

Evaluasi Pemanfaatan Kitosan Dalam Pengolahan Air Sungai Rangkui Di Kota Pangkalpinang

Evaluation of Chitosan Utilization in Rangkui River Water Treatment in Pangkalpinang City

Pitriyani¹, Fika Dewi Pratiwi¹, dan Sudirman Adibrata¹

¹Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan FPPK-UBB, Balunijuk

Email korespondensi: pitriyani08837@gmail.com

Abstract

Water is a vital resource and inseparable from all life on Earth. Rivers are one naturally occurring water source that serves as a reservoir and transports water from upstream to downstream. Rivers play a crucial role in supporting human activities, as they can be utilized as a source of water for daily needs. In urban areas, rivers often become dumping grounds for waste from human activities, leading to pollutants entering the river, as in the Rangkui River in Pangkalpinang City. Therefore, this study aims to evaluate the quality of Rangkui River water based on pH, temperature, and dissolved oxygen (DO), the quality of chitosan used for Rangkui River water treatment, and the effect of chitosan administration on river water pH. The research method used is a laboratory test with quantitative descriptive data analysis. The results showed the Rangkui River in Pangkalpinang city has poor quality when viewed from the pH of the water which is at a value of 5,94, while for temperature and dissolved oxygen (DO) it has met the quality standard value of the Government Regulation of the Republik Indonesia Number 22 of 2021. The chitosan used in the treatment of Rangkui River in Pangkalpinang City has good quality, as based on the degree of deacetylation (DD) with a value of 84.57% and a water content of 6.47% which meets the quality standard values set by SNI No. 7949 of 2013. Meanwhile, the application of chitosan to river water can affect the pH especially at high chitosan concentrations, where chitosan is able to significantly increase the pH of the water.

Keywords : *Water treatment, Rangkui River, Shrimp chitosan*

PENDAHULUAN

Sumber daya alam yang paling utama bagi kehidupan makhluk hidup adalah air. Sekitar 60 % - 70 % tubuh manusia terdiri dari air, sehingga air memegang peranan vital dalam menjaga fungsi fisiologis tubuh seperti metabolisme, sirkulasi, pencernaan, dan pengaturan suhu tubuh (Prayoga *et al.*, 2023). Salah satu sumber air adalah air sungai. Menurut Hendrawan (2005) air sungai adalah air permukaan bumi yang digunakan untuk berbagai kebutuhan seperti penampung air, sarana transportasi, pengairan sawah, keperluan peternakan, keperluan industri, perumahan, ketersediaan air, irigasi, tempat memelihara ikan dan juga sebagai tempat rekreasi. Sungai juga dapat diartikan sebagai ekosistem perairan daratan yang menjadi wadah aliran air yang bersumber dari mata air atau curah hujan (Fadililah, 2017).

Salah satu sungai yang berada di Kota Pangkalpinang, Provinsi Kepulauan Bangka Belitung adalah Sungai Rangkui, yang terletak di daerah padat penduduk sehingga banyak digunakan oleh masyarakat. Sungai Rangkui terletak dengan aliran air dari kolong retensi Kacang Pedang hingga bermuara di Sungai Baturusa merupakan salah satu sungai yang telah mengalami penurunan kondisi kualitas air (Elvian, 2016). Hal ini dapat dilihat dari perubahan kualitas air sungai menjadi keruh yang menandakan bahwa fungsi Sungai Rangkui menurun dan mengalami pencemaran air (Yuagustini, 2021). Upaya yang dapat dilakukan untuk menjaga kualitas air sungai Rangkui agar aman oleh

Masyarakat adalah dengan melakukan pengolahan air menggunakan kitosan.

Kitosan merupakan biopolimer alami yang berasal dari cangkang hewan seperti udang, kepiting, rajungan, dan kerang, yang memiliki sifat non toksik (Utami *et al.*, 2014). Kitosan dari kulit udang menjadi salah satu sumber yang dapat digunakan untuk perbaikan kualitas air, karena kulit udang mengandung protein 25-40%, kalsium karbonat 40-50% dan kitin 20-36,61% (Nurhikmawati *et al.*, 2014). Selain itu, keberadaan kitin pada kulit udang mendorong banyak penelitian tentang isolasi kitin untuk sintesis kitosan yang selanjutnya dapat dijadikan koagulan dalam perbaikan air (Suryanto, 2020). Menurut Pratiwi (2014), kitosan memiliki gugus hidroksil dan amino sepanjang rantai polimernya, sehingga kitosan dapat sangat efektif mengadsorpsi kation ion logam berat maupun kation dari zat – zat organik yaitu lemak dan protein. Kitosan memiliki karakteristik fisika kimia, stabilitas kimia, reaktivitas yang tinggi, sifat *chelation* yang tinggi, dan selektivitas yang tinggi terhadap polutan (Sukma *et al.*, 2018). Beberapa penelitian telah dilakukan terkait penggunaan kitosan dalam upaya memperbaiki kualitas air seperti penelitian dari (Mustafiah *et al.*, 2018). penggunaan dosis 4 ppm kitosan kulit udang mampu menurunkan tingkat kekeruhan hingga 98,63%.

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “Evaluasi Pemanfaatan Kitosan

Dalam Pengolahan Air Sungai Rangkui di Kota Pangkalpinang”, dengan tujuan untuk mengevaluasi pemanfaatan kitosan dalam pengolahan air Sungai Rangkui di Kota Pangkalpinang.

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei – Juni 2025 di Sungai Rangkui, Kecamatan Rangkui, Kota Pangkalpinang, Provinsi Kepulauan Bangka Belitung dan Laboratorium Perikanan, Kelautan, dan Hatchery serta Laboratorium Dasar Terpadu Fakultas Sains dan Teknik Universitas Bangka Belitung. Peta lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.

METODE PENELITIAN



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Penentuan Titik Sampel Air

Berdasarkan hasil pengamatan lokasi penelitian, penentuan titik lokasi didasarkan pada kondisi air Sungai Rangkui yang bisa dilakukan pengolahan air Sungai menggunakan kitosan. Lokasi pengambilan data, yaitu sebanyak satu titik lokasi yang dianggap mewakili kondisi kualitas air Sungai Rangkui.

Kelompok Perlakuan Penelitian

Sampel air yang sudah dibawa ke laboratorium akan dilakukan pengujian dengan mengelompokkan setiap perlakuan pada sampel uji air maupun kitosan. Penelitian akan dilaksanakan dengan metode eksperimental dengan pendekatan deskriptif. Percobaan penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 3 perlakuan yakni (Iriana *et al.*, 2018):

Tabel 1. Kelompok Perlakuan Penelitian

Perlakuan 1	Air sungai sebanyak 100 ml ditambahkan kitosan dengan konsentrasi 5 gram.
Perlakuan 2	Air sungai sebanyak 100 ml ditambahkan kitosan dengan konsentrasi 10 gram.
Perlakuan 3	Air sungai sebanyak 100 ml ditambahkan kitosan dengan konsentrasi 15 gram.

Analisis Data

Metode Analisis Gugus Fungsi Dengan FTIR

Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) merupakan Teknik analisis gugus fungsi sampel kitosan yang digunakan pada penelitian ini. Teknik pellet KBr dilakukan dalam analisis FTIR, dengan cara peletisasi sampel kitosan. Masing-masing sampel dimasukkan kedalam tablet kalium bromide (KBr), dengan perbandingan masa 100:1 (200 mg KBr: 2 mg kitosan). Setelahnya, spectra sampel kitosan diambil dalam rentang frekuensi 400 – 4000 cm^{-1} , dengan 10 kali pemindaian (scan) dengan resolusi 8 cm^{-1} (Satrohamidjoyo, 2018).

Metode Analisis Derajat Deasetilasi (DD) Kitosan

Penentuan nilai baku mutu parameter Derajat Deasetilasi (DD) kitosan sebesar $\geq 75\%$ dan kadar air kitosan $\leq 12\%$ berdasarkan SNI No. 7949 Tahun 2013. Perhitungan DD kitosan pada penelitian ini dengan menggunakan hasil spectra yang ditampilkan dari FTIR. Prosesnya yaitu transformasi persen transmittansi menjadi persen absorbansi dari bilangan gelombang yang ditampilkan, kemudian dilakukan koreksi *baseline* secara otomatis dengan *Software Origin Lab*. Formula yang digunakan pada penelitian ini (Brugnerotto, *et al.* 2001), yaitu:

$$DA [\%] = \frac{A_{1320}}{A_{1420}} - 0,3822/0,03133 \dots\dots\dots 1$$

$$DD [\%] = 100 - DA \dots\dots\dots 2$$

Kadar air di uji menggunakan alat *moisture analyzer*, kemudian sampel kitosan diletakkan diatas

cawan aluminium sebanyak 5 gram dengan suhu 104°C selama kurang lebih 5 menit sampai muncul persen kadar air yang di tampilkan pada alat (International Div, 2009).

HASIL DAN PEMBAHASAN

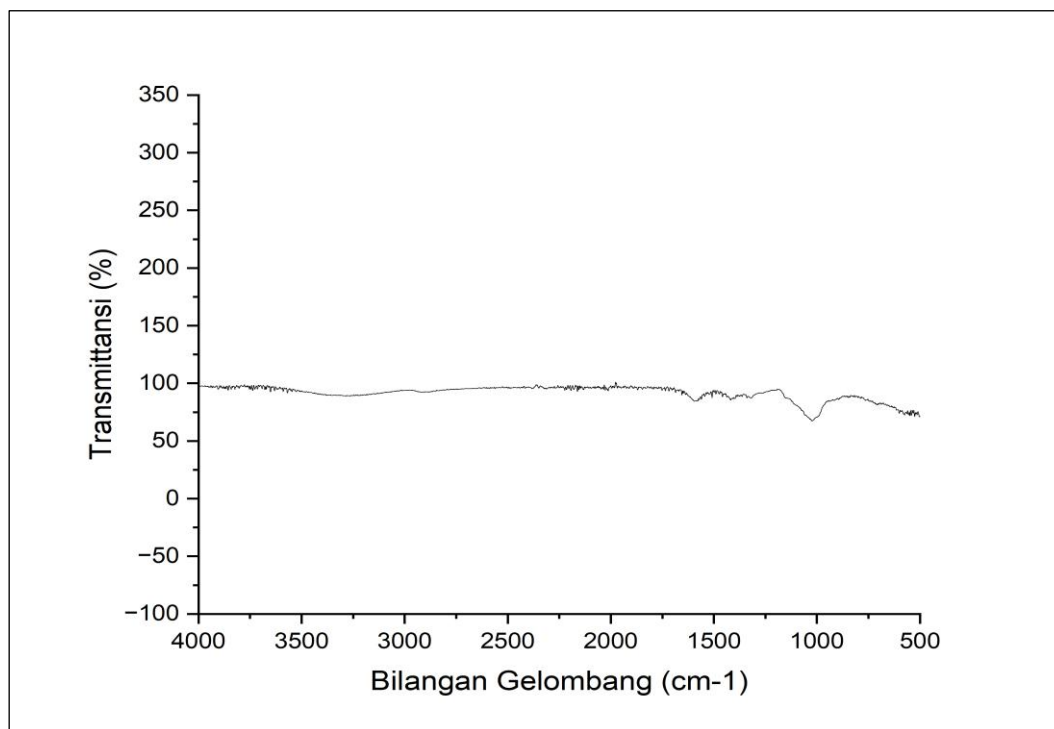
Data Kualitas Kitosan

Pengujian yang dilakukan untuk mengetahui kualitas kitosan yang digunakan dalam penelitian berupa

parameter derajat deasetilasi dan kadar air. Adapun hasil pengujian dijabarkan sebagai berikut.

1. Uji Derajat Deasetilasi (DD) Kitosan

Hasil analisis derajat deasetilasi (DD) pada kitosan dengan menggunakan alat *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR) dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Hasil Analisis FTIR Kitosan
Sumber : Data Olahan Penelitian, 2025)

Hasil yang didapatkan pada parameter derajat deasetilasi kitosan yang digunakan dalam pengolahan air Sungai Rangkui Kota Pangkalpinang adalah sebesar 84,57 %. Berdasarkan SNI No. 7949 Tahun 2013 nilai baku mutu derajat deasetilasi kitosan adalah $\geq 75\%$, sehingga hasil penelitian derajat deasetilasi kitosan menunjukkan kesesuaian dengan nilai baku mutu yang ditetapkan atau memenuhi syarat untuk pengolahan air sungai. Derajat deasetilasi menunjukkan persentase gugus asetil yang dapat dihilangkan pada kitin. Semakin tinggi derajat deasetilasi maka gugus asetil yang hilang dari kitosan tersebut semakin banyak, sehingga jumlah amin yang reaktif juga semakin banyak ($-\text{NH}_2$). Apabila derajat deasetilasi kitosan rendah akan mengakibatkan efektifitas kitosan menjadi rendah, karena semakin banyak gugus asetil dalam kitosan sehingga interaksi antar ion dan ikatan hidrogen dari kitosan akan semakin lemah (Sannan & Kasaai, 2016). Hasil penelitian derajat deasetilasi (DD) menunjukkan bahwa kitosan yang digunakan dalam pengolahan air Sungai Rangkui memiliki keefektifan yang tinggi untuk memperbaiki kualitas air. Selain itu, derajat deasetilasi menunjukkan kemurnian kitosan, sehingga nilai DD sebesar 84,57 %, kitosan udang dapat digunakan sebagai adsorben. Sebagaimana dalam penelitian oleh Muzarelli, 1997 mengatakan bahwa semakin tinggi DD maka semakin

murni kitosan tersebut dan semakin optimal untuk diaplikasikan sebagai adsorben.

2. Uji Kadar Air Kitosan

Pengujian kadar air kitosan dilakukan di Laboratorium Dasar Terpadu Fakultas Sains dan Teknik Universitas Bangka Belitung menggunakan alat *moisture analyzer*. Hasil pengujian yang didapatkan dengan sekali pengujian adalah sebesar 6,74 %. Hasil yang didapatkan pada parameter kadar air kitosan yang digunakan dalam pengolahan air Sungai Rangkui Kota Pangkalpinang adalah sebesar 6,74 %. Berdasarkan SNI. No. 7949 Tahun 2013 nilai baku mutu kadar air kitosan adalah $\leq 12\%$, sehingga hasil penelitian untuk kadar air kitosan menunjukkan kesesuaian dengan nilai baku mutu yang ditetapkan atau memenuhi syarat untuk pengolahan air sungai. Kadar air kitosan dipengaruhi oleh beberapa hal seperti proses pengeringan, karakteristik kitosan, metode pengeringan, serta penyimpanan dan pengemasan. Kitosan sendiri mampu menyerap uap air dari udara sekitarnya sehingga perlu diperhatikan dalam cara pengemasan dan kondisi penyimpanannya untuk menjaga kadar air tetap rendah (Wang & Kuo, 2014). Hasil penelitian kadar air kitosan menunjukkan bahwa kitosan yang digunakan dalam pengolahan air Sungai Rangkui memiliki kadar yang

rendah, sehingga efektif untuk digunakan dalam memperbaiki kualitas air.

3. Hasil Pengujian Kualitas Kitosan

Hasil pengujian kualitas kitosan yang digunakan dalam pengolahan air Sungai Rangku Kota Pangkalpinang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Air Sungai Rangku Menggunakan Kitosan

No	Parameter	Satuan	Hasil	Nilai Baku Mutu*	Keterangan	Kesesuaian
1	Derajat Deasetilasi	%	84,57	$\geq 75 \%$	SNI (No. 7949 Tahun 2013)	Sesuai
2	Kadar Air	%	6,74	$\leq 12 \%$	SNI (No. 7949 Tahun 2013)	Sesuai

Sumber : Data Olahan Primer, 2025

Pengaruh Kitosan Terhadap pH Air

Hasil pengujian pH air kontrol tanpa penambahan kitosan dan air sungai dengan penambahan

kitosan menggunakan alat pH meter yang dilakukan di Laboratorium Perikanan, Kelautan, dan Hatchery Universitas Bangka Belitung dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian pH Air Sungai Sebelum dan Sesudah Perlakuan Penambahan Kitosan

No.	Pengujian pH	Nilai pH Air Sungai	Rata-rata	Baku Mutu*
I	Perlakuan 0	5,96	5,94	6 – 9
		5,92		
		5,94		
II	Perlakuan 1	7,23	7,20	
		7,23		
		7,15		
III	Perlakuan 2	7,34	7,43	
		7,52		
		7,42		
IV	Perlakuan 3	7,52	7,60	
		7,55		
		7,72		

Sumber ; Olahan Data Primer, 2025

*Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021

Hasil pengujian pH air kontrol Sungai Rangku tanpa penambahan kitosan adalah sebesar 5,94, dengan penambahan kitosan 5 gram sebesar 7,2, penambahan 10 gram kitosan sebesar 7,43, dan penambahan 15 gram kitosan sebesar 7,6. Masing-masing setiap pemberlakuan penambahan kitosan dengan pengadukan kecepatan 150 rpm, suhu 35^o, 100ml air, waktu pengadukan selama 45 menit dan didiamkan selama 15 menit sebelum dilakukan pengecekan selanjutnya. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pH air meningkat seiring dengan bertambahnya konsentrasi kitosan. Semakin besar konsentrasi kitosan, maka semakin tinggi pH air, sehingga kitosan dengan konsentrasi 15 gram lebih efektif memperbaiki kualitas air sungai karena mampu meningkatkan pH air, dimana kualitas air yang baik salah satunya memiliki nilai pH lebih besar dari 7 atau air tergolong dalam pH basa. pH memiliki peran penting dalam menentukan kualitas air karena pH dapat mengontrol tipe dan laju reaksi pada beberapa bahan dalam air (Soepomo, 2020). Selain itu, nilai pH pada perairan menandakan keseimbangan antara kadar asam dan basa.

Hasil yang didapatkan pada parameter pH air dalam pengolahan air Sungai Rangku Kota

Pangkalpinang menggunakan kitosan adalah sebesar 7,6. Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Lampiran VI Kelas II nilai baku mutu pH air sungai adalah berada pada rentang 6 – 9, sehingga hasil penelitian untuk pH air menggunakan kitosan menunjukkan kesesuaian dengan nilai baku mutu yang ditetapkan atau air sungai memenuhi syarat untuk digunakan sebagai sarana rekreasi, pemudidayaan ikan tawar, peternakan, dan pertanian. Hasil tersebut sesuai dengan yang diharapkan oleh peneliti.

Nilai pH air yang baik akan cocok untuk keberlangsungan hidup biota air Sungai umumnya berkisar antara 6 hingga 9 yang dianggap sebagai kisaran optimal untuk menunjang kehidupan organisme akuatik. Nilai pH pada kisaran tersebut biota air seperti plakton, ikan dan organisme mikrobenthos dapat tumbuh dan berkembang dengan baik dikarenakan kondisi kimia air yang cukup netral sehingga seikit basa dianggap mendukung proses biologis penting seperti metabolisme dan respirasi. Namun jika nilai pH air terlalu tinggi dan terlalu rendah (asam) akan mengakibatkan terganggunya keseimbangan ekosistem dan dapat menurunkan keanekaragaman biota. Sebagai

contoh jika pH rendah di bawah 6 akan dapat menurunkan kadar pada oksigen terlarut dan menyebabkan kematian organisme akuatik, sedangkan pH yang terlalu tinggi juga dapat meningkatkan toksisitas senyawa pada air seperti ammonia yang dapat membahayakan ikan (Djoharam *et al.*, 2018). Penambahan kitosan yang mampu meningkatkan pH berpotensi mendukung pemulihan atau pemeliharaan pH air Sungai agar tetap berada dalam kisaran yang aman dan sesuai untuk kehidupan biota perairan, selama peningkatannya tidak berlebihan dan masih berada dalam batas standar kualitas yang ditetapkan oleh pemerintah (umumnya pH untuk air sungai kelas II) (Natasha & Adharini, 2024). Namun, pada penelitian lain ada yang menunjukkan bahwa penambahan kitosan tidak hanya dapat menaikkan nilai pH air namun juga bisa menurunkan pH air Sungai, terutama jika penambahan kitosan dilarutkan menggunakan asam asetat (Hatma *et al.*, 2021).

Kadar pH pada air sungai setelah pemberian kitosan dapat menunjukkan keefektifan kitosan sebagai adsorben untuk melakukan proses penjernihan air. Oleh karena itu, penggunaan kitosan dalam pengolahan air sungai merupakan salah satu alternatif yang bisa digunakan untuk memperbaiki kualitas air. Hal tersebut dikarenakan kitosan sebagai biopolymer kationik yang berasal dari deasetilasi kitin dapat memberikan pengaruh terhadap pH air sungai, sebagaimana hasil pengujian yang menunjukkan bahwa nilai pH air sungai meningkat seiring dengan banyaknya jumlah kitosan yang digunakan sebagai adsorben, sehingga pemberian kitosan dengan konsentrasi tinggi mampu meningkatkan pH air secara signifikan. Hal tersebut dikarenakan kitosan mampu mengikat ion-ion H^+ yang terdapat di dalam air. Selain itu, penambahan kitosan yang dapat meningkatkan pH air dikarenakan bersifat kimia dan mekanisme kerja kitosan sebagai koagulan atau bio-koagulan. Kitosan memiliki gugus amida (NH_2) yang bersifat politionik dan juga keelektronegatifan gugus hidrosil, yang dapat menyerap ion-ion pengotor di air secara efektif. Dengan diserapnya ion-ion asam bahkan bahan pengotor asam, kitosan dapat membantu menetralkan asam dalam air sehingga pH air meningkat secara alami (Lubis & Usman, 2014).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan dalam penelitian ini dapat disimpulkan bahwa:

1. Kitosan yang digunakan dalam pengolahan air Sungai Rangkui Kota Pangkalpinang memiliki kualitas yang baik, sebagaimana berdasarkan Derajat Deasetilasi (DD) dengan nilai sebesar 84,57 % dan kadar air sebesar 6,47 % yang memenuhi nilai baku mutu yang telah ditetapkan oleh SNI No. 7949 Tahun 2013.
2. Kualitas air Sungai Rangkui Kota Pangkalpinang memiliki kualitas kurang baik jika dilihat dari pH air yang berada pada nilai 5,94. Pemberian kitosan terhadap air sungai dapat mempengaruhi pH terutama pada konsentrasi kitosan yang

tinggi, dimana kitosan mampu meningkatkan pH air sungai secara signifikan dari sebelumnya.

Saran

Adapun saran yang diperoleh melalui penelitian ini antara lain :

1. Pengujian penelitian sebaiknya dilakukan dengan semua parameter baik itu dari parameter fisika, kimia, dan biologi. Selain itu, pengujian dari setiap parameter sebaiknya dilakukan secara menyeluruh supaya benar-benar bisa melihat keefektifan dan pemanfaatan dari kitosan dalam pengolahan air Sungai Rangkui.
2. Sebaiknya dilakukan pengujian lebih lanjut untuk mengukur kualitas air secara berkala, berupa penelitian dalam kondisi musim yang berbeda antara musim hujan dan musim panas untuk melihat perbedaan kualitas air Sungai Rangkui Kota Pangkalpinang dengan memanfaatkan kitosan dalam upaya memperbaiki kualitas air Sungai.

DAFTAR PUSTAKA

- Brugnerotto, J., Lizardi, J., Goycoolea, F.M., ArguEelles-Monalc, W., DesbrieAresa, Rinaudoa, M. (2001). An Infrared Investigation in Relation with Chitin and Chitosan Characterization. *Polymer*. 42 (8): 3569 – 3580.
- Fadillah, W. O. N. (2024). Arahan Pengembangan Infrastruktur Air Bersih Di Wilayah Perkotaan Raha (Doctoral dissertation, Universitas Hasanuddin).
- Hatma, S., Yani, S., & Suryanto, A. (2021). Optimalisasi Penggunaan Kitosan Limbah Kulit Udang Vannamei sebagai Koagulan dalam Perbaikan Kualitas Air Danau. *Jurnal Indonesia Sosial Sains*, 2(2), 464508.
- Iriana, D., Sedjati, S. & Yulianto, B. 2018. Kemampuan Adsorpsi Kitosan dari Cangkang Udang terhadap Logam Berat. *Journal of Marine Research*, 7(4):303-309.
- International Div. 2009. Moisture Analyzer MS-70/Mx-50/MF-50/ML-50 Users Handbook.
- Mustafiah, M., Darnengsih, D., Sabara, Z., & Majid, R. A. (2018). Pemanfaatan kitosan dari limbah kulit udang sebagai koagulan penjernihan air. *Journal Of Chemical Process Engineering*, 3(1), 27-32.
- Natasha, R. A., & Adharini, R. Analisis Tingkat Pencemaran Air Sungai Rangkui Kota Pangkalpinang Kepulauan Bangka Belitung Berdasarkan Status Mutu Air. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 22(6), 1652-1662.
- Nurhikmawati, F., Manurung, M., & Laksmiwati, A. M. (2014). Penggunaan kitosan dari limbah kulit udang sebagai inhibitor keasaman tuak. *Jurnal Kimia*, 8(2), 191-197.

- Pratiwi, R. 2014. Manfaat Kitin dan Kitosan Bagi Kehidupan Manusia. *Oseana*, 39(1) :35-43.
- Sannan, T., & Kasaai, M.R. (2016). "Effect of degree of deacetylation on properties of chitosan and its antimicrobial activity." *Carbohydrate Polymers*, 130, 87-93.
- Sastrohamidjoyo, H. 2018. Dasar-Dasar Spektroskop. Gadjah Mada University Press.
- Sukma, D. H., Riani, E., dan Pakpahan, E.N. 2018. Pemanfaatan Kitosan Sebagai Absorben Sianida Limbah Pengolahan Biji Emas. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 21 (3), 460 – 470.
- Suryanto, A., Hatma. S., Yani. S. (2021). Optimalisasi penggunaan kitosan limbah kulit udang vannamei sebagai koagulan dalam perbaikan kualitas air danau. *Journal Indonesia Sosial Sains (JISS)*, 2(2), 300-310.
- Utami, R.T., Sunaryo & Sedjati, S. 2014. Studi Penggunaan Kitosan terhadap Penurunan Kadar Amoniak pada Limbah Cair Kilang Minyak Outlet Impounding Basin (OIB) Pertamina RU VI Balongan, Indramayu. *Journal of Marine Research*, 3(1):20-26.
- Wang, L.F., & Kuo, C.H. (2014). "Effect of moisture content on the physicochemical properties of chitosan films." *Carbohydrate Polymers*, 108, 188-195.