

JURNAL
AKTIVITAS ANTIOKSIDAN KITIN PADA CANGKANG
KEPITING BAKAU (*Scylla serrata*)

VANY MARITO SIMANJUNTAK



FAKULTAS PERIKANAN DAN KELAUTAN
UNIVERSITAS RIAU
PEKANBARU
2023

**AKTIVITAS ANTIOKSIDAN KITIN PADA CANGKANG
KEPITING BAKAU (*Scylla serrata*)**

Oleh:

Vany Marito Simanjuntak¹, Mirna Ilza², Edison²

**Program Studi Teknologi Hasil Perikanan
Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Riau
E-mail: vanysimanjuntak4001@gmail.com**

ABSTRAK

Cangkang kepiting bakau sebagian besar hanya dibuang atau dijual tanpa diolah sehingga mengakibatkan pencemaran lingkungan serta dapat merusak kestabilan ekosistem. Produk yang dapat dihasilkan dari limbah cangkang kepiting yaitu kitin yang berfungsi sebagai pengawet alami, penyerap zat warna, dan antioksidan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui aktivitas antioksidan kitin dan karakteristik fisikokimia kitin. Tahapan pada penelitian ini dimulai dari : 1) Preparasi tepung cangkang kepiting, 2) Ekstraksi kitin yaitu proses demineralisasi dan deproteinasi, 4) Uji antioksidan kitin dengan metode DPPH (2,2-difenil-1-pikriohidrazil). Hasil penelitian kitin didapatkan rendemen 32,1%, kadar air 6,49%, kadar abu 25,12%, derajat deasetilasi 20,2% dan nilai IC₅₀ yaitu 352,58 ppm. Nilai IC₅₀ menunjukkan bahwa aktivitas antioksidan pada kitin cangkang kepiting bakau (*Scylla serrata*) tergolong lemah atau tidak aktif.

Kata kunci: *Scylla serrata*, kitin, antioksidan, derajat deasetilasi

1.) **Mahasiswa Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Riau**

2.) **Dosen Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Riau**

**ANTIOXIDANT ACTIVITY OF CHITIN IN MANGROVE CRAB
(*Scylla serrata*) SHELL**

By:

Vany Marito Simanjuntak^{*}, Mirna Ilza, Edison
Faculty of Fisheries and Marine Science, Riau University
Email: vany simanjuntak4001@gmail.com

ABSTRACT

Most of the mangrove crab shells are just thrown away or sold without being processed, causing environmental pollution and can damage the stability of the ecosystem. Products that can be produced from mangrove crab shell waste are chitin which functions as a natural preservative, dye absorbent, and antioxidant. This research aims to determine the antioxidant activity of chitin and the physicochemical characteristics of chitin. The stages in this research started with: 1) Preparation of crab shell flour, 2) Extraction of chitin, namely demineralization and deproteination processes, 4) Testing of chitin antioxidant using the DPPH method (2,2-diphenyl-1-picriohydrazyl). The results of chitin research obtained 32.1% yield, 6.49% water content, 25.12% ash content, 20.2% degree of deacetylation and IC₅₀ value of 352.58 ppm. The IC₅₀ value indicates that the antioxidant activity of the chitin and chitosan of mangrove crab shells (*Scylla serrata*) is classified as weak or inactive.

Keywords: *Scylla serrata*, chitin, antioxidants, degree of deacetylation,

-
- 1.) **Student of Faculty of Fisheries And Marine Science, Universitas Riau**
 - 2.) **Lecturer of Faculty of Fisheries And Marine Science, Universitas Riau**

PENDAHULUAN

Kepiting bakau (*Scylla serrata*) merupakan salah satu komoditas perikanan pantai bernilai ekonomis tinggi. Kepiting ini terkenal di mancanegara dan potensinya di Indonesia cukup besar, karena kepiting memiliki distribusi yang luas dan dapat ditemukan hampir di seluruh perairan Indonesia terutama pada perairan yang ditumbuhi hutan mangrove. Kepiting termasuk salah satu produk perikanan unggulan dan produksi kepiting di Indonesia pada tahun 2020 mencapai 27.616 ton kemudian meningkat 32.183 ton pada tahun 2021 (BPS 2021). Diperkirakan bahwa Indonesia memiliki potensi limbah cangkang kepiting yang belum dimanfaatkan sebesar 56.200 ton per tahun (Rochima 2014).

Kepiting diekspor sebagian besar dalam bentuk kepiting beku tanpa kepala dan cangkang, sehingga menghasilkan limbah kepala dan kulit kepiting cukup banyak (Apriani *et al.* 2012). Cangkang kepiting tersebut sebagian besar hanya dibuang atau dijual tanpa diolah. Jika limbah cangkang kepiting ini tidak diolah, maka dapat mengakibatkan pencemaran lingkungan, karena mudah membusuk akibat aktivitas mikroorganisme dan dapat merusak kestabilan ekosistem. Salah satu produk yang dapat dihasilkan dari limbah cangkang kepiting yaitu kitin.

Salah satu sumber kitin yang potensial adalah cangkang kepiting dengan kandungan kitin mencapai 71%. Secara umum kitin memiliki bentuk fisik berupa kristal berwarna putih sampai kuning muda, tidak berasa, tidak berbau dan memiliki berat molekul yang berat. Sifat kitin yang tidak beracun dan mudah terdegradasi mendorong dilakukannya modifikasi kitin dengan tujuan mengoptimalkan kegunaan maupun memperluas bidang aplikasi kitin.

Kitin dapat diaplikasikan dalam berbagai bidang, dimana pada bidang pangan dan berfungsi sebagai pengawet alami, penyerap zat warna, dan antioksidan. Antioksidan merupakan senyawa yang dapat

menghambat reaksi oksidasi, dengan cara mengikat radikal bebas dan molekul yang sangat reaktif. Antioksidan juga dapat menetralkan radikal bebas dengan cara mendonorkan elektron atom hidrogen.

Berdasarkan uraian diatas, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian mengenai aktivitas antioksidan pada kitin cangkang kepiting bakau dengan waktu pemanasan berbeda.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat Penelitian

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah cangkang kepiting yang diperoleh dari Pasar Bawah Pekanbaru. Bahan kimia yang digunakan dalam pembuatan kitin adalah HCL 1 N, NaOH 3,5%, dan akuades. Bahan kimia untuk pengujian aktivitas antioksidan yaitu serbuk (*2,2-difenil-1-pikrilhidrazil*) DPPH, methanol p.a dan asam askorbat.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *grinder*, nampan, gunting, ayakan 60 *mesh*, gelas beaker, batang pengaduk, oven, timbangan analitik, timbangan digital, saringan, erlenmeyer, cawan porselen, desikator, penjepit, spatula, tabung reaksi, rak tabung reaksi, spektrofotometer *Ultra Violet-Visible* (UV-Vis), mikropipet, labu ukur, dan kuvet.

Metode Penelitian

Metode penelitian ini yaitu eksperimen yang melakukan percobaan secara langsung aktivitas antioksidan kitin pada cangkang kepiting bakau. Parameter yang diukur pada kitin dan kitin meliputi analisis rendemen, kadar air, abu, derajat deasetilasi dan uji aktivitas antioksidan.

Prosedur Penelitian

Preparasi Tepung Cangkang Kepiting Bakau

Bahan baku utama yang digunakan adalah Sampel yang digunakan diperoleh dari Pasar Bawah Kota Pekanbaru. Cangkang kepiting dicuci dengan air mengalir dan disikat untuk menghilangkan sisa kotoran dan daging. Cangkang kepiting yang telah bersih kemudian dilakukan pengeringan dengan menggunakan

oven pada suhu 50°C selama ± 24 jam. Pengecilan ukuran yang ditumbuk dengan mortar, lalu dihaluskan menggunakan grinder dan diayak menggunakan ayakan 60 mesh.

Karapas yang telah dibersihkan akan dikeringkan menggunakan oven hingga kering (12-16 jam) dengan suhu ± 40 °C. Karapas udang akan mengalami perubahan warna menjadi pink kemerahan dan rapuh yang menandakan karapas sudah kering. Selanjutnya karapas udang dimasukkan kedalam grinder untuk proses pengecilan ukuran dan diayak menggunakan ayakan 80 mesh.

Analisis Kadar Air (AOAC 2005)

Cawan kosong yang bersih lalu dikeringkan dalam oven pada suhu 100- 105°C selama 1 jam, setelah itu didinginkan dalam desikator. Cawan tersebut ditimbang (A gram). Sampel ditimbang 3-4 g, lalu dimasukkan ke cawan porcelen yang kemudian ditimbang (B gram). Cawan yang berisi sampel dimasukkan dalam oven untuk dikeringkan dengan suhu 100-105°C selama 5-6 jam. Kemudian, cawan didinginkan dalam desikator selama 30 menit dan ditimbang cawan tersebut (C). Perhitungan kadar air dapat dilakukan dengan menggunakan rumus:

$$\% \text{ Kadar air} = \frac{B-C}{B-A} \times 100\%$$

Keterangan :

A = Berat cawan kosong (g)

B = Berat cawan + sampel awal (g)

C = Berat cawan + sampel kering (g)

Analisis Kadar Abu (AOAC 2005)

Cawan porselen yang telah dibersihkan kemudian dikeringkan terlebih dahulu didalam oven bersuhu 105°C selama 30 menit, lalu didinginkan dalam desikator selama 30 menit dan ditimbang (A). Sampel sebanyak 4-5 (B) gr dimasukkan ke dalam cawan kemudian dibakar diatas kompor listrik sampai tidak berasap. Sampel selanjutnya dibakar di dalam tanur pengabuan dengan suhu pengabuan 550°C hingga mencapai pengabuan sempurna. Dinginkan sampel kemudian ditimbang (C).

Perhitungan kadar abu dilakukan dengan menggunakan rumus :

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

Keterangan :

A = Berat cawan kosong (g)

B = Berat cawan dengan sampel (g)

C = Berat cawan dengan abu (g)

Derajat Deasetilasi

Analisis derajat deasetilasi kitin dilakukan menurut prosedur Winarti *et al.* (2008). Sebanyak 2 mg sampel ditimbang dan ditambahkan 200 mg KBr lalu dihancurkan dengan mortar. Campuran dipress pada tekanan 800 kg. Kepingan hasil pengepresan diukur absorbansinya pada panjang gelombang 1655 dan 3450 cm^{-1} dengan spektrofotometer *Infrared*. Derajat deasetilasi ditentukan dari spektrum serapan spektrofotometer IR dengan metode garis dasar. Puncak tertinggi dicatat dan diukur dari garis dasar yang dipilih. Nilai absorbansi dapat diukur dengan menggunakan rumus :

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

Keterangan

P₀ = % transmitansi pada garis besar

P = % transmitansi pada puncak minimum

Perbandingan antara absorbansi pada V = 1655 cm^{-1} (serapan pita amina) dengan absorbansi V = 3450 cm^{-1} (serapan pita hidroksi) dihitung untuk N-deasetilasi kitin yang sempurna diperoleh $A_{1655} = 1,33$.

Uji Aktivitas Antioksidan

Aktivitas antioksidan dari hasil ekstraksi dianalisis dengan metode DPPH (*1,1-Diphenyl-2-picryl Hydrazil*) secara *microplate reader two fold delution* dengan panjang gelombang 517 nm. Pengujian ini terdiri dari beberapa tahapan, yaitu sampel ditimbang 30 mg yang akan dilarutkan dalam 30 mL metanol, sehingga didapatkan konsentrasi 1 mg/mL, metanol ditambahkan untuk melakukan pengenceran agar diperoleh sampel yang konsentrasi (1000, 500, 250, 125, 62.5 ppm). Aktivitas antioksidan ditentukan dengan konsentrasi dipipet sebanyak 4.5 mL menggunakan mikropipet lalu dimasukan

dalam tabung reaksi, kemudian ditambahkan 0.5 mL larutan DPPH.

Aktivitas antioksidan sampel ditentukan oleh besarnya hambatan serapan radikal DPPH melalui perhitungan persentase inhibisi serapan DPPH dengan menggunakan rumus:

$$\text{Inhibisi (\%)} = \frac{A_{\text{Kontrol}} - A_{\text{Sampel}}}{A_{\text{Kontrol}}} \times 100\%$$

Keterangan :

A kontrol = absorbansi tidak ada sampel

A sampel = absorbansi sampel

Persentase inhibisi dan nilai konsentrasi sampel dibentuk masing-masing pada sumbu x dan y dengan persamaan regresi linear. Persamaan regresi linear dalam bentuk persamaan $y = a + bx$. Persamaan tersebut digunakan untuk mencari nilai IC_{50} (*inhibition concentration 50%*) pada masing-masing sampel dengan menyatakan nilai y sebesar 50 dan nilai x diperoleh sebagai IC_{50} .

Rendemen

Rendemen hasil yang didapat ditentukan dengan menimbang bahan sebelum perlakuan dan menyatakan sebagai berat awal, kemudian menimbang lagi setelah perlakuan dan menyatakan sebagai berat akhir produk.

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{Berat Akhir Produk (g)}}{\text{Berat Awal Bahan Baku (g)}} \times 100\%$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Cangkang Kepiting Bakau (*Scylla serrata*)

Cangkang kepiting bakau yang digunakan pada penelitian dapat dikategorikan kepiting bakau yang berukuran sedang. Cangkang kepiting bakau segar yang digunakan yaitu sebanyak 1549 g, kemudian dikeringkan dan diperoleh sebanyak 724 g. Cangkang kepiting bakau siap dijadikan tepung ditandai dengan cangkang kepiting menjadi rapuh dan lebih mudah dipatahkan. Tepung cangkang kepiting bakau yang diperoleh berwarna kuning agak kemerahan. Pengecilan ukuran cangkang kepiting bakau menjadi tepung bertujuan untuk mempermudah dalam proses pembuatan kitin.

Total tepung cangkang kepiting yang dihasilkan yaitu sebesar 672 g. Rendemen tepung cangkang bakau yang didapat yaitu

sebesar 48,41%. Hasil rendemen yang dihasilkan dipengaruhi oleh proses preparasi, pengeringan sampel, dan proses pengecilan ukuran (pengayakan). Dalam hal ini, tepung yang digunakan adalah bagian tepung yang lolos proses pengayakan 60 mesh, sehingga didapat tepung halus yang akan mempermudah proses deproteinasi, demineralisasi dan deasetilasi.

Karakteristik Fisikokimia Kitin Cangkang Kepiting Bakau (*Scylla serrata*)

Untuk membuat kitin, tepung harus dideproteinasi dan didemineralisasi terlebih dahulu. Kitin cangkang kepiting bakau dihasilkan melalui tahapan demineralisasi dan deproteinasi yang ditandai dengan warna putih krem dengan bentuk kristal dan serpihan. Hasil kitin yang diperoleh yaitu sebanyak 216 g. Kitin dari cangkang kepiting bakau ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Kitin cangkang kepiting bakau Rendemen

Rendemen merupakan salah satu parameter penting dalam proses pengolahan hasil perikanan yang berguna untuk memperkirakan jumlah bagian bahan baku yang dapat dimanfaatkan. Hasil rendemen kitin cangkang kepiting bakau pada setiap proses ekstraksi kitin disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rendemen kitin cangkang kepiting

Perlakuan	Berat awal (g)	Berat akhir (g)	Rendemen (%)
Tepung	672	-	-
Demineralisasi	672	318	47,32
Deproteinasi	318	216	32,14
Kitin		216	32,14

Hasil rendemen ekstrak kitin kasar pada proses demineralisasi yaitu sebesar 47,32%. Proses pemisahan mineral ditunjukkan dengan terbentuknya gas CO₂ berupa gelembung udara pada saat larutan HCl ditambahkan ke dalam sampel (Hendry 2008). Cangkang kepiting

mengandung mineral kalsium yang tinggi, dapat diketahui dari bentuk cangkang yang keras. Berkurangnya berat tepung ditandai dengan banyaknya gelembung ketika larutan dicampurkan sehingga pada saat penambahan HCl dilakukan secara bertahap agar sampel tidak meluap tumpah.

Hasil dari proses demineralisasi kemudian dilanjutkan pada proses deproteinasi dengan menambahkan NaOH 3,5% yang menyebabkan protein yang terdapat dalam ekstrak kasar kitin larut dalam basa sehingga protein terikat secara kovalen sehingga gugus fungsi kitin akan terpisah. Rendemen yang dihasilkan pada tahap deproteinasi yaitu 32,14%.

Kadar Air

Kadar air mempunyai peranan penting dalam menentukan daya awet bahan, karena dapat mempengaruhi perubahan fisik, perubahan mikrobiologis dan perubahan enzimatis suatu produk (Sari 2015). Hasil kadar air kitin dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kadar air kitin cangkang kepiting

Ulangan	Kadar Air (%)
Kitin ₁	6,55
Kitin ₂	6,41
Kitin ₃	6,52
Rata-rata	6,49±0,07

Kadar air kitin cangkang kepiting bakau yang diperoleh yaitu 6,49% dan memenuhi standar mutu kitin yang ditetapkan oleh *Protan Laboratories* (1987) yaitu <10%. Kadar air pada kitin dipengaruhi oleh proses pada saat pengeringan, lama pengeringan, dan jumlah kitin yang dikeringkan. Semakin lama waktu yang digunakan, maka kadar air akan semakin rendah. Menurut Purwatiningsih (2009) kitin diharapkan memiliki kadar air ≤10% guna mencegah kerusakan akibat kapang.

Kadar Abu

Kadar abu merupakan salah satu parameter yang penting untuk menentukan mutu kitin yang menunjukkan banyaknya kandungan mineral yang masih tersisa dalam suatu bahan, semakin rendah nilai kadar abu kitin maka tingkat kemurnian kitin semakin

tinggi. Hasil kadar abu kitin dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Kadar abu kitin cangkang kepiting

Ulangan	Kadar Abu (%)
Kitin ₁	25,20
Kitin ₂	25,11
Kitin ₃	25,04
Rata-rata	25,12±0,08

Kandungan kadar pada kitin cangkang kepiting bakau yaitu sebesar 25,12%. Kadar abu yang tinggi menunjukkan kandungan mineral yang tinggi. Kadar abu yang tinggi disebabkan oleh proses penghilangan mineral (demineralisasi) cangkang kepiting bakau belum berhasil atau belum sempurna karena cangkang kepiting bakau lebih tebal dibandingkan cangkang lainnya, dan pengadukan yang kurang konstan selama proses demineralisasi sehingga reaksi antara larutan HCl dengan mineral menjadi lambat dan kurang sempurna (Sidauruk 2014). Selain itu, pada saat proses pencucian yang baik hingga diperoleh pH netral juga berpengaruh terhadap kadar abu. Menurut Winarti et al. (2008) semakin rendah kadar abu yang dihasilkan maka mutu dan tingkat kemurnian kitin akan semakin tinggi. Sedangkan standar mutu kitin yang telah ditetapkan yaitu ≤2%. Maka dapat disimpulkan bahwa kitin pada cangkang kepiting bakau belum memenuhi standar mutu kitin yang telah ditetapkan.

Derajat Deasetilasi

Derajat deasetilasi adalah salah satu parameter yang menunjukkan jumlah atau persentase gugus asetil yang dilepaskan setelah proses demineralisasi dan deproteinasi. Untuk mengetahui derajat deasetilasi kitin cangkang kepiting bakau dilakukan dengan spektra FTIR.

Spektra FTIR kitin cangkang kepiting bakau memperlihatkan pola serapan pada bilangan gelombang 3432,82 cm⁻¹ yang menandakan gugus -OH. Pita serapan pada bilangan gelombang 3262,60 cm⁻¹ menunjukkan N-H pada amida (NHCOCH₃). Pita serapan pada daerah 2884,42 cm⁻¹ merupakan karakteristik dari vibrasi ulur C-H alifatik. Daerah dengan bilangan gelombang

1636,08⁻¹ adalah vibrasi ulur C=O. Kemudian muncul serapan CH₃ pada 1391,15 cm⁻¹. Adanya pita serapan pada 1019,52⁻¹ menunjukkan vibrasi N-H kibasan. Serapan-serapan yang muncul menunjukkan bahwa residu hasil ekstraksi merupakan kitin.

Perhitungan derajat deasetilasi kitin yang diperoleh dari hasil penelitian yaitu 20,2%. Derajat deasetilasi yang dihasilkan memenuhi standar mutu kitin dari *Protan Laboratories* yaitu sekitar 15-70%. Derajat deasetilasi dapat dipengaruhi oleh proses deproteinasi karena larutan NaOH juga dapat melepaskan gugus asetil, namun dalam keadaan konsentrasi 3,5% gugus asetil yang terlepas tergolong sedikit. Semakin berkurangnya gugus asetil pada kitin maka interaksi antar ion dan ikatan hidrogen dari kitin akan semakin kuat (Winarti *et al.* 2005).

Aktivitas Antioksidan

Pengujian aktivitas antioksidan dilakukan untuk mengetahui nilai IC₅₀ dari sampel. Senyawa antioksidan akan bereaksi radikal DPPH melalui mekanisme donasi atom hidrogen yang menyebabkan terjadinya peluruhan warna DPPH dari ungu ke kuning. Hasil IC₅₀ kitin dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. IC₅₀ kitin cangkang kepiting

Ulangan	IC ₅₀ (ppm)
Kitin ₁	336,6979
Kitin ₂	350,8820
Kitin ₃	370,1518
Rata-rata	352,58±16,79

Hasil nilai IC₅₀ pada kitin cangkang kepiting bakau adalah 352,58 ppm sehingga dapat disimpulkan bahwa aktivitas antioksidan dari kitin cangkang kepiting bakau adalah sangat lemah.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Hasil penelitian ini menunjukkan aktivitas antioksidan pada kitin cangkang kepiting bakau yaitu sebesar 352,58 ppm dan tergolong sangat lemah. Karakteristik mutu kitin berdasarkan hasil penelitian meliputi rendemen 32,1%, kadar air 6,49%, dan derajat

deasetilasi 20,2% yang masih memenuhi standar mutu kitin. Sedangkan kadar abu 25,12% yang terbilang cukup tinggi sehingga tidak memenuhi standar mutu kitin.

Saran

Penulis menyarankan untuk dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai uji kadar nitrogen, kadar lemak, viskositas pada kitin cangkang kepiting bakau.

DAFTAR PUSTAKA

- [AOAC] Association of Official Analytical Chemists. 2005. Official Methods of Analysis of AOAC International. 18th Edition. Gaithersburg: AOAC International.
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2021. Data Ekspor-Impor 2015-2021. Badan Pusat Statistik.
- Dehwie T. 2021. Karakteristik Fisik Tepung Kulit, Kitin dan Kitosan Teripang Pasir (*Holothuria scabra*). *Berkala Perikanan Terubuk*.
- Hendri J. 2008. Teknik deproteinasi kulit rajungan (*Portunus pelagious*) secara enzimatik dengan menggunakan bakteri *Pseudomonas aeruginosa* untuk pembuatan polimer kitin dan deasetilasinya. In *Seminar Hasil Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat*, Universitas Lampung (pp. 271-283).
- Komariah K. 2013. Karakterisasi kitin dan kitosan yang terkandung dalam eksoskeleton kudu beras (*Sitophilus oryzae*). In *Proceeding Biology Education Conference: Biology, Science, Enviromental, and Learning* (Vol. 10, No. 2, pp. 278-286).
- Protan Laboratories. 1987. *Catioal Polymer for Recovering Valuable by Products from Processing Waste Burgges. USA*.
- Purwatiningsih. 2009. Isolasi Kitin dan Komposisi Senyawa Kimia Limbah Udang Windu (*Penaeus monodon*). Tesis. ITB. Bandung

- Sari DP, Abdiani IM. 2015. Pemafaatan kulit udang dan cangkang kepiting sebagai bahan baku kitosan. *Jurnal Harpodon Borneo*, 8(2).
- Sidauruk SW, Buchari D, Loekman S. 2014. Pemanfaatan kitosan dari limbah cangkang rajungan (*Portunus pelagicus*) pada pembuatan hand body cream. *Journal JOM*, 1(1), 1-12.
- Srijanto B. 2003. Kajian Pengembangan Teknologi Proses Produksi Kitin dan Kitosan secara Kimiawi, *Prosiding seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia 2003*. Volume I, hal. F01-1-F01-5.
- Suharjo, Harini N. 2005. Ekstraksi Chitosan dari Cangkang Udang Windu (*Penaeus monodon*) Secara Fisika-Kimia (Kajian Berdasarkan Ukuran Partikel Tepung Khitin dan Konsentrasi NaOH). *GAMMA*. 1(1): 7-15
- Syukron F, Karnila R, Hasan B. 2016. Karakteristik glukosamin hidroklorida (HCl GlcN) dari kitin dan kepiting Chitosan Biru Kolam (*Portunus pelagicus*). *Berkala Perikanan Terubuk*, 44(2), 22-35.
- Wahyuni W, Ridhay A, Nurakhirawati N. 2016. Pengaruh Waktu Proses Deasetilasi Kitin Dari Cangkang Bekicot (*Achatina fulica*) Terhadap Derajat Deasetilasi. *Kovalen: Jurnal Riset Kimia*, 2(1).
- Winarti A, Zahiruddin W, Salamah E. 2008. Karakteristik Mutu dan Kelarutan Kitosan dari Ampas Silase Kepala Udang Windu (*Penaeus monodon*). *Buletin Teknologi Hasil Perikanan: Institut Pertanian Bogor*.
- Zhang Q, Zhang J, Shen J, Silva A, Dennis D A, Barrow CJ. 2006. A simple well microplate method for estimation of total polyphenol content in seaweeds. *Journal of applied phycology*, 18(3), 445-4.