



Analisis Derajat Deasetilasi Kitosan Dari Limbah Cangkang Rajungan Dengan Penambahan Variasi NaBH_4 dan Suhu

Ainiyyah Fatin¹, Aina Salsabilla², Adi Putra Winarto³, Muhammad Fahmi Hakim⁴

^{1,2,3}Universitas Singaperbangsa Karawang, ⁴Dosen Universitas Singaperbangsa Karawang

Abstract

Received: 2 Agustus 2024
Revised: 18 Agustus 2024
Accepted: 30 Agustus 2024

Indonesia has a large potential for marine products, namely blue swimming crab. In general, only the part of the crab is processed into food, so crabs have the potential to produce shell waste. So that the use of crab shell waste can be made into chitosan which is done using two approaches, namely providing quality standard values and high selling prices. In the manufacture of chitosan consists of 3 stages, namely (1) Deproteination stage using 3.5% NaOH at 80°C; (2) Demineralization step using 1 N HCl at 30°C; (3) Deacetylation step using 60% KOH solution with the addition of NaBH_4 (0.50; 0.75; 1 gram) and temperature (100°C, 110°C, 120°C) with a stirring time of 2.5 hours. From the results of the research that has been done, the best degree of deacetylation was obtained when the addition of 0.75 gram NaBH_4 was 73.65% at 120°C. The characteristics of chitosan in the yield with the best 4.25% at 100°C with the addition of 1 gram of NaBH_4 . The water content with the best is 5.15% at 110°C with the addition of 0.75 gram NaBH_4 . And the ash content with the best is 1.747% at 120°C with the addition of 0.75 gram NaBH_4 .

Keywords: Blue crab shell waste, chitosan, degree of deacetylation, KOH, NaBH_4

(*) Corresponding Author: fatinainiyyah@gmail.com

How to Cite: Fatin, A., Salsabilla, A., Winarto, A., & Hakim, M. (2024). Analisis Derajat Deasetilasi Kitosan dari Limbah Cangkang Rajungan dengan Penambahan Variasi NaBH_4 dan Suhu. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 10(20), 21-29. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14257788>

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara dengan potensi perikanan yang melimpah, salah satu hasil laut yang berpotensi cukup besar adalah rajungan (Widiyanto et al., 2020). Pada umumnya hanya bagian dagingnya saja untuk diolah menjadi makanan, sehingga rajungan berpotensi menghasilkan banyaknya limbah cangkang (Amalia et al., 2021). Limbah cangkang rajungan yang saat ini banyak dimanfaatkan masyarakat hanya digunakan sebagai campuran pakan ternak, atau bahkan dibuang begitu saja. Oleh karena itu, pemanfaatan limbah cangkang rajungan belum optimal karena dapat menimbulkan masalah lingkungan antara lain pencemaran bau, dan mengganggu kenyamanan masyarakat (Supratman & Umroh, 2018).

Dalam mengoptimasikan cangkang rajungan dapat digunakan sebagai bahan baku kitosan. Kitosan merupakan hasil proses deasetilasi kitin dengan rumus D-Glukosamin, yang merupakan polimer kationik dengan jumlah monomer sekitar 2.000-3.000 dan tidak beracun. Kitosan terbentuk apabila beberapa gugus asetil dari kitin dihilangkan dengan menggunakan proses deasetilasi parsial. Kitosan memiliki reaktivitas yang lebih tinggi dari pada kitin karena terdiri dari gugus amina bebas dan merupakan nukleofil kuat, sehingga kitosan lebih banyak digunakan dalam dunia industri. Kitosan masih memiliki kelemahan, yaitu sulit larut dalam air (pH netral) karena kitosan memiliki rantai yang panjang (Natalia et al., 2021). Dalam proses

pembuatan kitosan terdapat 3 tahapan dalam pembuatan kitosan diantaranya yaitu deproteinasi, demineralisasi dan deasetilasi (Hargono et al., 2008). Kemurnian kitosan sangat ditentukan oleh derajat deasetilasinya, semakin banyak gugus asetil yang dihilangkan maka semakin tinggi derajat deasetilasinya (Mursida et al., 2018). Kitosan dapat terbentuk dengan proses deasetilasi, semakin tinggi derajat deasetilasi kitosan maka semakin baik kualitas yang didapatkan. Menurut (Vilar Junior et al., 2016), standar baku mutu kitosan ditentukan apabila memiliki derajat deasetilasi lebih dari 50%. Beberapa faktor yang mempengaruhi persentase derajat deasetilasi yaitu konsentrasi larutan alkali, lama proses deasetilasi, suhu deasetilasi, dan jumlah pengulangan (Setha & Rumata, 2019).

Penelitian tentang penggunaan suhu dan waktu yang berbeda dalam proses deasetilasi dari kulit udang venom menghasilkan kandungan kitosan tertinggi sebesar 50,62% pada suhu 100°C selama 2 jam, sedangkan pada suhu 120°C selama 3 jam menghasilkan kitosan dengan derajat deasetilasi sebesar 50,39% (Setha & Rumata, 2019). Kemudian pada penelitian (Rochima, 2007) yang menggunakan limbah rajungan dalam pembuatan kitosan, berdasarkan hasil penelitiannya karakteristik kitin dan kitosan dari cangkang rajungan, menghasilkan rendemen 32% dan 69,5%, derajat deasetilasi 38,02% dan 70,70%. Dalam penelitian yang dilakukan oleh (Safitra, 2015), didapatkan hasil yang optimal untuk nilai derajat deasetilasinya dengan konsentrasi KOH 60% dan pada suhu 110°C, dimana derajat deasetilasi yang dihasilkan sebesar 80,79%. Namun, pada penelitian (Hasanela et al., 2020) konsentrasi NaOH dengan penambahan NaBH₄ dapat menghasilkan kitosan dengan derajat deasetilasi yang besar yaitu 93,99%. Hal ini disebabkan karena kondisi terbaik dari preparasi kitosan didapat dengan menggunakan suatu larutan NaBH₄ yang berfungsi sebagai reduktor yang menyumbangkan H⁺ pada proses deasetilasi menjadi kitosan (Gylienė et al., 2003).

Pengaruh suhu terhadap derajat deasetilasi menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu maka semakin besar nilai derajat deasetilasinya. Semakin tinggi suhu, dapat meningkatkan kecepatan reaksi molekul dalam proses deasetilasi kitosan (Rokhati, 2012). Berdasarkan latar belakang ini, maka penelitian ini bertujuan untuk mengoptimasikan dari limbah cangkang rajungan sebagai bahan baku kitosan dengan mencari kondisi terbaik pada proses deasetilasi kitosan dengan larutan KOH 60% yang ditambahkan variasi konsentrasi NaBH₄ dan variasi suhu untuk mengetahui nilai derajat deasetilasi kitosan yang terbaik.

METODE

Bahan

Bahan - bahan yang digunakan yaitu, limbah cangkang rajungan, NaOH Merck 3,5%, HCl 1 N, KOH Merck 60%, NaBH₄ Merck, Aquades.

Alat

Alat – alat yang digunakan yaitu, Ayakan berukuran 100 mesh, Timbangan digital, Magnetic stirrer, Gelas beaker, Labu ukur, Gelas ukur, Kertas saring, pHmeter, Oven.

Prosedur

a. Tahap Preparasi

Pengambilan sampel cangkang rajungan dan selanjutnya cangkang rajungan diayak menggunakan ayakan 100 mesh untuk menghasilkan serbuk cangkang rajungan yang berukuran sama.

b. Tahap Deproteinasi

Bahan baku serbuk cangkang rajungan ditimbang sebanyak 100 gram. Tambah larutan NaOH 3,5%, dengan perbandingan 1/10 (b/v) antara bahan baku dan larutan basa yang di gunakan. Setelah itu, campuran diaduk dengan magnetic stirrer selama dua jam pada suhu 80°C. Campuran disaring dengan kertas saring dan dicuci dengan aquades hingga diperoleh filtrat dengan pH netral (pH 7). Filtrat padatan yang dihasilkan kemudian dikeringkan dalam oven selama satu jam dengan suhu 150°C.

c. Tahap Demineralisasi

Bahan dari hasil proses deproteinasi ditambahkan larutan HCl 1 N dengan perbandingan 1:10 (b/v). Setelah itu, campuran diaduk dengan magnetic stirrer pada suhu 30°C. Campuran disaring dengan kertas saring dan dicuci dengan aquades hingga diperoleh filtrat dengan pH netral (pH 7). Filtrat padatan yang dihasilkan kemudian dikeringkan dalam oven selama tiga puluh menit dengan suhu 150°C.

d. Tahap Deasetilasi

Hasil pembuatan kitin pada proses demineralisasi ditimbang, kemudian ditambahkan larutan KOH 60% dengan tambahan variasi NaBH₄ (0.50, 0.75, dan 1 gram) dengan rasio perbandingan 1:10 (b/v). Setelah itu, campuran diaduk dengan magnetic stirrer selama dua jam pada variasi suhu (100°C, 110°C, 120°C). Campuran disaring dengan kertas saring dan dicuci dengan aquades hingga diperoleh filtrat dengan pH netral (pH 7). Filtrat padatan yang dihasilkan kemudian dikeringkan dalam oven selama dua setengah jam dengan suhu 90°C.

e. Analisis Sampel

1. Analisis Kadar Air

Kadar air adalah salah satu parameter penting dalam menentukan baku mutu kitosan. Kadar air yang sesuai dengan standar mutu kitosan menurut SNI No.7949 (2013) adalah ≤ 12%. Berikut perhitungan kadar air:

$$Kadar\ air = \frac{(W_1 - W_2)}{(W_1)} \times 100\%$$

Keterangan:

W1 = Berat kitosan awal / sampel basah

W2 = Berat kitosan setelah dioven

2. Analisis Rendemen

Presentase berat kitosan yang dihasilkan terhadap berat kitin adalah dasar untuk menentukan rendemen kitosan. Analisa rendemen kitosan dapat dihitung dengan rumus:

$$Rendemen\ (\%) = \frac{A}{B} \times 100\%$$

Dimana:

A = Berat kitosan kering yang dihasilkan (gram)

B = Berat kitin kering (gram)

3. Analisis Kadar Abu

Kadar abu merupakan parameter yang menentukan keberhasilan proses demineralisasi yang dilakukan. Semakin rendah nilai kadar abu yang diperoleh maka kualitas kitosan akan semakin baik (Zahiruddin et al., 2008). Berikut rumus perhitungan kadar abu:

$$Kadar\ abu = \frac{(C - A)}{B} \times 100\%$$

Dimana:

A = Berat cawan kosong (gram)

B = Berat cawan + sampel (gram)

C = Berat cawan + sampel setelah di furnace dengan suhu 600°C

4. Analisis Derajat Deasetilasi

Salah satu metode mengukur derajat deasetilasi bisa menggunakan spektroskopi inframerah (FTIR), karena relative cepat, dan tingkat ketelitian cukup tinggi, dibandingkan dengan menggunakan teknik titrimetric dan metode spektroskopi lainnya. Persentase derajat deasetilasi kitosan dihitung dengan rumus (Brugnerotto et al., 2001):

$$DD = 100 - \left(\frac{A_{1655}}{A_{3450}} \times \frac{100}{1,33} \right)$$

Dimana, A1655 menunjukkan serapan amida, sedangkan A3450 menunjukkan serapan hidroksil, dan nilai rasio A1655 / A3450 dalam derajat deasetilasi kitosan lengkap ditunjukkan dengan faktor 1,33. Metode dengan perbandingan nilai absorbansi pita serapan dengan spektrum inframerah, dimana nilai absorbansi (A) dicari dengan persamaan (Bahri et al., 2015):

$$A = \log \frac{P_0}{P}$$

Dimana:

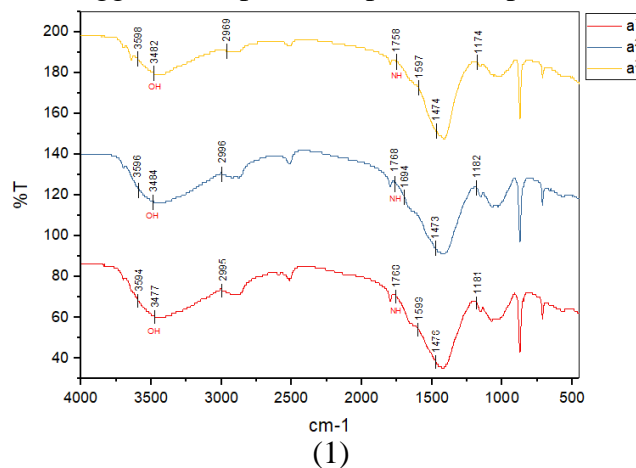
P₀ = Jarak antara garis dasar dengan garis singgung antara dua puncak tertinggi, dengan panjang gelombang 1.655/cm atau 3.450/cm.

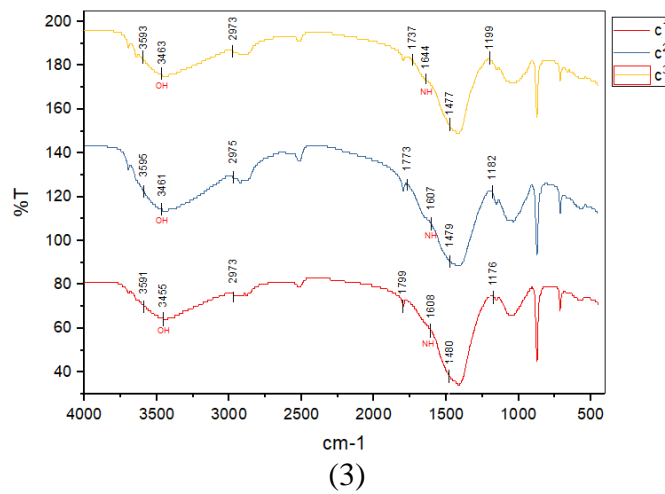
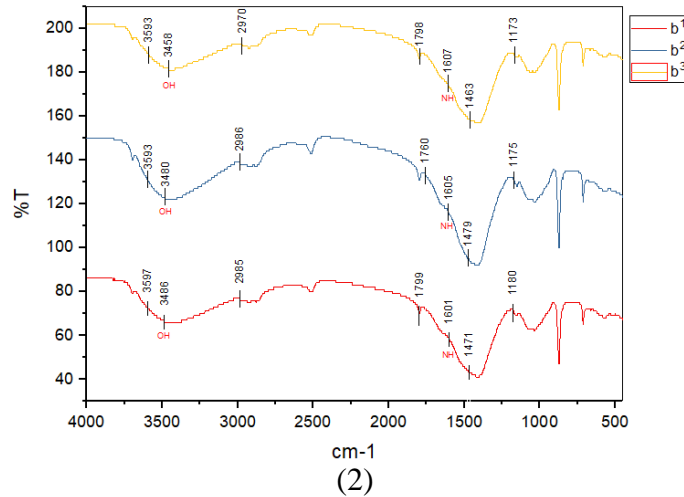
P = Jarak antara garis dasar dengan lembah terendah, dengan panjang gelombang 1.655/cm atau 3.450/cm.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Analisis Nilai Derajat Deasetilasi

Kitosan dikarakteristik menggunakan FTIR untuk menganalisis gugus fungsi karakteristiknya. Ciri khas kitosan meliputi gugus amida dan gugus hidroksil. Letak serapan amida dan hidroksil kitosan memiliki nilai gelombang 1655-1310 cm⁻¹, sedangkan nilai gelombang hidroksil 3550-3300 cm⁻¹. Hasil karakteristik kitosan pada penelitian ini dengan menggunakan spektroskopi FTIR dapat dilihat pada gambar 1.





Gambar 1 Hasil Spektrum FTIRI Kitosan (1) Suhu 100°C, (2) Suhu 110°C, (3) Suhu 120°C

Didapatkan data nilai deasetilasinya sebagai berikut :

Tabel 1 Hasil Nilai Derajat Deasetilasi

NaBH ₄	Suhu 100°C	Suhu 110°C	Suhu 120°C
0,5 Gram	62,16%	63,08%	64,64%
0,75 Gram	65,87%	69,58%	73,65%
1 Gram	68,36%	68,87%	69,26%

Berdasarkan data hasil penelitian pada tabel 1 hasil yang terbaik diperoleh dari penelitian ini pada suhu 100°C dengan penambahan NaBH₄ 1 gram menghasilkan derajat deasetilasi 68,36%; pada suhu 110°C dengan penambahan NaBH₄ 0,75 gram menghasilkan derajat deasetilasi 69,58%; dan pada suhu 120°C dengan penambahan NaBH₄ 0,75 gram menghasilkan derajat deasetilasi 73,65%. Menurut (Badan Standarisasi Nasional, 2013) derajat deasetilasi kitosan minimal 75%, sedangkan menurut Standar Dalwoo Korea dan Standar Lab. Protan Jepang (Rochima, 2014) derajat deasetilasi kitosan ≥ 70%. Oleh karena itu kitosan yang dihasilkan dalam penelitian ini yang sudah masuk ke dalam standar yaitu pada variasi suhu 120°C dengan penambahan NaBH₄ 0,75 gram yang menghasilkan derajat deasetilasi 73,65% dengan memenuhi Standar Dalwoo Korea dan Standar Lab. Jepang, tetapi tidak memenuhi standar mutu kitosan menurut Badan Standarisasi Nasional.

Dari data yang diperoleh dan dilakukan analisis dapat diketahui seberapa pengaruh antara konsentrasi NaBH_4 dan suhu terhadap nilai derajat deasetilasi. Antara konsentrasi NaBH_4 dan suhu yang paling berpengaruh terhadap nilai derajat deasetilasi yaitu suhu, karena semakin tinggi suhu yang digunakan saat pengadukan maka akan semakin tinggi nilai derajat deasetilasinya. Menurut (Mursida et al., 2018) di dalam derajat deasetilasi yang tinggi mengandung gugus NH_2 pada molekul kitosan sehingga kitosan semakin reaktif dan sangat efektifitas.

2. Analisa Rendemen Kitosan

Kitosan yang telah dihasilkan dilakukan analisa untuk mengetahui hasil nilai rendemennya. Menurut (Natalia et al., 2021) bahwa efisiensi ekstraksi bahan baku dalam pembuatan kitosan dapat dilihat pada nilai rendemennya. Rendemen kitosan ditentukan berdasarkan persentase massa kitosan yang dihasilkan terhadap massa bahan baku. Berikut hasil nilai rendemen dari penelitian ini:

Tabel 2 Hasil Nilai Rendemen

NaBH_4	Suhu 100°C	Suhu 110°C	Suhu 120°C
0,5 Gram	1,56%	3,38%	2,86%
0,75 Gram	2,28%	3,30%	3,02%
1 Gram	4,25%	2,82%	2,02%

Rendemen pada hasil penelitian ini didapat yang paling tinggi pada suhu 100°C dengan tambahan konsentrasi NaBH_4 1 gram yang memiliki nilai rendemen sebesar 4,25% dan yang paling rendah pada suhu 100°C dengan tambahan konsentrasi NaBH_4 0.50 gram yang memiliki nilai rendemen sebesar 1,56%. Menurut (Purbowati, 2016) nilai rendemen yang tinggi bisa juga karena saat proses demineralisasi, deproteinasi, dan deasetilasi tidak banyak yang hilang terbawa oleh pelarut selama pencucian (netralisasi).

3. Analisis Kadar Air Kitosan

Kadar air adalah parameter yang menunjukkan bahwa proses deasetilasi berhasil. Menurut (Kocira et al., 2021) suhu dan larutan basa yang digunakan tidak mempengaruhi kadar air selama proses deasetilasi dilakukan. Hal ini disebabkan beberapa faktor, termasuk proses pengeringan, waktu pengeringan, jumlah kitosan yang dikeringkan, dan luas permukaan tempat kitosan dikeringkan. Berikut adalah hasil kadar air kitosan dalam penelitian ini.

Tabel 3 Nilai Hasil Kadar Air

NaBH_4	Suhu 100°C	Suhu 110°C	Suhu 120°C
0,50 Gram	7,16%	6,33%	6,97%
0,75 Gram	6,97%	5,15%	5,88%
1 Gram	5,57%	7,11%	8,06%

Kadar air pada hasil penelitian ini didapat yang paling rendah pada suhu 110°C dengan tambahan konsentrasi NaBH_4 0,75 gram yang memiliki nilai kadar air sebesar 5,15% dan yang paling tinggi pada suhu 120°C dengan tambahan konsentrasi NaBH_4 1 gram yang memiliki nilai kadar air sebesar 8,06%. Semakin rendahnya kadar air yang dimiliki kitosan maka semakin baik nilai mutu kitosan tersebut (Mursal & Latipah, 2022). Hasil kadar air yang diperoleh sudah memenuhi persyaratan kualitas kitosan dari Badan Standarisasi Nasional dengan nomor SNI No.7949 (2013) yang menyatakan bahwa nilai kadar air kitosan $\leq 12\%$ (Badan Standarisasi Nasional, 2013) dan sudah memenuhi standar mutu kitosan menurut Lab. Proton Jepang dan Daiwoo korea yang menyatakan bahwa nilai kadar air kitosan $\leq 10\%$ (Rochima, 2014).

4. Analisis Kadar Abu Kitosan

Parameter yang menentukan keberhasilan proses demineralisasi adalah kadar abu. Berikut adalah hasil kadar abu kitosan dalam penelitian ini.

Tabel 4 Hasil Nilai Kadar Abu

NaBH ₄	Suhu 100°C	Suhu 110°C	Suhu 120°C
0,75 Gram	2,09%	1,85%	1,74%
1 Gram	1,97%	1,86%	1,99%

Berdasarkan hasil data analisa, nilai kadar abu pada kitosan didapat yang paling rendah ada pada suhu 120°C dengan penambahan konsentrasi NaBH₄ 0,75 gram yang memiliki nilai kadar abu sebesar 1,747% dan yang paling tinggi pada suhu 100°C dengan penambahan konsentrasi NaBH₄ 0,75 gram yang memiliki nilai kadar abu sebesar 2,099%. Dari penelitian yang dilakukan dapat dilihat bahwa semakin tinggi suhu maka semakin rendah nilai kadar abu. Hasil kadar abu yang diperoleh sudah sesuai dengan syarat mutu kitosan dari Badan Standarisasi Nasional dengan nomor SNI No.7949 (2013) yang menyatakan bahwa nilai kadar abu kitosan ≤ 5% (Badan Standarisasi Nasional, 2013). Menurut (Amaliya & Astari, 2015) kualitas dan kemurnian kitosan meningkat seiring dengan kadar abu yang dihasilkan. Penghilangan mineral juga dipengaruhi oleh proses pencampuran bahan dengan pengadukannya yang terus-menerus. Dalam proses ini, panas yang dihasilkan akan didistribusikan secara merata sehingga pelarut HCl dapat mengikat mineral secara penuh. Kadar abu digunakan sebagai indikator kandungan mineral sampel. Mineral yang terlepas dapat melekat kembali pada permukaan molekul kitin karena pencucian yang tidak sempurna.

KESIMPULAN

Berdasarkan nilai derajat deasetilasi kitosan yang dihasilkan penggunaan konsentrasi KOH 60% dengan penambahan variasi NaBH₄ (0.5, 0.75 dan 1 gram) dan variasi suhu (100°C, 110°C, 120°C), didapat hasil derajat deasetilasi yang paling tinggi pada penambahan NaBH₄ 0.75 gram yaitu 73,86% pada suhu 120°C.

Berdasarkan hasil analisis, didapatkan karakteristik kitosan pada rendemen dengan hasil yang terbaik yaitu 4,25% pada suhu 100°C dengan penambahan NaBH₄ 1 gram. Pada kadar air dengan hasil yang terbaik yaitu 5,15% pada suhu 110°C dengan penambahan NaBH₄ 0,75 gram. Dan pada kadar abu dengan hasil yang terbaik yaitu 1,747% pada suhu 120°C dengan penambahan NaBH₄ 0,75 gram.

REFERENSI

- Amalia, K. P., Ekayani, M., & Nurjanah, N. (2021). Pemetaan dan Alternatif Pemanfaatan Limbah Cangkang Rajungan di Indonesia: Mapping and Alternative Utilization of Shell Crab Waste in Indonesia. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 24(3), 310–318. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v24i3.37436>
- Amaliya, R., & Astari, I. (2015). PEMBUATAN KITOSAN DARI LIMBAH SISIK IKAN DENGAN PROSES HIDROLISA BASA. *Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember*.
- Badan Standarisasi Nasional. (2013). *Kitosan-Syarat Mutu dan Pengolahan*. BSN.
- Bahri, S., Rahim, E. Abd., & Syarifuddin, S. (2015). DERAJAT DEASETILASI KITOSAN DARI CANGKANG KERANG DARAH DENGAN PENAMBAHAN NaOH SECARA BERTAHAP. *KOVALEN*, 1(1). <https://doi.org/10.22487/j24775398.2015.v1.i1.5161>

- Brugnerotto, J., Lizardi, J., Goycoolea, F. M., Argüelles-Monal, W., Desbrières, J., & Rinaudo, M. (2001). An infrared investigation in relation with chitin and chitosan characterization. *Polymer*, 42(8), 3569–3580. [https://doi.org/10.1016/S0032-3861\(00\)00713-8](https://doi.org/10.1016/S0032-3861(00)00713-8)
- Gylienė, O., Razmutė, I., Tarozaitė, R., & Nivinskienė, O. (2003). Chemical composition and sorption properties of chitosan produced from fly larva shells. 14(3), 7.
- Hargono, H., Abdullah, A., & Sumantri, I. (2008). PEMBUATAN KITOSAN DARI LIMBAH CANGKANG UDANG SERTA APLIKASINYA DALAM MEREDUKSI KOLESTEROL LEMAK KAMBING. *Reaktor*, 12(1), 53. <https://doi.org/10.14710/reaktor.12.1.53-57>
- Hasanela, N., Tanasale, M. F. J. D. P., & Tehubijuluw, H. (2020). Karakterisasi Biopolimer Kitosan Hasil Deasetilasi Limbah Kepiting Rajungan (*Portunus Sanginolentus*) Menggunakan NaBH_4 Dalam NaOH . *Indonesian Journal Of Chemical Research*, 8(1), 66–71. <https://doi.org/10.30598>
- Kocira, A., Kozłowicz, K., Panasiewicz, K., Staniak, M., Szpunar-Krok, E., & Hortyńska, P. (2021). Polysaccharides as Edible Films and Coatings: Characteristics and Influence on Fruit and Vegetable Quality—A Review. *Agronomy*, 11(5), 813. <https://doi.org/10.3390/agronomy11050813>
- Mursal, I. L. P., & Latipah, T. (2022). Pengaruh Variasi Suhu Deasetilasi terhadap Karakteristik Kitosan dari Limbah Cangkang Siput Sawah (*Filopaludina javanica*). 2.
- Mursida, M., Tasir, T., & Sahriawati, S. (2018). EFEKTIFITAS LARUTAN ALKALI PADA PROSES DEASETILASI DARI BERBAGAI BAHAN BAKU KITOSAN. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 21(2), 358. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v21i2.23091>
- Natalia, D. A., Dharmayanti, N., & Roswita Dewi, F. (2021). Produksi Kitosan dari Cangkang Rajungan (*Portunus sp.*) pada Suhu Ruang: The Production of Chitosan from Crab Shell (*Portunus sp.*) at Room Temperature. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 24(3), 301–309. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v24i3.36635>
- Purbowati, P. (2016). Upaya Peningkatan Derajat Deasetilasi pada Kitosan Cangkang Kerang kampak (*Atrina pectinata*) Melalui Proses Deasetilasi Kitin Secara Bertahap.
- Rochima, E. (2007). KARAKTERISASI KITIN DAN KITOSAN ASAL LIMBAH RAJUNGAN CIREBON JAWA BARAT. 14.
- Rochima, E. (2014). Kajian Pemanfaatan Limbah Rajungan dan Aplikasinya untuk Bahan Minuman Kesehatan Berbasis Kitosan. *Jurnal Akuatika*, 5(1), 71–82.
- Rokhati, N. (2012). PENGARUH DERAJAT DEASETILASI KHITOSAN DARI KULIT UDANG TERHADAP APLIKASINYA SEBAGAI PENGAWET MAKANAN. *Reaktor*, 10(2), 54–58. <https://doi.org/10.14710/reaktor.10.2.54-58>
- Safitra, E. R. (2015). Optimasi dan Pemodelan Matematis Deasetilasi Kitin Menjadi Kitosan Menggunakan KOH . *Jurnal Rekayasa Proses*, 9(1), 6.
- Setha, B., & Rumata, F. (2019). KARAKTERISTIK KITOSAN DARI KULIT UDANG VANAME DENGAN MENGGUNAKAN SUHU DAN WAKTU YANG BERBEDA DALAM PROSES DEASETILASI. 22, 10.
- Supratman, O., & Umroh, U. (2018). PEMBERDAYAAN MASYARAKAT DALAM PEMANFAATAN LIMBAH RAJUNGAN SEBAGAI PAKAN IKAN DI

- DESA TUKAK, BANGKA SELATAN. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Bangka Belitung*, 3(2). <https://doi.org/10.33019/jpu.v3i2.149>
- Vilar Junior, J. C., Ribeaux, D. R., Alves da Silva, C. A., & De Campos-Takaki, G. M. (2016). Physicochemical and Antibacterial Properties of Chitosan Extracted from Waste Shrimp Shells. *International Journal of Microbiology*, 2016, 1–7. <https://doi.org/10.1155/2016/5127515>
- Widianto, E., Kusnadi, K., & Kardiman, K. (2020). PENERAPAN TEKNOLOGI CRUSHER DALAM PENGOLAHAN LIMBAH CANGKANG RAJUNGAN DI TPI PASIRPUTIH, DESA SUKAJAYA, CILAMAYA KULON - KARAWANG. *Dinamika Journal: Pengabdian Masyarakat*, 2(2), 34–42. <https://doi.org/10.20884/1.dj.2020.2.2.959>
- Zahiruddin, W., Ariesta, A., & Salamah, E. (2008). KARAKTERISTIK MUTU DAN KELARUTAN KITOSAN DARI AMPAS SILASE KEPALA UDANG WINDU (*Penaeus monodon*). *Buletin Teknologi Hasil Perikanan*, 11(2).