

LIMBAH CANGKANG KERANG TEMBERUNGUN (*Telescopium telescopium*) SEBAGAI ADSORBEN LOGAM BERAT BESI (Fe²⁺)

Telescopium telescopium Shells Waste As Fe (II) Adsorbent

Tri Paus Hasiholan Hutapea^{1*}, Ayu Paramitha², Dori Rachmawani²

¹Jurusan Teknologi Hasil Perikanan, FPIK UBT, Tarakan, Indonesia

²Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan, FPIK UBT, Tarakan, Indonesia

Jl. Amal Lama No. 1 Kelurahan Pantai Amal Lama, Tarakan. Kalimantan Utara – 77123

*Korespodensi : hutapea2606@gmail.com

ABSTRAK

Penurunan kualitas air diakibatkan oleh adanya zat pencemar berupa komponen-komponen organik maupun anorganik. Komponen-komponen anorganik, diantaranya adalah logam berat, salah satunya besi (Fe). Adsorpsi adalah salah satu teknologi yang dapat digunakan untuk menyerap logam berat dimana adsorben yang digunakan dalam penelitian ini adalah cangkang kerang temberungun (*Telescopium telescopium*) untuk menyerap besi (Fe²⁺). Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan limbah cangkang kerang temberungun (*Telescopium telescopium*) sebagai adsorben logam berat besi (Fe²⁺). Penelitian terbagi menjadi tiga tahap, yaitu karekterisasi permukaan adsorben, penentuan waktu optimum dan penentuan kapasitas adsorpsi. Seluruh tahapan penelitian dilakukan pada adsorben yang tidak dan telah teraktivasi NaOH. Hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan morfologi permukaan antara adsorben sebelum dan sesudah aktivasi. Keasaman permukaan adsorben sebelum aktivasi bernilai 5,28 mmol/g dan sesudah diaktivasi memiliki nilai 6,74 mmol/g. Waktu optimum penyerapan ion logam besi (Fe²⁺) sebelum dan sesudah diaktivasi yakni 60 dan 30 menit. Kapasitas adsorpsi dari adsorben sebelum dan sesudah aktivasi berturut-turut adalah 11,07899 mg/gr dan 459,3038 mg/gr. Disimpulkan bahwa, cangkang kerang temberungun (*Telescopium telescopium*) dapat dimanfaatkan sebagai adsorben ion logam berat besi (Fe²⁺)

Kata kunci: Adsorpsi, Besi (Fe²⁺), Cangkang Kerang Temberungun (*Telescopium telescopium*).

ABSTRACT

The decrease in water quality is caused by the presence of pollutants in the form of organic and inorganic components. Inorganic component, including heavy metals, is iron (Fe). Adsorption is one of the technologies that can be used to absorb heavy metals where the adsorbent used in this study was shell of a shell (*Telescopium telescopium*) to adsorb iron (Fe²⁺). This research aims to utilize the waste of the mussel shells (*Telescopium telescopium*) as an adsorbent for heavy metal iron (Fe²⁺). The study was divided into three stages, namely the adsorbent surface characterizing, determining the optimum time and the adsorption capacity. All stages of the study were carried out on Two types of absorbent, unactivated and non-activated absorbent. The results showed a difference in surface morphology between adsorbents before and after activation. The surface acidity of the adsorbent before activation was 5.28 mmol/g and after activation had a value of 6.74 mmol/g. The optimum time of absorption of ferrous metal ions (Fe²⁺) before and after activation was 60 and 30 minutes respectively. The adsorption capacity of the adsorbents before and after activation was 11,07899 mg/g and 459,3038 mg/g, respectively. It was

concluded that the shell of a temberungun shell (*Telescopium telescopium*) can be used as an adsorbent for heavy metal ions (Fe^{2+})

Key words: Adsorption, Iron (Fe^{2+}), Temberungun Shells (*Telescopium telescopium*)

PENDAHULUAN

Penurunan kualitas air diakibatkan oleh adanya zat pencemar berupa komponen-komponen organik maupun anorganik. Komponen-komponen anorganik diantaranya adalah logam berat yang berbahaya (Siaka, 2008). Adanya logam berat di perairan berbahaya baik secara langsung terhadap kehidupan organisme, maupun efeknya secara tidak langsung terhadap kesehatan manusia, contoh logam berat ini adalah besi (Fe) yang dapat mempengaruhi kualitas perairan bagi kehidupan organisme di dalamnya.

Logam berat besi (Fe) bersifat sulit didegradasi, sehingga mudah terakumulasi dalam lingkungan perairan dan keberadaannya secara alami sulit dihilangkan serta dapat terakumulasi dalam biota perairan termasuk kerang, ikan dan sedimen, selain itu besi (Fe) memiliki nilai faktor konsentrasi yang besar dalam tubuh organisme. Oleh sebab itu, logam berat besi yang ada di lingkungan perlu diturunkan. Salah satu metode pengelolaan logam berat di perairan adalah dengan metode adsorpsi. Metode adsorpsi telah banyak dilakukan untuk mengadsorpsi logam berat (Hutapea et al., 2016; Nurdila and Asri, 2015; Syaunqiah et al., n.d.; Tangio, n.d.). Penghilangan senyawa toksik dengan adsorpsi merupakan metode yang ramah lingkungan. Salah satu adsorben yang dapat digunakan adalah cangkang kerang yang banyak mengandung CaCO_3 . Kalsium karbonat merupakan bahan yang sesuai dalam penghilangan senyawa toksik seperti fosfat dan limbah logam dikarenakan CaO yang merupakan komponen pengaktif untuk pengadsorpsi senyawa beracun tersebut dapat dihasilkan dari senyawa CaCO_3 . Pada cangkang kerang terdapat kandungan CaCO_3 sebesar 95–99%. Sehingga sangat baik

untuk dijadikan sebagai bahan baku adsorben (Jeon and Yeom, 2009)

Pada penelitian ini pemilihan adsorben yang efektif digunakan berasal dari limbah cangkang kerang temberungun (*Telescopium telescopium*). *Telescopium telescopium* merupakan kerang yang banyak ditemukan pada daerah pertambakan. Banyaknya *Telescopium telescopium* di daerah pertambakan Kota Tarakan yang telah mati dan menghasilkan limbah cangkang kerang yang belum dimanfaatkan secara optimal sehingga cangkang *Telescopium telescopium* dapat dimanfaatkan sebagai adsorben logam berat besi (Fe^{2+}).

METODE PENELITIAN

Bahan

Cangkang kerang temberungun (*Telescopium telescopium*), Aquades DM (Brataco), Sodium Hidroksida (Merck), Larutan standart besi (Merck, 1000 ppm), pH indicator, Asam Klorida (Merck, 37 %), Indikator Phenolphthalein (Merck).

Alat

Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS), Ayakan ukuran 80 mesh, Oven, Analytical Balance OHAUS, Scanning Electron Microscopy-Energy Dispersive spectroscopy (SEM-EDS).

Prosedur Penelitian

Penyiapan Sampel

Cangkang kerang temberungun (*Telescopium telescopium*) yang telah diambil dari Tambak Mamburungan, Kota Tarakan dicuci dengan air hingga bersih (tidak ada kotoran maupun daging yang masih melekat) dan dikeringkan dibawah sinar matahari. Kemudian cangkang dihancurkan hingga menjadi serbuk. Serbuk cangkang kerang tersebut

diayak dengan ayakan berukuran 80 mesh (Lestari, n.d.).

Aktivasi Cangkang Kerang

Disiapkan labu erlenmeyer yang berisi 50 g serbuk cangkang kerang, kemudian diberi larutan NaOH 0,1 M sebanyak 250 mL (Perbandingan dengan sampel 1:5). Kemudian sampel diaduk dengan kecepatan konstan. Proses aktivasi dilakukan selama 24 jam. Setelah itu dicuci dengan aquades untuk menetralkan pH, lalu dikeringkan ke dalam oven pada temperatur 50 °C. Setelah kering, serbuk cangkang kerang disimpan di dalam desikator (Hutapea, dkk., 2016).

Karakterisasi Adsorben

Karakterisasi adsorben berfungsi untuk mengetahui morfologi permukaan dan komponen penyusun adsorben. Alat yang digunakan adalah Scanning Electron Microscopy-Energy Dispersive spectroscopy (SEM-EDS).

Penentuan Keasaman Permukaan Adsorben

Penentuan keasaman permukaan dilakukan pada adsorben yang teraktivasi maupun yang belum teraktivasi. Seberat 0,50 g sampel dimasukkan ke dalam erlenmeyer 100 mL kemudian ditambahkan 15,0 mL larutan NaOH 0,1 M sambil diaduk selama 15 menit dengan *magnetic stirrer*. Setelah homogen, larutan disaring dengan kertas saring dan residunya dibilas menggunakan aquades. Filtrat dan bilasan ditambahkan 3–4 tetes indikator phenolphthalein (pp) sampai berwarna merah muda. Kemudian campuran dititrasi dengan larutan HCl 1 M sampai terjadi perubahan warna dari warna merah muda menjadi bening.

Penentuan Waktu Maksimum Adsorpsi

Penentuan waktu maksimum adsorpsi dilakukan dengan menyiapkan 1 g adsorben sebelum dan sesudah diaktivasi. Kemudian ditambahkan

masing-masing 50 mL larutan Fe^{2+} 40 ppm. Selanjutnya, diaduk dengan pengaduk *magnetic stirrer*. Setiap waktu tertentu (15, 30, 45, 60, 75 dan 90 menit) campuran diambil, filtrat yang diperoleh dianalisis jumlah Fe^{2+} yang tersisa dengan AAS.

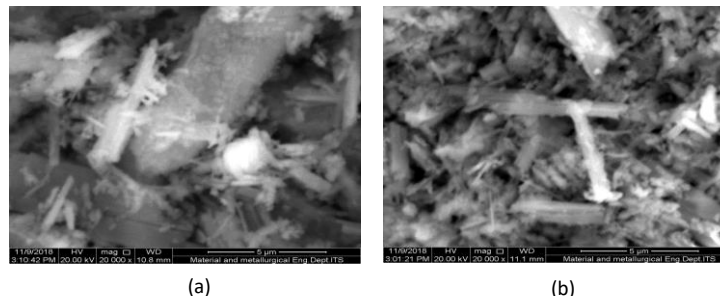
Penentuan Kemampuan Adsorpsi

Adsorben sebanyak 1 g ditambahkan larutan besi (Fe^{2+}) dengan konsentrasi yang berbeda-beda yaitu 20, 40, 60, 80 dan 100 ppm selama waktu optimum yang telah ditentukan. Kemudian filtrat yang diperoleh dianalisa dengan AAS. Penentuan kemampuan adsorpsi dihitung dengan persamaan isotherm adsorpsi Freundlich.

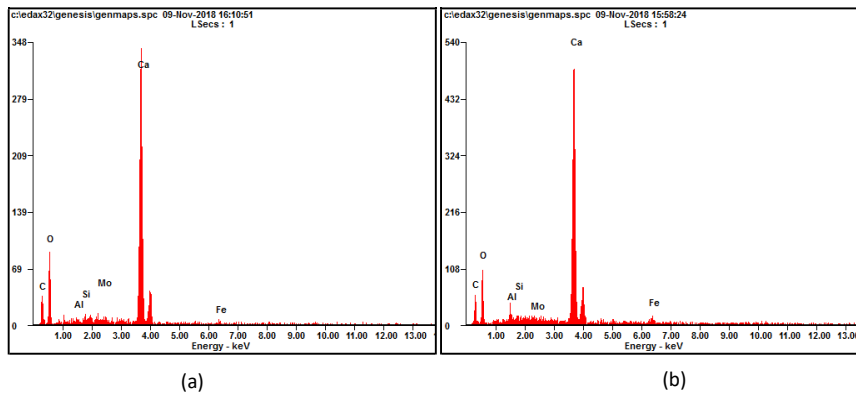
HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakterisasi Adsorben

Morfologi permukaan dan komponen penyusun adsorben diketahui dengan analisis *Scanning Electron Microscopy-Energy Dispersive Spectroscopy* (SEM-EDS). Luas permukaan adsorben merupakan salah satu faktor penting dalam proses adsorpsi, karena senyawa adsorbat harus masuk ke dalam pori adsorben. Proses adsorpsi terjadi apabila ukuran permukaan dari adsorben cukup besar dan dapat menyerap adsorbat ke dalam pori adsorben. Hasil analisis morfologi permukaan adsorben (Gambar 1) menunjukkan bahwa adanya perbedaan antara permukaan adsorben sebelum dan sesudah teraktivasi. Dimana adsorben setelah teraktivasi NaOH luas permukaan lebih besar dan diduga bahwa ukuran pori akan semakin besar. Hal ini disebabkan oleh proses aktivasi yang menyebabkan pertukaran ion pada permukaan adsorben, sehingga situs aktif dari adsorben semakin bertambah.



Gambar 1. Permukaan Adsorben (a) Sebelum Aktivasi (b) Setelah Aktivasi NaOH



Gambar 2. Komponen Adsorben (a) Sebelum Aktivasi (b) Setelah Aktivasi NaOH

Tabel 1. Persentase Komponen Adsorben

| Element | Wt% | |
|---------|------------------|------------------|
| | Sebelum Aktivasi | Setelah aktivasi |
| C | 05.28 | 05.41 |
| O | 41.11 | 34.55 |
| Al | 00.80 | 01.93 |
| Si | 00.83 | 01.12 |
| Mo | 01.55 | 01.90 |
| Ca | 49.27 | 51.07 |
| Fe | 01.15 | 04.02 |

Hasil analisa menggunakan EDS komposisi yang terdapat pada cangkang kerang temberungun (*Telescopium telescopium*) sebelum dan sesudah aktivasi dapat dilihat pada Gambar 2 yang menunjukkan bahwa terdapat kandungan Karbon (C), Oksigen (O), Aluminium (Al), Silikon (Si), Molibdenum (Mo), Kalsium (Ca), dan Besi (Fe). Hasil tertinggi yang terdapat dalam cangkang kerang temberungun (*Telescopium telescopium*) adalah Ca

(Kalsium). Pada adsorben sebelum aktivasi, nilai Ca sebesar 49,27 %, sedangkan pada adsorben yang telah teraktivasi nilai Ca sebesar 51,07 % (Tabel 1). Hal tersebut sesuai dengan komposisi cangkang kerang yang pada umumnya tersusun dari CaCO_3 . Banyaknya jumlah logam yang diserap tergantung dari proses adsorpsi. Proses adsorpsi yang terjadi pada cangkang sebagai adsorben dapat terjadi karena beberapa proses seperti adsorpsi secara

kimia (Horiza, 2018 ; Hsu, 2009 ; Kusumaningrum, 2016 ; Meisrilestari et al., 2013 ; Wu et al., 2014).

Pada cangkang kerang temberungun terjadi peningkatan persentase komposisi setelah aktivasi NaOH, hal ini diduga karena faktor aktivasi yang menyebabkan pengotor pada permukaan adsorben terlepas dan pori permukaan semakin terbuka. Hal ini sejalan dengan penelitian (Khan, n.d.), dimana proses aktivasi membuat perbedaan morfologi permukaan adsorben dan persentase komposisi penyusun adsorben sebelum dan sesudah aktivasi.

Keasaman Permukaan Adsorben

Penentuan keasaman permukaan merupakan faktor penting lain yang mempengaruhi kapasitas adsorpsi dari suatu adsorben. Pada penentuan keasaman permukaan, masing-masing adsorben direaksikan dengan NaOH dan dititrasi dengan HCl. Jumlah keasaman permukaan dari adsorben dihitung dari selisih jumlah HCl (Tabel 2).

Keasaman permukaan pada sampel cangkang kerang temberungun (*Telescopium telescopium*) sebelum aktivasi memiliki nilai 5,28 mmol/g dan pada sampel sesudah aktivasi memiliki

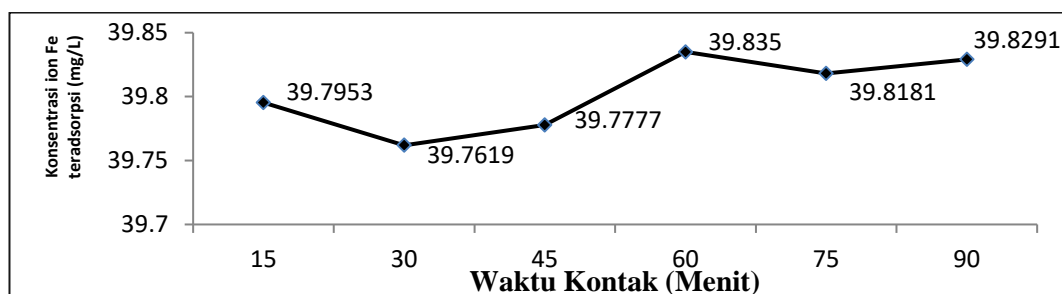
nilai 6,74 mmol/g. Cangkang kerang temberungun (*Telescopium telescopium*) sesudah aktivasi mempunyai nilai keasaman permukaan yang lebih tinggi daripada keasaman permukaan sebelum aktivasi. Peningkatan keasaman permukaan menunjukkan meningkatnya sisi aktif pada permukaan adsorben. Hal ini diduga oleh proses aktivasi dengan NaOH pada cangkang kerang temberungun (*Telescopium telescopium*) dalam melarutkan pengotor dan membuka situs aktif pada permukaan adsorben, sehingga pori adsorben menjadi homogen dan kemampuan dalam mengadsorpsi adsorbat meningkat (Syauqiah et al., n.d.).

Penentuan Waktu Kontak Adsorpsi Fe²⁺

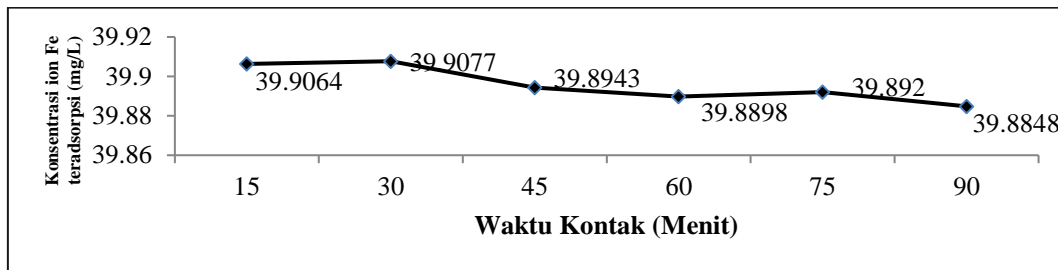
Penentuan waktu kontak dilakukan karena setiap adsorben memiliki perbedaan kemampuan menyerap adsorbat dalam waktu tertentu (Low et al., 1995). Penentuan waktu kontak adsorpsi bertujuan untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan oleh adsorben dalam menyerap ion Fe²⁺ secara maksimal. Variasi waktu kontak yakni 15, 30, 45, 60, 75 dan 90 menit.

Tabel 2. Keasaman Permukaan Adsorben

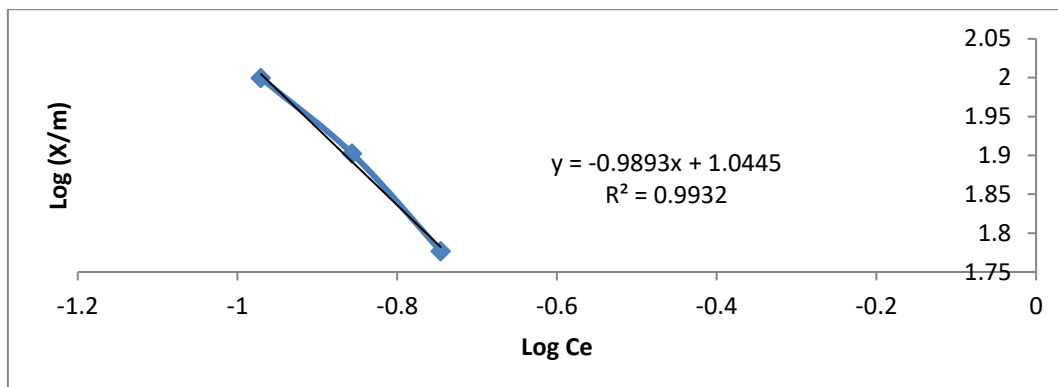
| Adsorben Kerang Temberungun (<i>Telescopium telescopium</i>) | | |
|--|------------------|------------------|
| | Sebelum Aktivasi | Sesudah Aktivasi |
| Keasaman Permukaan (mmol/g) | 5,28 | 6,74 |



Gambar 3. Grafik Waktu Kontak Adsorben sebelum aktivasi terhadap Fe²⁺



Gambar 4. Grafik Waktu Kontak Adsorben setelah aktivasi terhadap Fe^{2+}



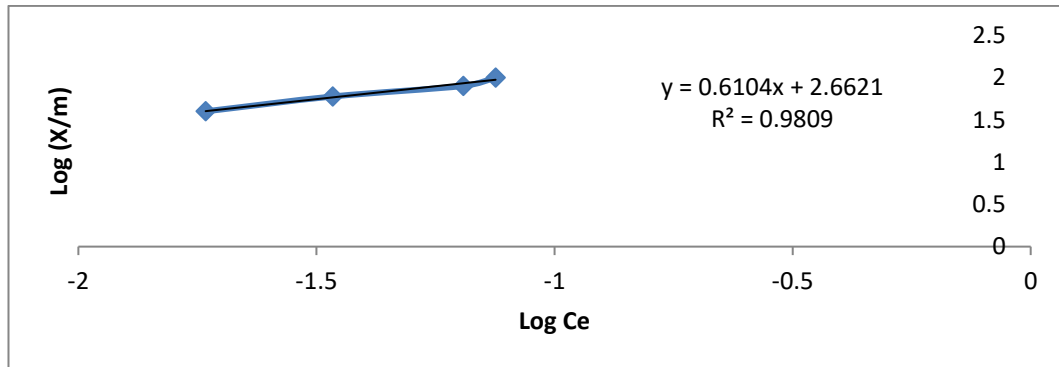
Gambar 5. Grafik Isoterm Freundlich Adsorben Sebelum Aktivasi

Berdasarkan hasil pengukuran, waktu maksimal adsorben sebelum aktivasi untuk menyerap ion logam besi adalah pada menit ke – 60 yaitu sebesar 39,8350 mg/L (Gambar 3). Sedangkan waktu kontak maksimal pada adsorben sesudah aktivasi pada menit ke – 30 yaitu 39,9077 mg/L (Gambar 4). Adsorben yang telah teraktivasi memerlukan waktu yang lebih cepat untuk mencapai penyerapan maksimum. Grafik menunjukkan nilai konsentrasi penyerapan yang fluktuatif. Hal diduga karena pengaruh pengadukan, sehingga berpengaruh terhadap ikatan antara adsorben dan adsorbat (Syauqiah et al., n.d.). Waktu maksimum yang telah diketahui dapat digunakan untuk pengukuran selanjutnya.

Penentuan Kemampuan Adsorpsi

Penentuan kemampuan adsorpsi dilakukan untuk mengetahui konsentrasi

adsorbat maksimal yang dapat diadsorpsi oleh 1 gram adsorben. Penentuan kapasitas adsorpsi ini dilakukan dengan variasi konsentrasi larutan Fe^{2+} yakni 20, 40, 60, 80 dan 100 ppm pada waktu adsorpsi optimum yang telah diperoleh sebelumnya yaitu untuk adsorben sebelum aktivasi pada waktu 60 menit sedangkan adsorben setelah aktivasi pada waktu 30 menit. Hasil yang didapatkan kemudian dianalisis dengan isoterm freundlich. Berdasarkan grafik isoterm freundlich adsorpsi sebelum aktivasi (Gambar 5) diperoleh persamaan $y = -0,9893 x + 1,0445$ dengan nilai $R^2 = 0,9932$. Pada persamaan Freundlich $Log(x/m) = log k + 1/n log C_e$, dimana $1/n$ adalah *slope* dan $log k$ ada intersepnya. Dari perhitungan, diperoleh kemampuan adsorpsi dari adsorben sebelum aktivasi adalah sebesar 11,07899 mg/gr.



Gambar 6. Grafik Isoterm Freundlich Adsorben Setelah Aktivasi

Berdasarkan grafik isoterm freundlich adsorpsi setelah aktivasi (Gambar 6) diperoleh persamaan $y = 0,6104 x + 2,6621$ dengan nilai $R^2 = 0,9809$. Pada persamaan Freundlich $\text{Log}(x/m) = \log k + 1/n \log C_e$, dimana $1/n$ adalah *slope* dan $\log k$ ada intersepnya. Dari perhitungan diperoleh, kemampuan adsorpsi dari adsorben sebelum aktivasi adalah sebesar 459,3038 mg/gr. Terdapat perbedaan kemampuan adsorpsi antara adsorben sebelum dan sesudah aktivasi. Hal ini dipengaruhi oleh sisi aktif dari adsorben yang telah teraktivasi lebih banyak dari adsorben yang belum teraktivasi.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan bahwa, cangkang kerang temberungun (*Telescopium telescopium*) dapat dimanfaatkan sebagai adsorben ion logam berat besi (Fe^{2+}), dimana akan semakin efektif bila dilakukan proses aktivasi. Karakterisasi permukaan adsorben menunjukkan terdapat perbedaan morfologi permukaan adsorben sebelum dan sesudah aktivasi. Keasaman permukaan adsorben sebelum aktivasi bernilai 5,28 mmol/g dan sesudah diaktivasi memiliki nilai 6,74 mmol/g Waktu optimum penyerapan ion logam besi (Fe^{2+}) sebelum dan sesudah diaktivasi yakni 60 dan 30 menit. Adsorpsi dengan berbagai variasi konsentrasi dilakukan untuk mengetahui kapasitas adsorpsi dari masing-masing adsorben. Perhitungan kapasitas adsorpsi dengan persamaan Freundlich. Hasil yang didapatkan kapasitas adsorpsi dari

adsorben sebelum dan sesudah aktivasi berturut-turut adalah 11,07899 mg/gr dan 459,3038 mg/gr.

DAFTAR PUSTAKA

- Horiza H.- (2018) Pengaruh Penggunaan Karbon Aktif Ampas Tebu Terhadap Penurunan Salinitas Pada Sumur Gali Di RT 003 RW 006 Kelurahan Tanjung Unggat Kota Tanjungpinang Tahun 2017. *EKSAKTA* **19**, 1–6.
- Hsu T.-C. (2009) Experimental assessment of adsorption of Cu^{2+} and Ni^{2+} from aqueous solution by oyster shell powder. *Journal of Hazardous Materials* **171**, 995–1000.
- Hutapea T. P. H., Yusuf B. and Purba R. (2016) Pemanfaatan Batu Padas Dalam Mengadsorpsi Logam Berat Pb (II) di Perairan. . *Oktober.*, 4.
- Jeon D. and Yeom S. (2009) Recycling wasted biomaterial, crab shells, as an adsorbent for the removal of high concentration of phosphate. *Bioresource technology* **100**, 2646–9.
- Khan A. A. Efektivitas pemanfaatan limbah cangkang kerang dara (anadara granosa) sebagai media adsorben logam cu (ii) dalam air. , 10.
- Kusumaningrum W. (2016) penggunaan karbon aktif dari ampas tebu sebagai media adsorpsi untuk menurunkan kadar Fe (besi) dan

- Mn (mangan) pada air sumur gali di desa gelam candi. **14**, 7.
- Lestari S. THE INFLUENCE OF WEIGHT AND CONTACT TIME TO ADSORB LEAD(II) BY ADSORBENT. , 4.
- Low K. S., Lee C. K. and Wong S. L. (1995) Effect of Dye Modification on the Sorption of Copper by Coconut Husk. *Environmental Technology* **16**, 877–883.
- Meisrilestari Y., Khomaini R. and Wijayanti H. (2013) Pembuatan Arang Aktif Dari Cangkang Kelapa Sawit Dengan Aktivasi Secara Fisika, Kimia Dan Fisika-Kimia. **2**, 7.
- Nurdila F. A. and Asri N. S. (2015) Adsorpsi Logam Tembaga (Cu), Besi (Fe), dan Nikel (Ni) dalam Limbah Cair Buatan Menggunakan Nanopartikel Cobalt Ferrite (CoFe₂O₄). , 5.
- Siaka I. M. (2008) Korelasi Antara Kedalaman Sedimen Di Pelabuhan Benoa Dan Konsentrasi Logam Berat Pb dan Cu. *JURNAL KIMIA*, 10.
- Syauqiah I., Amalia M. and Kartini H. A. Analisis Variasi Waktu Dan Kecepatan Pengaduk Pada Proses Adsorpsi Limbah Logam Berat Dengan Arang Aktif. , 10.
- Tangio J. S. Adsorpsi Logam Timbal (Pb) Dengan Menggunakan Biomassa Enceng Gondok (*Eichhorniacrassipes*). , 7.
- Wu Q., Chen J., Clark M. and Yu Y. (2014) Adsorption of copper to different biogenic oyster shell structures. *Applied Surface Science* **311**, 264–272.