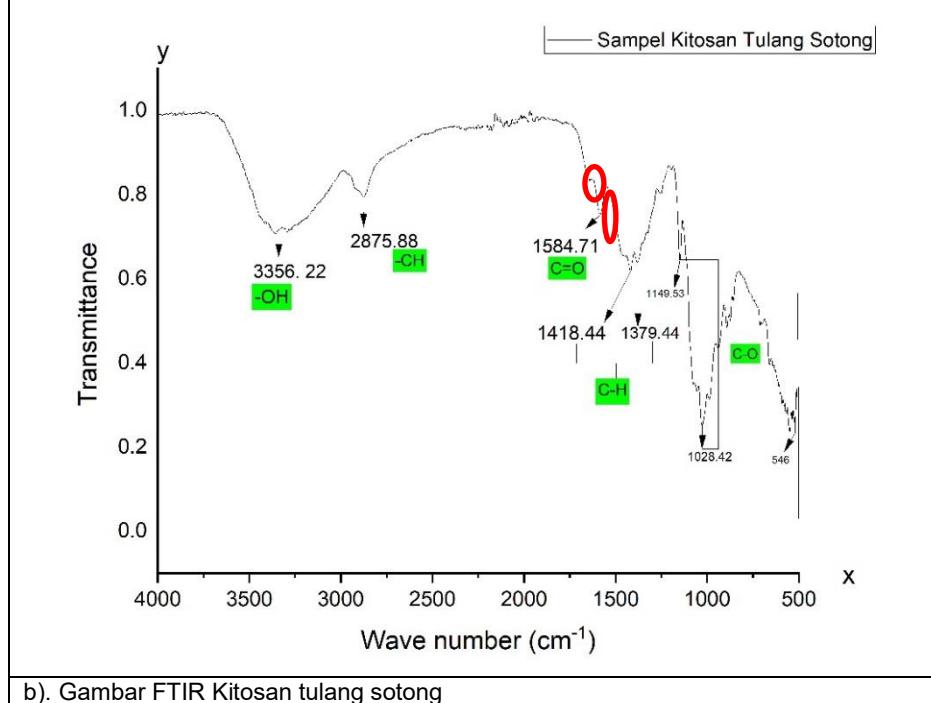
Panjang gelombang gugus fungsi kitosan standar mengacu dari lampiran yang ada pada jurnal (Rumengen et al., 2018). Secara umum, kitosan dari tulang sotong memiliki pola spektrum FTIR yang serupa dengan kitosan standar, tetapi dengan perbedaan kecil seperti pergeseran pada puncak karbonil (C=O) dan intensitas puncak amina ($-\text{NH}_2$). Perbedaan ini disebabkan oleh kandungan mineral dari tulang sotong dimana

Tabel 4. Perbandingan uji FTIR kitosan tulang sotong dengan kitosan standar

Gugus Fungsi	Standar	Panjang Gelombang (cm ⁻¹)						
		Tulang sotong	Napoleon*	Kakatua*	Sahamia*	Salem *	Kakap Merah *	Keterangan
OH	3500-3300	3532.62	3420.35	3442.42	3437.29	3435.79	3440.52	Bending
CH	3000-2800	2757.48	2924.59	2925.52	2925.29	2360.96	2367.43	Stretching
CC	1820-1640	1922	1991.75	1997.49	-	1999.88	1997.49	Streetching
NH	1693-1630	1602	1649.66	1649.76	-	1639.19	1639.86	Stretching
C=O	1815-1550	1584.71	-	-	1795.55	-	-	Stretching



a). Gambar FTIR kitosan standar (Annisa et al., 2019)



b). Gambar FTIR Kitosan tulang sotong

Gambar 3. Perbandingan FTIR kitosan standar dengan kitosan tulang sotong

tulang sotong didominasi kalsium atau variasi dalam proses deasetilasi. Gugus fungsi kitosan yang diesktrak dari tulang sotong yang tidak sesuai dengan standar kitosan ada pada gugus fungsi -NH yang berada serapan panjang gelombang 1602. Berdasarkan standar kitosan gugus fungsi -NH yang berada pada serapan 1693-1630 perbandingan sangat jauh dengan gugus fungsi kitosan tulang sotong namun masih berada pada rentang 1600 yang dimana itu serapan untuk gugus fungsi -NH.

Pada kitosan standar puncak khas kitosan berada pada gelombang 1657 cm^{-1} dan 1582 cm^{-1} yang ditandai dengan lingkaran merah, namun pada hasil kitosan tulang sotong hanya ada pada gelombang 1602 cm^{-1} dan pada 1584.71 cm^{-1} ini sudah menunjukkan kemiripan yang dimana angka pada gelombang sudah mendekati diangka tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa kitosan dari tulang sotong memiliki perbedaan pada gugus -NH yang kemungkinan dipengaruhi dari beberapa faktor diantaranya adalah kandungan yang ada dari tulang sotong selain itu juga dipengaruhi dari individu masing-masing, namun memiliki potensi yang sama dengan kitosan komersial dan dapat digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti suplemen kalsium, biomedis, atau industri pangan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa kitosan berhasil diperoleh dari tulang sotong melalui proses deasetilasi kitin, dengan rendemen sebesar 58% dari kitin dan 3,8% dari berat awal tulang sotong kering. Hasil karakterisasi FTIR menunjukkan bahwa kitosan yang dihasilkan memiliki gugus fungsi NH, OH, CH, C=O, dan C-C yang sesuai dengan standar kitosan, meskipun

terdapat sedikit pergeseran serapan gugus NH pada 1602 cm^{-1} yang masih berada dalam kisaran standar (sekitar 1600 cm^{-1}).

DAFTAR PUSTAKA

- Annisa, D., Kanto, R., Permana, A. D., Hertadi, R. 2019. Extraction and Characterization of Chitin and Chitosan from Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) Ekstraksi dan Karakterisasi Kitin dan Kitosan dari Lalat Serdadu Hitam (*Hermetia illucens*). *Jurnal Ilmiah Farmako Bahari*. 10 (1), 23–32.
- Apriyanto, Aprilianti Idris, S., Rasak, A., Syahrani Ado, M. 2023. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Kitinolitik Pada Air Payau Menggunakan Media Kitin dari Tulang Sotong. *JKEMS- Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 1(1), 70-74 <https://doi.org/10.58794/jkems.v1i1.406>
- Checa, A. G., Cartwright, J. H. E., Sánchez-Almazo, I., Andrade, J. P., Ruiz Raya, F. 2015. The Cuttlefish *Sepia officinalis* (Sepiidae, Cephalopoda) Constructs Cuttlebone From A Liquid-Crystal Precursor. *Scientific Reports*, 1–13. <https://doi.org/10.1038/srep11514>
- Khamidah, I. N., Djunaidi, M. C., Khabibi, K. 2011. Pemanfaatan Kitosan Termodifikasi Asam Askorbat Sebagai Adsorben Ion Logam Kobalt (II) dan Nikel (II). *Jurnal Kimia Sains Dan Aplikasi*, 14(1). 21-25. <https://doi.org/10.14710/jksa.14.1.21-25>
- Lidia, I., Mursal, P., Selistiawati, A., Meli, D. S., Muyasyar, N., Latipah, T., Vidia, V. 2022. Uji Kualitas Kitosan dari Limbah Tulang Sotong dengan Variasi Suhu Diasetilasi. *Jurnal Buana Farma*, 2(2), 72-77.
- Mursal, I. L. P., Fikayuniar, L., Gunarti, N. S., Sugiharta, S., Empon, R. 2021. Pengaruh Waktu Deasetilasi

- Terhadap Hasil Preparasi dan Karakterisasi Kitosan dari Limbah Tulang Sotong (*Sepiella inermis*). *Jurnal Buana Farma*, 1(3), 47-55. <https://doi.org/10.36805/jbf.v1i3.206>
- Putri, B., Rahmayanti, S., Supardi, N. 2020. Potensi Cangkang Sotong Sebagai Sumber Kalsium pada Pakan Larva Rajungan. *Jurnal Abdi*, 2(1), 26-32.
- Siregar, E. C., Suryati, S., Hakim, L. 2017. Pengaruh Suhu dan Waktu Reaksi Pada Pembuatan Kitosan dari Tulang Sotong (*Sepia officinalis*). *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 5(2), 37. <https://doi.org/10.29103/jtku.v5i2.88>
- Suffiani, N. L., Kurniasih, R. A., Suharto, S., 2022. Pengaruh Lama Ekstraksi Menggunakan NaOH Terhadap Karakteristik Nanokalsium dari Tulang Sotong (*Sepia* sp.) *Journal of Fisheries and Marine Research*, 6(1), 130-141.
- Rezky, D. A. 2019. Komposisi Sumber Daya dan Kajian Biologi Sotong Yang Didaratkan Pelabuhan Perikanan Nusantara (PPN) Brondong, Lamongan, Jawa Timur [Skripsi] Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya. 154 hal.
- Rumengan, I. F. M., Suptijah, P., Salindeho, N., Wullur, S., Luntungan, A. H. 2018. Nanokitosan dari Sisik Ikan : Aplikasinya Sebagai Pengemas Produk Perikanan. LPPM UNSRAT. 104 hal