

## ANALISIS KONDUKTIVITAS LISTRIK PADA KITOSAN DARI LIMBAH RAJUNGAN DI PACIRAN SEBAGAI BAHAN ELEKTROLIT PADA BIO-BATERAI

Trisna Jaya Saputra\*, Ulfa Mahfudli Fadli, dan Abdul Basith

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Billfath Lamongan  
Komplek PP. Al Fattah Siman Sekaran Lamongan Jawa Timur 62261, Indonesia

\*Email: trisnajaya2001@gmail.com

---

### ARTICLE INFO

#### Article history:

Received date:

15 April 2023

Received in revised form date:

21 May 2023

Accepted date

8 June 2023

Available online date

13 June 2023

---

### Abstract

Batteries are electrochemical devices made to supply electrical energy to engine starter systems, lights, ignition systems and other electrical components. The battery is a medium that can convert the chemical energy contained in the active material directly into electrical energy. Electrodes and electrolytes are the main components in the battery. The working principle of the battery uses electrochemical principles by utilizing the reduction-oxidation process. The positive electrode (+) is called the anode while the negative electrode (-) is called the cathode. Bio-Battery is an electrical energy storage device whose electrolyte uses organic materials, The use of synthetic polymers as electrolyte materials still has several shortcomings. In addition to the high price, the environmental impact due to the accumulation of chemical waste is also one of the problems of various types of materials that continue to be developed in making electrolytes in bio-batteries. Chitosan has ion-binding properties, is non-toxic, biodegradable and has free electron pair groups that can be used as electrolytes with good conductivity values. Chitosan was synthesized through demineralization, deproteination and deacetylation stages and then characterized using FTIR to ensure that chitosan functional groups have been formed. In conductivity testing, distilled water added with chitosan increased the conductivity value.

**Keywords:** chitosan synthesis, bio-battery, electrolyte, crab shell.

---

### Kata kunci:

Sintesis kitosan

Bio-Baterai

Elektrolit

Cangkang rajungan

---

### Abstrak

Baterai merupakan alat elektrokimia yang dibuat untuk mensuplai energi listrik ke sistem starter mesin, lampu-lampu, sistem pengapian dan komponen kelistrikan lainnya. Baterai merupakan sebuah media yang dapat mengubah energi kimia yang terkandung dalam bahan aktif secara langsung menjadi energi listrik. Elektroda dan elektrolit merupakan komponen utama pada baterai. Prinsip kerja pada baterai menggunakan prinsip elektrokimia dengan memanfaatkan proses reduksi-oksidasi. Elektroda positif (+) disebut anoda sedangkan elektroda negative (-) disebut katoda. Bio-Baterai adalah perangkat penyimpanan energi listrik yang elektrolitnya menggunakan bahan organik, Penggunaan polimer sintesis sebagai bahan elektrolit ternyata masih memiliki beberapa kekurangan. Selain harganya yang mahal, dampak lingkungan akibat menumpuknya sampah kimia juga menjadi salah satu permasalahan berbagai jenis material terus dikembangkan dalam pembuatan elektrolit pada bio-baterai. Kitosan mempunyai sifat pengikat ion, tidak beracun, *biodegradable* (dapat terurai) dan memiliki gugus

---

pasangan elektron bebas yang bisa dijadikan elektrolit dengan nilai konduktivitas yang baik. Kitosan disintesis melalui tahap demineralisasi, deproteinasi dan deasetilasi kemudian dikarakterisasi menggunakan FTIR untuk memastikan bahwa gugus fungsi kitosan telah terbentuk. Pada pengujian konduktivitas, aquades yang ditambahkan kitosan terjadi peningkatan nilai konduktivitas.

---

## 1. PENDAHULUAN

*Lead-acid battery* atau *Accu* atau lebih dikenal aki, ditemukan oleh *Alessandro Volta* pada tahun 1800. Susunan elemen pertama yang disebut sebagai *voltanic pile*, ditemukan pembangkit listrik yang praktis untuk pertama kali. Seperti halnya pada baterai merupakan alat elektrokimia yang dibuat untuk mensuplai energi listrik ke sistem starter mesin, lampu-lampu, sistem pengapian dan komponen kelistrikan lainnya. Baterai merupakan sebuah media yang dapat mengubah energi kimia yang terkandung dalam bahan aktif secara langsung menjadi energi listrik. Energi listrik yang dihasilkan dengan melibatkan transfer elektron melalui suatu media yang bersifat konduktif dari dua elektroda (anoda dan katoda) sehingga menghasilkan arus listrik dan beda potensial [1]. Elektroda dan elektrolit merupakan komponen utama pada baterai. Prinsip kerja pada baterai menggunakan prinsip elektrokimia dengan memanfaatkan proses reduksi-oksidasi. Elektroda positif (+) disebut anoda sedangkan elektroda negatif (-) disebut katoda.

Baterai yang sedang banyak digunakan sekarang adalah baterai yang bersumber dari bahan kimia berupa logam berat yang mengakibatkan pencemaran lingkungan [2]. Bio-Baterai adalah perangkat penyimpanan energi listrik yang elektrolitnya menggunakan bahan organik, berbagai jenis material terus dikembangkan dalam pembuatan elektrolit pada baterai. Penggunaan polimer sintesis sebagai bahan elektrolit ternyata masih memiliki beberapa kekurangan. Selain harganya yang mahal, dampak lingkungan akibat menumpuknya sampah kimia juga menjadi salah satu permasalahan [3]. Oleh karena itu dibutuhkan bahan polimer alam yang menjadi solusi permasalahan tersebut.

Kitosan mempunyai sifat pengikat ion, tidak beracun, biodegradable (dapat terurai) dan memiliki gugus pasangan elektron bebas yang bisa dijadikan elektrolit polimer dengan nilai konduktivitas yang baik [4].

Penelitian yang dilakukan oleh Safitri mengenai elektrolit polimer kitosan dari cangkang kepiting dengan penambahan KCl menghasilkan konduktivitas yang tinggi, sebesar 326,3195626 s/cm pada kitosan 45% dan 180,4409364 s/cm pada kitosan 35% pada frekuensi 1000 Hz, sehingga kitosan dapat dijadikan sebagai bahan elektrolit [4]. Pada penelitian yang dilakukan oleh Minyi polivinil alkohol digunakan sebagai bahan polimer untuk meningkatkan ion bebas pada elektrolit [5].

Kitosan merupakan polimer alam yang sangat melimpah dan mudah didapatkan di alam, kebanyakan kitosan dari rangka luar hewan *Crustaceae*. Kitosan terbentuk menjadi polimer melalui ikatan  $\beta$  (1,4) dari polisakarida D-glukosiamin yang telah mengalami deasetilasi dari senyawa kitin [2]. Penelitian yang dilakukan oleh Salmahaminati bahwa sintesis kitosan dengan proses demineralisasi, deproteinasi dan deasetilasi sudah memenuhi standar kitosan industrial.

Salah satu sumber kitosan yang melimpah adalah cangkang rajungan. Cangkang rajungan merupakan limbah yang masih belum termanfaatkan di Indonesia khususnya di Paciran. Menurut Mufarohah Umur 38 tahun pekerja pengupas kulit rajungan di Paciran mengatakan bahwa rajungan hasil dari nelayan dikupas kemudian daging rajungan dijual kepada pengepul, sedangkan cangkang rajungan menjadi limbah yang mencemari lingkungan. Limbah cangkang rajungan memiliki kandungan kitin dan kitosan yang tinggi. Sehingga kandungan kitosan yang tinggi pada cangkang rajungan berpotensi untuk dikembangkan lebih lanjut untuk dijadikan polimer alam [6].

## 2. METODE PENELITIAN

Pada metode penelitian menjelaskan tentang alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian, bagaimana prosedur kerja dalam penelitian dan metode teknik analisis pada penelitian.

## 2.1. Alat dan bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah: *Beaker glass*, *Oven*, *Hot Plate*, *Magnetic stirrer*, *Conductivity meter*, FTIR, Alat penggiling, Saringan kertas nomor 42, Saringan mesh 100, pH meter, Timbangan. Sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah: Cangkang Rajungan, HCl 1,6 M, NaOH 2 M, NaOH 50%, Aquades.

## 2.2. Prosedur penelitian

Cangkang Rajungan di cuci dengan air sampai bersih, kemudian dikeringkan selama 2 jam di oven pada suhu 60°C. Selanjutnya cangkang rajungan dihancurkan dan disaring dengan saringan mesh 100.

Proses demineralisasi dilakukan dengan cara cangkang rajungan ditambahkan larutan HCl 1,6 M dengan perbandingan larutan terhadap bahan 10:1 (ml:g) dipanaskan dengan *Hot Plate* pada suhu 70-80°C sambil diaduk dengan *Magnetic Stirrer* selama 2 jam. Campuran didinginkan, kemudian saring untuk diambil residunya. Kemudian cuci dengan air sampai pH 7-8 dan dikeringkan selama 2 jam di oven pada suhu 80°C.

Proses deproteinasi dengan cara residu yang diperoleh proses demineralisasi ditambahkan larutan NaOH 2 M dengan perbandingan larutan terhadap bahan baku 10:1 (ml:g), kemudian proses yang dilakukan sama dengan proses demineralisasi.

Proses deasetilasi dengan cara residu yang diperoleh dari proses deproteinasi ditambahkan larutan NaOH 50% dengan perbandingan larutan terhadap bahan 20:1 (ml:g) dipanaskan dengan *Hot Plate* pada suhu 100 °C sambil diaduk dengan *Magnetic Stirrer* selama 2 jam. Campuran didinginkan kemudian saring untuk diambil residunya. Kemudian cuci dengan air sampai pH 7-8 dan dikeringkan selama 2 jam di oven pada suhu 80 °C.

## 2.3. Metode Teknik Analisis

**2.3.1. Penentuan Gugus Fungsi.** Kitosan hasil proses sintesis, dianalisis dengan FTIR di laboratorium Departemen Teknik Material dan Metalurgi ITS Surabaya untuk memastikan gugus fungsi kitosan telah terbentuk.

**2.3.2. Uji Konduktivitas.** Kitosan yang dihasilkan ditambahkan kedalam larutan Aquades kemudian diuji dengan *Conductivity Meter* di laboratorium jurusan kimia Unesa untuk mengetahui besar konduktivitas Aquades sebelum dan sesudah ditambahkan kitosan tersebut.

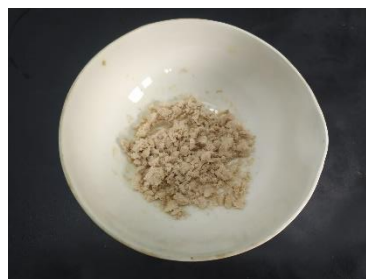
## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan menjelaskan tentang sampel yang meliputi bentuk dan warna serta penjelasan dari pengujian pada sampel.

### 3.1. Sintesis Kitosan

Hasil pengamatan terhadap senyawa kitosan yang dihasilkan dari sampel adalah:

Sampel	: Cangkang Rajungan
Berat sampel	: 15 gram
Kitosan yang diperoleh	: 0,1 gram
Rendemen kitosan	: 0,67%
Tekstur kitosan	: Serbuk putih kecoklatan

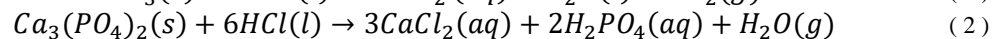
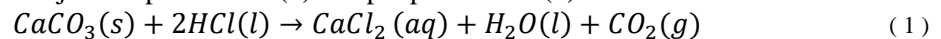


**Gambar 1.** Kitosan dari cangkang rajungan

Rajungan adalah hewan sejenis kepiting, perbedaan rajungan dan kepiting adalah rajungan memiliki capit yang panjang dan tubuhnya lebih ramping dibanding kepiting lain. Jenis rajungan yang umum ada di Indonesia adalah jenis rajungan biasa (*Portunus Pelagicus*). Cangkang rajungan memiliki senyawa kimia yang bermanfaat seperti 20-30 % kitin, 30-50% mineral, dan 30-40% protein [6].

Kitosan merupakan bio-polimer dari senyawa hasil deasetilasi kitin dari kandungan cangkang luar Crustaceae (udang-udangan), serangga dan beberapa jenis jamur. Kitin dapat dihasilkan dari cangkang luar hewan *Crustaceae* melalui tahap demineralisasi dan deproteinasi. Proses demineralisasi ditunjukkan dengan terbentuknya gas  $CO_2$  berupa gelembung udara pada saat larutan HCl dicampurkan ke dalam cangkang rajungan. Cangkang rajungan mengandung lebih banyak mineral, ditunjukkan dengan terbentuknya gelembung. yang bertujuan mengurangi kadar kandungan mineral  $CaCO_3$  dan  $Ca_3(PO_4)_2$ .

Reaksi yang terjadi ditunjukkan persamaan (1) sampai persamaan (2)



proses demineralisasi bertujuan mengurangi kadar kandungan mineral  $CaCO_3$  dan  $Ca_3(PO_4)_2$  pada cangkang rajungan. Untuk menghilangkan HCl yang mungkin masih tertinggal dilakukan proses pencucian dengan akuades sampai PH netral.

Selanjutnya proses deproteinasi yang bertujuan mengurangi kadar kandungan protein dengan memutuskan ikatan antara protein dan kitin, menggunakan cara menambahkan natrium hidroksida, protein yang terekstrak dalam bentuk Naproteinat dimana ion  $Na^+$  mengikat ujung rantai protein yang bermuatan negatif sehingga mengendap. Residu yang dihasilkan dari proses deproteinasi adalah kitin

Kitin terbentuk menjadi kitosan polimer melalui ikatan  $\beta$  (1,4) dari polisakarida D-glukosamin yang telah mengalami deasetilasi dengan larutan NaOH konsentrasi tinggi (40-50%) untuk menghilangkan gugus asetil dengan atom nitrogen, kitosan terdiri dari unit N-asetil glukosamin dan N glukosamin. Adanya gugus reaktif amino pada atom C-2 dan gugus hidroksil pada atom C-3 dan C-6, Kondisi ini digunakan karena struktur sel-sel kitin yang tebal dan kuatnya ikatan hidrogen intramolekul antara atom hidrogen pada gugus amin dan atom oksigen pada gugus karbonil. Proses deasetilasi dalam basa kuat panas menyebabkan hilangnya gugus asetil pada kitin melalui pemutusan ikatan antara karbon pada gugus asetil dengan nitrogen pada gugus amin. Dalam kondisi basa deasetilasi kitin ( $-NHCOCH_3$ ) menjadi kitosan ( $-NH_2$ ) [7].

Kitosan mempunyai sifat pengikat ion, tidak beracun, biodegradable (dapat terurai) dan memiliki gugus pasangan elektron bebas yang bisa dijadikan elektrolit polimer dengan nilai konduktivitas yang baik. Kitosan tidak dapat larut dalam air, larutan alkali pada pH di atas 6.5 dan pelarut organik, tetapi larut dengan cepat dalam asam organik seperti asam asetat, asam sitrat, asam format dan mineral lain kecuali sulfur. Kitosan juga dapat menjadi poli elektrolit melalui protonasi gugus amina dalam media asam [4].

### 3.2. Fourier transform infrared (FTIR)

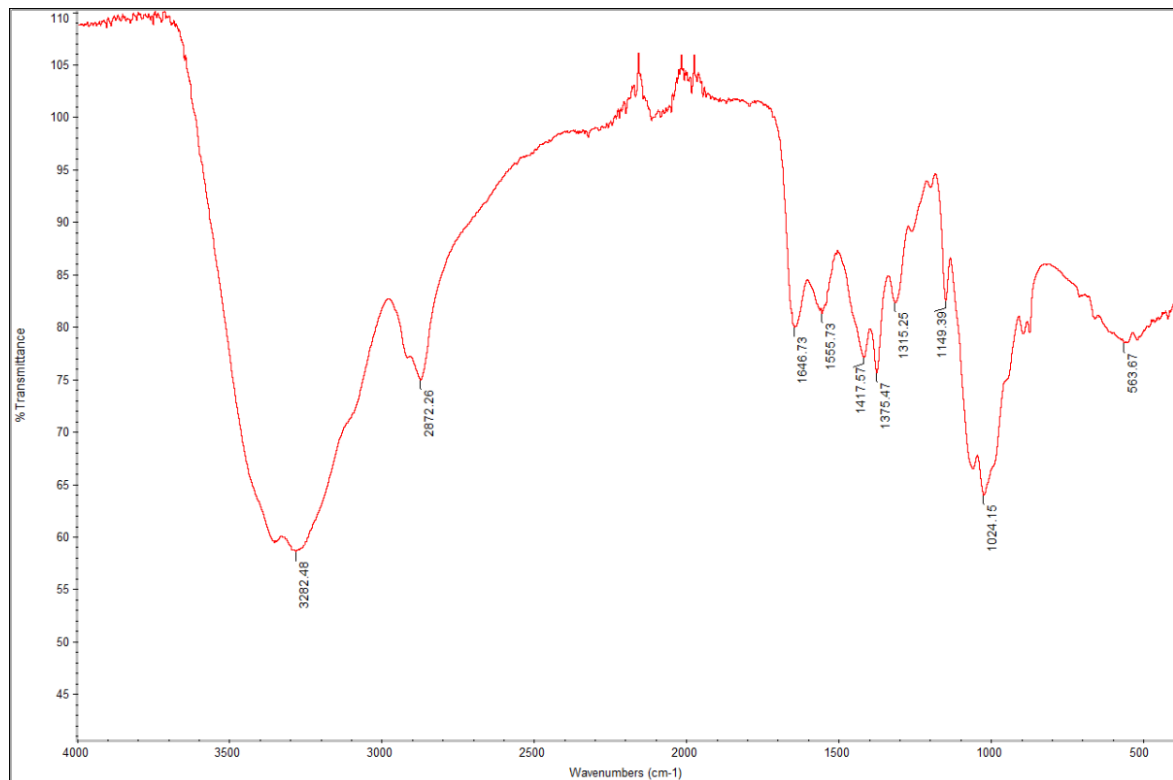
Kitosan hasil deasetilasi dianalisis menggunakan FTIR di Departemen Teknik Material dan Metalurgi ITS Surabaya untuk mengetahui gugus fungsi yang ada pada kitosan dan dibandingkan dengan spektra kitosan literatur.

FTIR merupakan alat yang digunakan untuk identifikasi senyawa, khususnya senyawa organik, baik secara kualitatif maupun kuantitatif. Analisis kualitatif dilakukan dengan melihat puncak-puncak spesifik yang menunjukkan jenis gugus fungsional yang dimiliki oleh senyawa tersebut. Sedangkan analisis kuantitatif dapat dilakukan dengan menggunakan senyawa standar yang dibuat spektrumnya pada berbagai variasi konsentrasi [7].

**Tabel 1.** Gugus fungsi kitosan

Gugus Fungsi	Kitosan literatur	Kitosan kepiting (Erviana)	Kitosan kepiting (Salmahaminati)	Kitosan cangkang rajungan
OH	3200-3600	3284,34	3425,58	3282,48
C-H ulur	2850-3000	2867,59	2877,79	2872,26

N-H bengkokan	1600	1582,41	1658,78	1646,73
C-H bengkokan	1350-1480	1380,9	1419,61	1417,57
C-O-C	1000-1300	1026,09	1072,42	1024,15



**Gambar 2.** Spektrum FTIR kitosan dari cangkang rajungan

Spektra FTIR untuk kitosan literatur memperlihatkan pola serapan yang muncul pada panjang gelombang  $3200\text{ cm}^{-1}$  -  $3600\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus OH, pada kitosan rajungan muncul pada panjang gelombang  $3282,48\text{ cm}^{-1}$  sedangkan pada kitosan Erviana & Salmahaminati muncul pada panjang gelombang  $3284,34\text{ cm}^{-1}$  dan  $3425,58\text{ cm}^{-1}$  perbedaan panjang gelombang pada Salmahaminati disebabkan lebarnya serapan kitosan rajungan dan kitosan Erviana yang menunjukkan tumpang tindih dengan gugus N-H dari amina [8]. Serapan lain yaitu pada  $2850\text{ cm}^{-1}$  -  $3000\text{ cm}^{-1}$  memperlihatkan uluran C-H, pada kitosan rajungan muncul pada panjang gelombang  $2872,26\text{ cm}^{-1}$  pada kitosan Erviana & Salmahaminati muncul pada panjang gelombang  $2867,59\text{ cm}^{-1}$  dan  $2877,79\text{ cm}^{-1}$ . Untuk vibrasi N-H bengkokan kitosan literatur muncul pada panjang gelombang  $1600\text{ cm}^{-1}$ , pada kitosan rajungan muncul pada panjang gelombang  $1646,73\text{ cm}^{-1}$  sedangkan pada kitosan Erviana & Salmahaminati muncul pada panjang gelombang  $1528,41\text{ cm}^{-1}$  dan  $1658,78\text{ cm}^{-1}$ , serapan C-H bengkokan pada literatur muncul pada  $1350\text{ cm}^{-1}$  -  $1480\text{ cm}^{-1}$ , pada kitosan rajungan muncul pada panjang gelombang  $1417,57\text{ cm}^{-1}$  sedangkan pada kitosan Erviana & Salmahaminati muncul pada panjang gelombang  $1380,9\text{ cm}^{-1}$  dan  $1419,61\text{ cm}^{-1}$ , dan pada kitosan literatur serapan  $1000\text{ cm}^{-1}$  -  $1300\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan vibrasi C-O-C, pada kitosan rajungan menunjukkan pada panjang gelombang  $1024,15\text{ cm}^{-1}$  sedangkan pada kitosan Erviana & Salmahaminati muncul pada panjang gelombang  $1026,09\text{ cm}^{-1}$  dan  $1072,42\text{ cm}^{-1}$ . Berdasarkan perbandingan gugus fungsi cangkang rajungan setelah disintesis dan literatur kitosan, dapat diketahui cangkang rajungan telah bertransformasi menjadi kitosan.

### 3.3. Konduktivitas kitosan

Konduktivitas adalah suatu kemampuan bahan untuk dapat memindahkan muatan listrik (elektron) dengan jarak tertentu, konduktivitas tergantung dari hambatan jenis suatu bahan.

Konduktivitas meter adalah metode pengukuran daya hantar listrik bertujuan untuk mengetahui kemampuan ion-ion dalam air untuk menghantarkan listrik serta memprediksi kandungan mineral dalam air [9].

Pada penelitian yang dilakukan oleh Nurhadini (2021) hasil penelitian menunjukkan elektrolit dengan komposisi kitosan/PVA/gliseroL/LiClO<sub>4</sub> dengan perbandingan 10/90/20/20, 30/70/20/20, 50/50/20/20, 70/30/20/20 dan 90/10/20/20. Menghasilkan konduktivitas listrik 2,01 x 10<sup>-7</sup> S/cm, 2,52 x 10<sup>-6</sup> S/cm, 8,62 x 10<sup>-6</sup> S/cm, 4,8 x 10<sup>-5</sup> S/cm dan 4,23 x 10<sup>-5</sup> S/cm. terlihat bahwa konduktivitas tertinggi pada komposisi 70/30/20/20 sebesar 4,8 x 10<sup>-5</sup> S/cm. pada komposisi tersebut memenuhi untuk diaplikasikan sebagai polimer elektrolit dibaterai.

Konduktivitas merupakan parameter penting dalam penetapan kitosan sebagai bahan elektrolit pada bio-baterai, kitosan hasil deasetilasi diuji konduktivitas dengan konduktivitas meter di laboratorium kimia Universitas Negeri Surabaya.

**Tabel 2.** Konduktivitas kitosan

Aquades (ml)	kitosan (g)	konduktivitas (mS)
100	0	0,01
100	0,1	0,05
100	0,4	0,23
100	0,6	0,28
100	0,8	0,97

Uji konduktivitas kitosan dilakukan dengan dicampurkan dengan larutan aquades 100 ml, pada larutan aquades 100 ml tanpa campuran kitosan didapatkan konduktivitas 0,01 mS, saat ditambahkan kitosan 0,1 gram konduktivitas menjadi 0,05 mS, pada penambahan kitosan 0,4 gram konduktivitas naik dengan pesat menjadi 0,23 mS, pada penambahan kitosan 0,6 gram konduktivitas naik menjadi 0,28 mS, dan pada penambahan kitosan 0,8 gram konduktivitas naik sangat tinggi menjadi 0,97 mS.

Jadi dapat dilihat bahwa larutan aquades yang ditambahkan kitosan konduktivitasnya naik dikarenakan perubahan hambatan dalam suatu larutan. Dimana aquades memiliki hambatan besar sedangkan aquades yang ditambahkan kitosan akan menyebabkan nilai hambatannya mengecil sehingga menaikkan nilai perpindahan muatan, jadi semakin besar penambahan kitosan akan menurunkan nilai hambatan. Sehingga ketika kitosan ditambahkan kedalam elektrolit akan meningkatkan nilai konduktivitas pada elektrolit.

## 4. PENUTUP

### 4.1. Kesimpulan

Berdasarkan analisis gugus fungsi menggunakan FTIR dan dibandingkan dengan literatur kitosan menunjukkan cangkang rajungan setelah proses sintesis telah bertransformasi menjadi kitosan.

Berdasarkan uji konduktivitas bahwa aquades yang ditambahkan kitosan dengan variasi larutan aquades 100 ml dan kitosan 0,1 gram, 0,4 gram, 0,6 gram dan 0,8 gram menghasilkan konduktivitas sebesar 0,05 mS, 0,23 mS, 0,28 mS dan 0,97 mS. kitosan menyebabkan nilai hambatan mengecil sehingga menaikkan nilai perpindahan muatan dan meningkatkan konduktivitas, semakin besar nilai kitosan yang ditambahkan pada aquades semakin besar nilai konduktivitasnya, sehingga kitosan dapat dijadikan sebagai bahan elektrolit.

### 4.2. Saran

Aplikasi kitosan sebagai bahan elektrolit merupakan variasi paling sederhana, sehingga perlu dilakukan penelitian dengan variasi penambahan kitosan dan bahan lain yang meningkatkan konduktivitas elektrolit lebih tinggi lagi.

### 4.3. Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu pelaksanaan penelitian ini. Khususnya pada Universitas Billfath Lamongan yang telah memberikan fasilitas untuk melakukan penelitian ini.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. F. Tanjung, Masthura, and A. H. Daulay, "Pembuatan Bio-Baterai Dengan Memvariasikan Elektroda Berbahan Dasar Sri Buah Tomat (*Solanum Lycopersum*)," *Einstein (e-Journal): Jurnal Hasil Penelitian Bidang Fisika*, vol. 10, no. 1, pp. 59-64, 2022.
- [2] F. Salafa, L. Hayat, and A. Ma'ruf, "Analysis of Orange Peel (*Citrus Sinensis*) as the Material for Electrolytes in Bio-Batteries. *Jurnal Riset Rekayasa Elektro.*" vol. 2, no. 1, pp.1-9, 2020.
- [3] D. E. Pratiwi, "Sintesis Membran Elektrolit Padat Berbahan Dasar Kitosan Synthesis of Chitosan-Based Solid Electrolyte Membrane." *Jurnal Sainsmat*, vol. VII, no. 2, pp. 86-91, 2018.
- [4] F. Safitri and I. Supu, "Uji Konduktivitas Film Elektrolit Polimer Kitosan Cangkang Kepiting Dengan Penambahan KCL," *Jambura Physics Journal*, vol. 1, no. 2, pp. 99-109, 2019.
- [5] L. Minyi, M. S. Su'ait, M. Mokhtar, F. N. Jumaah, N. N. Mobarak, and A. Ahmad, "Kajian terhadap potensi pengetaran poli(vinil alkohol) sebagai bahan elektrolit polimer," *Journal of Polymer Science and Technology*, vol. 4, no. 1, pp. 1-15, 2019.
- [6] A. Warda, M. Busyairi, and A. Kahar, "Pemanfaatan Limbah Rajungan (*Portunus Pelagicus*) Untuk Memproduksi Kitosan Sebagai Pupuk Organik Cair dalam Penentuan Konsentrasi Optimum pada Tanaman," *Jurnal Teknologi Lingkungan*, vol. 6, no. 1, pp. 1-9, 2022.
- [7] Salmahaminati, "Synthesis of Chitosan from Crab Shells Using Microwave Heating Method," *IJCR (Indonesian Journal of Chemical Research)*, vol. 7, no. 1, pp. 27-36, 2022.
- [8] D. Erviana and Mariyamah. "Perbandingan Daya Serap Membran Kitosan dan Membran Kitosan-Silika terhadap Penurunan Kadar Fosfat pada Limbah Detergen," in *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan*, 2019, vol. 2, pp.1-12.
- [9] H. Prihatno, R. F. Abida, and S. L. Sagala, "Korelasi antara konduktivitas air laut dengan jumlah mineral terlarut pada perairan selat madura," *Jurnal Kelautan Nasional*, vol. 16, no. 3, 2021.
- [10] Nurhadin, V. A. Fabiani, M. A. Putri, and I. Lestari, "Analisis Konduktivitas Dan Termal Pada Polimer Elektrolit Dari Kitosan/Pva/Gliserol/Liclo4 Untuk Aplikasi Baterai Ion Litium." *Chemistry Progress*, vol. 14, no. 1, 2021.