

SINTESA BIOADSORBEN *HYBRID* KITOSAN-BENTONIT BEADS UNTUK MENYERAP ZAT WARNA ANIONIK DAN KATIONIK DALAM AIR LIMBAH

Silvia Efriza*, Satriananda¹, Zuhra Amalia²
Politeknik Negeri Lhokseumawe
E-mail: silviaefriza@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan rasio campuran dan massa adsorben kitosan-bentonit terbaik dalam menyerap zat warna anionik dan kationik serta mendapatkan karakteristik terbaik bioadsorben hibrid kitosan-bentonit *beads*. Penelitian ini dilakukan dengan rasio antara kitosan-bentonit 100:0%, 90:10%, 80:20%, 70:30%, 60:40% dan perbandingan massa adsorben kitosan-bentonit yaitu 0,1 gr ; 0,2 gr ; 0,3 gr ; 0,4 gr. Efisiensi penyisihan terbaik dalam menyerap zat warna anionik pada rasio kitosan-bentonit 100 : 0% sebesar 78,29% pada waktu 30 menit dengan berat adsorben 0,4gr. Sedangkan efisiensi penyisihan terbaik dalam menyerap zat warna kationik pada rasio kitosan-bentonit 90 : 10% sebesar 74,29% pada waktu 30 menit dengan berat adsorben 0,4gr. Hasil terbaik di karakterisasi dengan menggunakan, SEM, dan FTIR. Dari hasil yang didapat sintesa bioadsorben hibrid kitosan-bentonit beads mampu menyerap zat warna anionik dengan rasio 100 :0% dan zat warna kationik dengan rasio 90:10% dengan masing-masing berat 0,4 gr. Rasio terbaik yang mampu menyerap zat warna anionik dan zat warna kationik yaitu rasio 90:10%.

Kata kunci : Anionik, Bioadsorben, Beads, Hybrid, Kationik

ABSTRACT

This research was conducted to obtain the best mixture and mass ratio of chitosan-bentonite adsorbent in absorbing anionic and cationic dyes and obtain the best characteristics of chitosan-bentonite beads bioadsorbent. This research was carried out with a ratio of 100: 0%, 90: 10%, 80: 20%, 70: 30%, 60: 40% chitosan-bentonite and the mass ratio of chitosan-bentonite adsorbent which was 0.1 gr; 0.2 gr; 0.3 gr; 0.4 gr. The best removal efficiency in absorbing anionic dyes at a ratio of 100: 0% chitosan-bentonite was 78.29% at 30 minutes with a weight of 0.4gr adsorbent. While the best removal efficiency in absorbing cationic dyes at a ratio of chitosan-bentonite 90: 10% was 74.29% at 30 minutes with a weight of 0.4gr adsorbent. The best results are characterized by using, SEM, and FTIR. From the results obtained by the synthesis of bioadsorbent hybrid chitosan-bentonite beads able to absorb anionic dyes with a ratio of 100: 0% and cationic dyes with a ratio of 90: 10% with a mass weight of 0.4 gr. The best ratio that can absorb anionic dyes and cationic dyes is the ratio of 90: 10%.

Keywords: Anionic, Bioadsorbent, Beads, Cationic, Hybrid.

PENDAHULUAN

Zat warna banyak digunakan pada industri kertas, percetakan, tekstil, plastik, kulit, farmasi dan industri pengolahan makanan. Produksi pewarna tahun dan diseluruh dunia mencapai 700.000 ton per tahun. Sekitar 5-10% zat warna dibuang ke dalam air sebagai limbah (Wehyun Li, dkk, 2018). Adsorben untuk mengolah limbah zat warna yang sering digunakan berupa karbon aktif. Karbon aktif memiliki kelebihan sebagai adsorben yaitu harganya yang murah dan proses pembuatannya yang sederhana, namun karbon aktif memiliki kekurangan yaitu tidak mampu menyerap semua jenis limbah cair. Karbon aktif hanya mampu menyerap beberapa senyawa dan jenis logam berat saja (Lipatova, dkk, 2018)

Sementara itu, adsorben yang memiliki kapasitas adsorpsi yang lebih tinggi dari karbon aktif dapat dibuat dari campuran mineral alami (bentonit) dengan adsorben yang berasal dari polisakarida (kitosan) karena kedua jenis bahan ini memiliki ketersediaan yang berlimpah dan ramah lingkungan (Leon, dkk, 2018) penggabungan bentonit-kitosan akan memberikan hasil yang maksimal sebagai adsorben karena bentonit memiliki keunggulan dalam pertukaran kation dan memiliki luas permukaan yang besar sedangkan kitosan memiliki kemampuan yang baik dalam menyerap anion (Rizka, dkk, 2017)

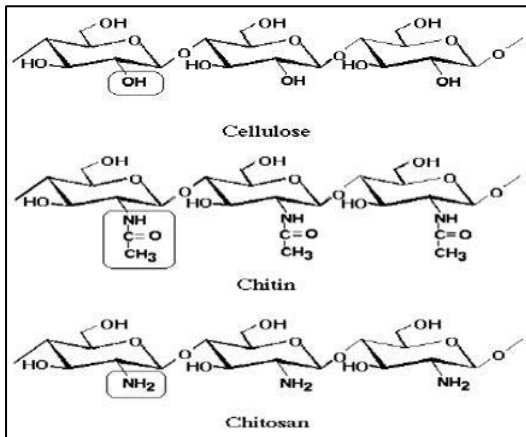
Fokus penelitian ini adalah membuat bioadsorben *hybrid* kitosan-bentonit berbentuk butiran (*beads*). Pemilihan bentuk *beads* ini karena dapat diregenerasi dan digunakan kembali untuk berbagai siklus adsorpsi maupun desorpsi, mampu menyerap zat warna anionik dan kationik dalam air limbah, ramah lingkungan, dan memiliki sifat mekanik yang lebih kuat daripada adsorben yang berbentuk bubuk dan *film*.

1. Proses Adsorpsi

Adsorpsi adalah proses perpindahan massa pada permukaan pori-pori dalam butiran adsorben. Perpindahan massa yang terjadi melalui batas antar dua fase yaitu: gas-padat, cair-padat. Adsorpsi dapat terjadi karena adanya energi permukaan yang menarik permukaan (Pratama, dkk, 2017). Sifat permukaan yang berbeda, tergantung pada susunan dalam molekul-molekul zat. Setiap molekul dalam interior dikelilingi oleh molekul-molekul lainnya, sehingga gaya tarik menarik antar molekul akan sama besar, setimbang kesegala bagian. Sedangkan untuk molekul di permukaan hanya mempunyai gaya tarik ke arah dalam.

2. Kitosan

Kitosan merupakan polimer rantai panjang yang disusun oleh monomer-monomer glukosamin (2-amino-2-deoksi-D-glukosa). Biopolimer ini disusun oleh dua jenis amin yaitu glukosamin (2-amino-2-deoksi-D-glukosa, 70-80%) dan N-asetilglukosamin (2-asetamino-2-deoksi-D-glukosa, 20-30%) yang dihasilkan dari kitin melalui proses deasetilasi sempurna maupun sebagian. Kitin merupakan polisakarida terbesar kedua setelah selulosa yang mempunyai rumus kimia poli(2-asetamido-2-deoksi- β -(1-4)-D-glukopiranosida) dengan ikatan β -glikosidik (1,4) yang menghubungkan antar unit ulangnya. Struktur kimia kitin mirip dengan selulosa hanya dibedakan oleh gugus terikat pada atom C kedua. Jika pada selulosa gugus yang terikat pada atom C kedua adalah OH, maka pada kitin yang terikat adalah gugus asetamida (Thariq, dkk, 2016). Perbedaan struktur kimia dari selulosa, kitin, dan kitosan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar1.Struktur Kimia Selulosa, Kitin Dan Kitosan .

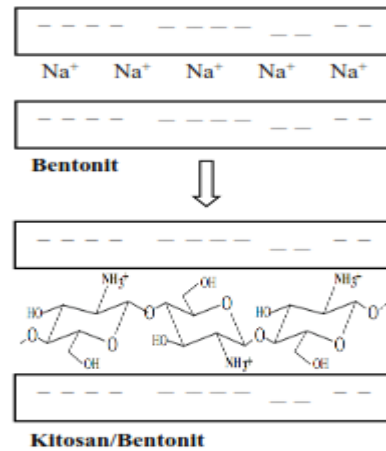
3. Bentonit

Bentonit adalah mineral alumina silikat hidrat yang termasuk dalam pilosilikat, atau silikat berlapis yang terdiri dari jaringan tetrahedral (SiO₄)²⁻ yang terjalin dalam bidang tak hingga membentuk jaringan anion (SiO₃)²⁻ dengan perbandingan Si/O sebesar 2/5. Rumus kimia umum bentonit adalah Al₂O₃.4SiO₂.H₂O. Kandungan montmorillonit dalam bentonit sebesar 85% (Bahri, 2014). Bentonit memiliki kemampuan mengembang, sifat penukar ion, luas permukaan yang besar dan mudah menyerap air sehingga memungkinkan penggunaannya sebagai adsorben (Mahmudha, dkk. 2016).

Penelitian yang telah dilakukan (Piluharto, dkk, 2016) tentang *Hybrid* kitosan-bentonit sebagai matriks untuk pelepasan ion amonium dalam air dengan memvariasikan rasio kitosan-bentonit mendapatkan hasil bahwa daya serap air *Hybrid* mengalami penurunan sesuai dengan bertambahnya kandungan bentonit. Dan hasil terbaik didapatkan pada rasio kitosan-bentonit 1:1.

Stabilnya bentuk *beads* dari *Hybrid* kitosan-bentonit didasarkan pada interaksi kuat kitosan dengan bentonit yang

menghasilkan suatu struktur yang berlapis seperti pada Gambar2.2



Gambar 2. Interaksi Kitosan Dengan Bentonit

METODE PENELITIAN

2.1 Alat dan Bahan

bahanyangdigunakandalampenelitian ini adalah kitosan yang disintesis dari cangkang udang, bentonit, NaOH, asamasetat (CH₃COOH), aquadest, zat warna kationik (*Methylen blue*), zat warna anionik (*Congo Red*).

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah ayakan, seperangkat alat gelas, stopwatch, pengadukan magnet, neraca analitik, hot plate, oven, suntikan 20mL (sprit), alat uji Fourier Transform Infrared (FTIR), alat uji spektrofotometer Uv-vis, alat uji Scanning Electron Microscope (SEM).

2.2 Sintesa Bioadsorben *Hybrid* Kitosan-Bentonit *Beads*

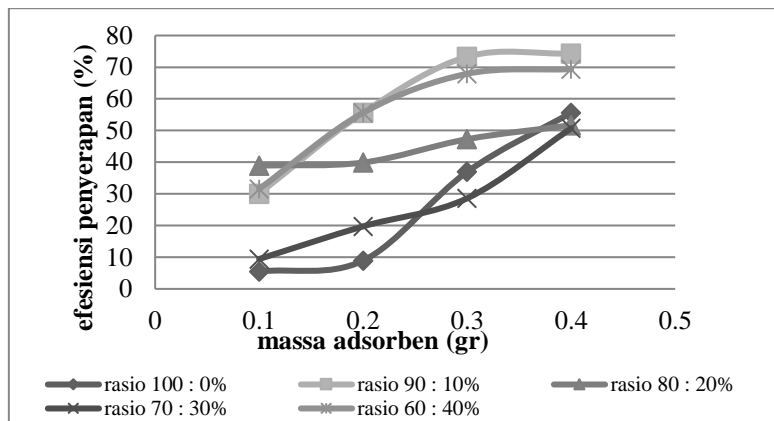
Larutan A dibuat dengan melarutkan bentonit 1gr dalam 200 mL air suling. Diaduk dengan magnetic stirrer selama 2 jam di ikuti dengan ultrasonik selama 30 menit. Larutan B dibuat dengan melarutkan 1 gr kitosan dalam 20 mL asamasetat 1%. Larutan B diaduk dengan *magnetic stirrer* selama 2 jam, setelah itu masukkan larutan B kedalam larutan A lalu diaduk selama 24 jam. (Hristodor,

dkk, 2012) Masukkan kedalam spuit 20 mL. Di teteskan pelan-pelan kedalam beaker glass berisi NaOH disertai pengadukan. Beads yang diperoleh selanjutnya disaring. Lalu dicuci hingga pH netral. Beads selanjutnya dikeringkan didalam oven pada suhu 40° C selama 24 jam. (Piluharto, dkk, 2017)

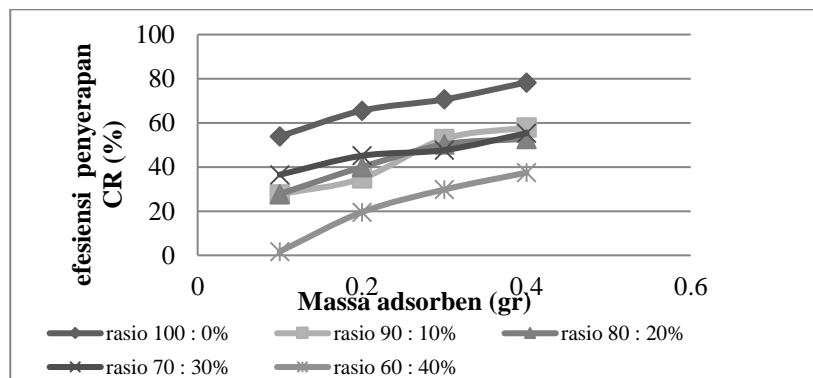
2.3 Adsorpsi

Timbang adsorben dengan variasi berat, masukan 100 mg adsorben kedalam 25mL larutan dengan konsentrasi 25 mg.L⁻¹. di aduk 200 rpm selama 30 menit.

HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 3. Hasil Penyerapan Zat Warna Kationik (*Methylene Blue*) Dengan Variasi Berat Adsorben Terhadap Efisiensi Penyerapan



Gambar 4. Hasil Penyerapan Zat Warna Anionik (*Congo Red*) Dengan Variasi Berat Adsorben Terhadap Efisiensi Penyerapan

Pada gambar 3. Dapat dilihat bahwa hasil terbaik yang mampu menyerap zat warna kationik yaitu rasio kitosan-bentonit 90:10% karena pada massa adsorben 0,4 gr efisiensi penyerapan yang dihasilkan tertinggi yaitu sebesar 74,3% , sedangkan dari gambar 4. Dapat dilihat bahwa hasil terbaik yang mampu menyerap zat warna

anionik menggunakan bioadsorben *hybrid kitosan-bentonit beads* variasi berat adsorben 0,4 gr dengan rasio kitosan-bentonit 100:0% karena pada berat adsorben 0,4 gr efisiensi penyerapan yang dihasilkan tertinggi yaitu sebesar 78,29%

Hasil terbaik dalam menyerap zat warna kationik menggunakan bioadsorben *hybrid kitosan-bentonit beads* didapatkan

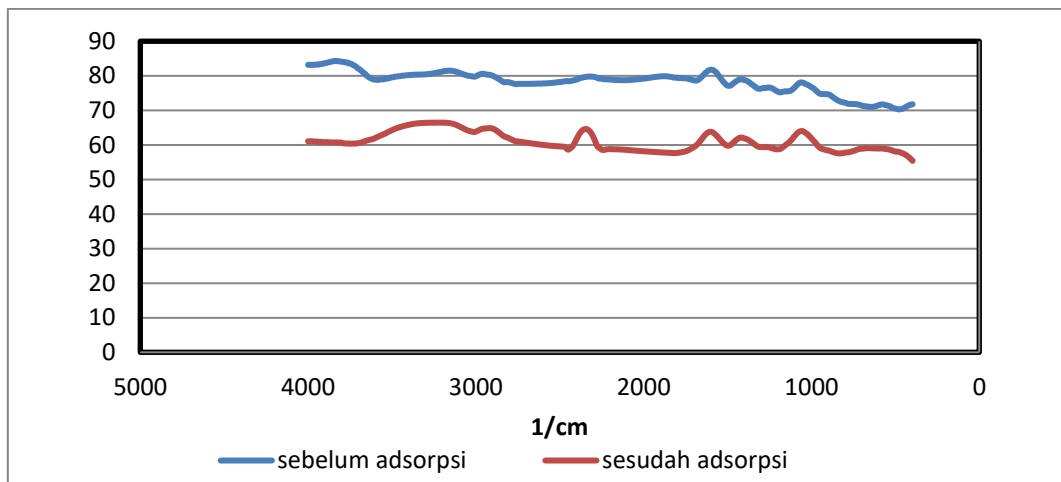
pada rasio kitosan-bentonit 90 : 10%, seharusnya hasil terbaik dalam menyerap zat warna kationik menggunakan bioadsorben *hybrid* kitosan-bentonit *beads* adalah rasio kitosan-bentonit 60:40% karena semakin banyak rasio bentonit yang ditambahkan maka semakin baik dalam menyerap zat warna kationik. Tetapi semakin banyak rasio bentonit

Hasil terbaik dalam menyerap zat warna anionik menggunakan bioadsorben *hybrid* kitosan-bentonit *beads* di dapatkan pada rasio kitosan-bentonit (100:0%). Hal ini terjadi karena muatan positif pada kitosan dapat berinteraksi dengan permukaan negatif sehingga kitosan memiliki afisitas yang tinggi terhadap warna anionik.

yang ditambahkan maka semakin banyak air yang terkandung sehingga ukuran *beads* menjadi lebih besar, semakin besar ukuran *beads* maka semakin kecil luas permukaan yang dihasilkan sehingga proses penyerapan kurang bagus. Dan semakin kecil ukuran *beads* maka semakin besar luas permukaan sehingga proses penyerapan semakin bagus.

2.4 Analisa FTIR

Analisa *Fourier Transform Infra Red* (FTIR) ini bertujuan untuk mengetahui keberhasilan dari pengolahan *beads* kitosan-bentonit menjadi bioadsorben. Hasil analisa FTIR bioadsorben *Hybrid* kitosan-bentonit *beads* pada rasio kitosan-bentonit (90:10%) sebelum dan sesudah adsorpsi dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Hasil Analisa FTIR Bioadsorben *Hybrid* Kitosan-Bentonit *Beads* Pada Rasio Kitosan-Bentonit 90:10% Sebelum Dan Sesudah Adsorpsi

Tabel 1. Hasil Analisa FTIR Sebelum dan Sesudah Adsorpsi

Panjang Gelombang	Gugus Fungsi	
	Sebelum adsorpsi	Sesudah adsorpsi
3714,90	O-H alkohol	-
3610,74	-	O-H alcohol
3008,95	C-H alkene	C-H alkene
2449,60	Hydrogen-bonded OH stretch	Hydrogen-bonded OH stretch
2237,43	-	C = N nitrile

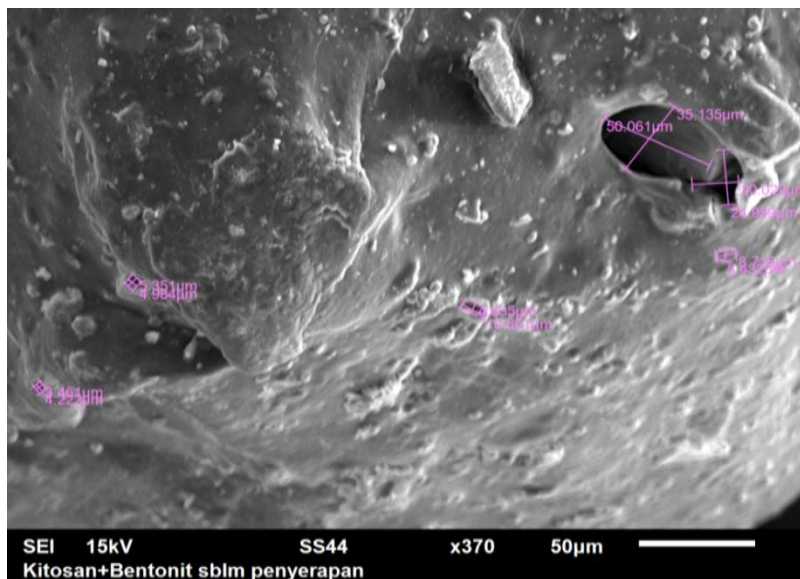
1813,09	C=O conjugated acid halide	-
1782,23	-	C=O conjugated acid halide
1296,16	-	C-O aromatic ester
1207,44	-	C-O vinyl ether
1203,58	C-O vinyl ether	-
829,39	C=C alkene	-
825,53	-	C=C alkene
621,08	-	C-Br halo compound

2.5 Analisa SEM

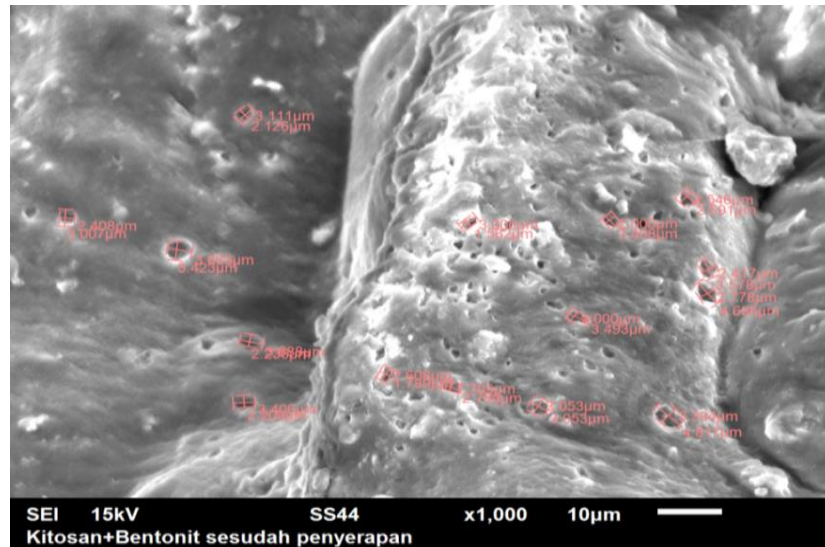
Dari Gambar 5. dapat dilihat bahwa Panjang gelombang yang tidak mengalami perubahan pada saat sebelum dan sesudah adsorpsi pada bioadsorben *Hybrid* kitosan-bentonit *beads* rasio 90: 10% yaitu 3008 gugus (C-H), dan 2449 Hydrogen-bonded OH stretch. Gugus ini dipertahankan karena gugus ini merupakan gugus penyusun kitosan. Sedangkan pada bioadsorben *Hybrid* kitosan-bentonit *beads* rasio 90: 10% sesudah adsorpsi zat warna kationik (*Methylen Blue*) hasil panjang gelombang mengalami perubahan sehingga menciptakan gugus fungsi baru. Hal ini disebabkan karena gugus fungsi dari zat warna kationik masuk kedalam *beads* dan membentuk ikatan gugus baru.

Analisa SEM bertujuan untuk mengetahui morfologi padatan. *Scanning Electron Microscope* adalah suatu tipe mikroskop electron yang mengGambarkan permukaan sampel melalui proses *scan* dengan menggunakan pancaran energi yang tinggi dari electron dalam suatu pola *scan raster*. Elektron berinteraksi dengan atom-atom yang akan membuat sampel menghasilkan sinyal dan memberikan informasi mengenai topografi sampel, komposisi dan sifat-sifat lainnya seperti konduktivitas listrik.

Hasil analisa SEM dari sintesa bioadsorben *Hybrid* kitosan-bentonit *beads* rasio kitosan-bentonit 90:10% dapat dilihat pada Gambar 6 dan gambar 7.



Gambar 6. Hasil Analisa Morfologi Bioadsorben *Hybrid* Kitosan-Bentonit *Beads* Rasio Kitosan-Bentonit 90:10% Sebelum Penyerapan Zat Warna



Gambar 7. Hasil Analisa Morfologi Bioadsorben *Hybrid* Kitosan-Bentonit *Beads* Rasio Kitosan-Bentonit 90:10% Sesudah Penyerapan Zat Warna

Dari Gambar 6. dan 7. dapat dilihat jumlah pori yang dihasilkan tidak seragam dan tidak sama jumlahnya. Hal ini terjadi karena proses pembuatan beads yang secara manual sehingga menyebabkan ukuran *Hybrid* kitosan-bentonit beads tidak seragam. Namun ukuran partikel untuk rasio kitosan-bentonit terbilang sangat kecil sehingga bagus dalam menyerap zat warna kationik dan anionik karena luas permukaan yang dihasilkan sangat besar. Dari Gambar 4 dan Gambar 5. juga dapat dilihat bahwa ukuran pori yang dihasilkan pada saat sebelum adsorpsi lebih besar dari ukuran pori yang dihasilkan pada saat sesudah adsorpsi. Hal ini terjadi karena pori bioadsorben *Hybrid* kitosan-bentonit beads pada saat setelah adsorpsi sudah tertutup oleh zat warna yang terserap.

KESIMPULAN

Rasio terbaik dalam menyerap zat warna kationik (*Methylen Blue*) yaitu kitosan-bentonit 90: 10% dengan efisiensi penyisihan sebesar 74,299%, sedangkan rasio terbaik dalam menyerap zat warna anionik (*Congo Red*) yaitu kitosan-bentonit 100 : 0% dengan efisiensi penyisihan sebesar 78,29% pada waktu 30

menit dengan massa adsorben terbaik yaitu 0,4 gr. Gugus yang dipertahankan bioadsorben *hybrid* kitosan-bentonit beads yaitu gugus (C-H), dan Hydrogen-bonded OH stretch pada panjang gelombang 3008 dan 2449. Hasil karakteristik SEM yang diperoleh pada bioadsorben *hybrid* kitosan-bentonit beads yaitu ukuran pori pada saat sebelum adsorpsi lebih besar daripada ukuran pori setelah adsorpsi.

DAFTAR PUSTAKA

Hristodor, C., M., Vrinceanu, N., Pui, A., Novac, O., Copcia, V., E., & Popovici, E. (2012). Textural and morphological characterization of chitosan/bentonite nanocomposite. *Environmental Engineering and Management Journal*, 11 (3), 573-578.

doi:<http://omicron.ch.tuiasi.ro/EEMJ/>.

Lipatova, I., M., Makarova, L.I., & Yusova, A., A. (2018). Adsorption removal of anionic dyes from aqueous solutions by chitosan nanoparticles deposited on the fibrous carrier. *Chemosphere*

Journal, doi :
[10.1016/j.chemosphere.2018.08.158](https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2018.08.158)

mahakam. *Jurnal Integritas Proses*, 6 (3), 131-138.

- Mahmudha, S., & Nugraha, I., (2016). Pengaruh Penggunaan Bentonit Teraktivasi Asam Sebagai Katalis Terhadap Peningkatan Kandungan Senyawa Isopulegol Pada Minyak Sereh Wangi Kabupaten Gayo Lues – Aceh. *Jurnal Chimica Et Natura Acta*, 4, (3), 123-129 .
- Orietta. L., Alexandra M., Diana S., Daniela P., Medarda R., Marinela C., & Marta F. G., (2018). Removal of anionic and cationic dyes with bioadsorbent oxidized chitosans. *Carbohydrate Polymers Journal*, <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2018.04.072>
- Piluharto, B., Mahendra, Y.I & Andarini. N., (2016). Hybrid kitosan/ bentonit sebagai matriks untuk pelepasan ion amonium dalam air. *Jurnal Riset Kimia*, 1 (1), 42-47.
- Pratama, D.A., Noor A.M.A., & Sanjaya A.S., (2017). Efektivitas ampas teh sebagai adsorben alternatif logam fe dan cu pada air sungai
- Rizka F., Chrissila V., Felycia E. S., Jindrayani N. Y., Shella, P. S., Alfin K, Yi-Hsu, J., & Suryadi, I., (2017). Removal of crystal violet dye by adsorption using bentonite – alginate composite. *Journal of Environmental Chemic.*, <https://doi.org/10.1016/j.jece.2017.10.057>
- Thariq, M.R.A., Radli, A., Rahmat, A., & Handayani, R., (2016). Pengembangan kitosan terkini pada berbagai aplikasi kehidupan. Review.
- Wenyun, L., Qingliang M., Yunshan B., Dandan X., Min W., & Hongzhu M., (2018). Facile fabrication of gelatin/bentonite composite beads for tunable removal of anionic and cationic dye. *Chemical Engineering Research and Design Journal*, <https://doi.org/10.1016/j.cherd.2018.04.016>