


PEMANFAATAN KITOSAN SEBAGAI ADSORBEN UNTUK MENURUNKAN KADAR LOGAM TEMBAGA (Cu), BESI (Fe), DAN TIMBAL (Pb)

Devi Widya Lestari^{*1}, Siti Rodiah², Muhammad Asnari³

^{1,2,3} Universitas Islam Negeri Raden Fatah Palembang, Indonesia

Corresponding Author: Deviwl.2002@gmail.com

<p>Info Article</p> <p>Received : 02 Desember 2023</p> <p>Revised : 09 Januari 2024</p> <p>Accepted : 03 Februari 2024</p> <p>Publication : 29 Februari 2024</p> <p>Keywords: <i>Industrial Waste, Adsorption, Heavy Metal Chitosan</i></p> <p>Kata Kunci: Limbah Industri, Adsorpsi, Kitosan Logam Berat</p> <p>Licensed Under a Creative Commons Attribution 4.0 International License</p> 	<p>Abstract: <i>Industrial waste in the field of crossing has liquid waste which is processed in Primary Effluent Treatment- Secondary Effluent Treatment (PET-SET) the waste consists of three samples namely Inlet, Aeration, and Outlet which contain heavy metals which result in pollution to the environment, it needs to be overcome through an adsorption method that is easily accessible and economical in use using shrimp skin chitosan adsorbent. Based on the purpose of this case study to determine the capacity of chitosan in adsorbing Cu, Fe, and Pb metals with a chitosan mass ratio of 1-5 g, the optimum condition results were obtained, namely the use of 5 g chitosan on each metal, namely 98%, 95%, 93% for Cu, Fe, and Pb metals. This is due to the influence of the mass of chitosan used, because the more mass of chitosan used, the more the amount of metal that can be absorbed.</i></p> <p>Abstrak: Limbah industri dalam bidang perkilangan memiliki limbah cair yang diolah di <i>Primary Effluent Treatment- Secondary Effluent Treatment</i> (PET-SET) limbah tersebut terdiri dari tiga sampel yaitu <i>Inlet</i>, <i>Aerasi</i>, dan <i>Outlet</i> yang mengandung logam berat yang mengakibatkan pencemaran pada lingkungan, hal tersebut perlu ditanggulangi melalui metode adsorpsi yang mudah dijangkau dan ekonomis dalam penggunaannya menggunakan adsorben kitosan kulit udang. Berdasarkan tujuan studi kasus ini untuk mengetahui kapasitas kitosan dalam mengadsorpsi logam Cu, Fe, dan Pb dengan perbandingan massa kitosan 1-5 g maka didapatkan hasil kondisi optimum yaitu pada penggunaan kitosan 5 g pada masing-masing logam yaitu 98%, 95%, 93% untuk logam Cu, Fe, dan Pb hal tersebut disebabkan adanya pengaruh massa kitosan yang digunakan, Dikarenakan semakin banyak massa kitosan yang digunakan maka semakin banyak jumlah logam yang dapat diserap.</p>
--	---

PENDAHULUAN

Limbah cair industri merupakan limbah yang dihasilkan dari proses kegiatan industri. Industri yang beroperasi secara terus menerus untuk memenuhi kebutuhan masyarakat memberikan dampak negatif pada lingkungan yang menghasilkan limbah pencemar yang dapat merusak lingkungan, kesehatan dan kehidupan biotik (Prof.Dr. Kuswandi dkk, 2017). Bidang industri perkilangan dapat menghasilkan limbah cair pencemar yang diolah di Primary Effluent Treatment- Secondary Effluent Treatment (PET-SET) (Ramadani et al., 2022).

Limbah PET-SET terdiri dari tiga sampel yaitu, *Inlet*, *Aerasi*, dan *Outlet*. *Inlet* merupakan limbah murni hasil dari buangan proses, yang mengandung limbah berbahaya antara lain yaitu fenol, amonia, sulfida, COD, *Metal Content* (Cu,Fe,Pb,Ni,Co,Zn dll), MLSS, dan TSS. Limbah logam berat menjadi pencemar dikarenakan logam berat tidak dapat dihancurkan oleh organisme dan terakumulasi ke lingkungan menjadi alasan utama limbah logam perlu ditindak lanjutkan untuk mengurangi dampak berbahaya (Kar et al., 2008).

Dampak negatif yang ditimbulkan jika terhirup atau tertelan logam timbal dalam jangka panjang akan menimbulkan penyakit seperti penurunan kinerja kognitifnya, anemia, dan peningkatan tekanan darah (Putra et al., 2023). Pada ion logam besi tidak hanya bersifat beracun pada tanaman saja tetapi juga bagi hewan dan manusia yang menyebabkan banyak penyakit hingga menggagu kesehatan mental (Herliyanto et al., 2014). Dari logam Cu dalam perairan dapat menyebabkan keracunan pada mikroorganisme yang ada di air. Pada manusia, jika dikonsumsi dapat menyebabkan diare, muntah dan wilon disease (Suprayogi et al., 2021).

Penanggulangan limbah logam berat di perairan dapat dilakukan melalui beberapa metode salah satunya yaitu metode adsorpsi. Metode adsorpsi adalah proses terakumulasinya suatu adsorbat pada permukaan adsorben yang disebabkan oleh gaya tarik menarik antar molekul adsorbat dengan permukaan adsorben (Mastiani et al., 2018). Salah satu bahan yang memiliki potensial sebagai adsorben adalah kitosan kulit udang.

Kitosan merupakan turunan kitin yang dibuat melalui proses destilasi kitin menggunakan senyawa alkali kuat, yang dapat mengikat ion logam dengan kapasitas yang cukup tinggi sehingga memiliki kemampuan sebagai adsorben dalam mengadsorpsi logam (Hendri, 2013). Keunggulan kitosan sebagai adsorben dalam pengolahan limbah cair yaitu dapat digunakan berulang kali karena sifat pertukarannya

tergantung pada suhu, pH, larutan, ukuran partikel dan kristalisasi (Victor M. et al., 2018). Keunggulan kitosan terletak pada gugus $-NH^2$ dan OH yang berperan terhadap ion logam sebagai situs pengkhelat terutama ion logam golongan transisi (Brilliantari et al., 2017). Dengan demikian pada studi kasus ini memiliki tujuan untuk mengetahui seberapa besar kapasitas kitosan kulit udang sebagai adsorben dan untuk mengetahui pengaruh perbandingan massa kitosan terhadap kadar logam limbah logam berat.

METHOD

Alat

Alat yang digunakan yaitu peralatan gelas, kertas saring, spatula, *flokulator*, neraca analitik, pH meter, dan instrumen *Inductively Coupled Plasma – Optical Emission Spectrometer (ICP-OES)*.

Bahan

Bahan yang digunakan yaitu kitosan kulit udang, Sampel air *Inlet* dari kilang minyak, dan NaOH.

Prosedur

Adsorpsi Logam Berat Cu, Fe, dan Pb

Sampel air limbah inlet sebanyak 600 ml dimasukkan gelas kimia 800 ml dan ditambah kitosan dengan perbandingan massa sebanyak 1gr, 2gr, 3gr, 4gr, dan 5gr. Kemudian diatur pH dengan NaOH 2,0 M sebanyak 10 ml hingga mencapai pH 6. Campuran diaduk dengan kecepatan 100 rpm selama 10 menit menggunakan *flakulator*, lalu didiamkan selama 15 menit dan disaring, kemudian dianalisis menggunakan instrumen ICP-OES.

RESULT AND DISCUSSION

Hasil Kapasitas Uji Adsorpsi Kitosan

Penurunan kadar logam pada sampel limbah *inlet* memiliki beberapa faktor salah satu faktor yang dapat mempengaruhi dalam proses adsorpsi adalah kondisi pH larutan yang teradsorpsi (Nurafriyanti et al., 2017) dan konsentrasi substrat, konsentrasi adsorbat, Secara umum peningkatan pH pada sampel dapat meningkatkan efisiensi adsorpsi logam pada biomassa (Seprianti, R. Syaiful Bahri, 2018). Dalam proses pengadukan juga dapat mempengaruhi proses adsorpsi, kecepatan adsorpsi

mempengaruhi difusi pori yang bergantung pada kecepatan dalam pengadukan. Untuk mencapai keadaan optimum difusi pori terjadi jika kontak sistem dengan pengadukan (Irawan, 2018).

Pada awalnya pH yang didapatkan yaitu 4,3 kemudian diatur dengan NaOH 2M untuk mendapatkan pH 6, pada saat penambahan NaOH terjadi perubahan warna, pada awalnya terlihat warna kuning keruh berubah warna menjadi kuning kecoklatan. Perubahan yang terjadi disebabkan adanya ion OH⁻ dari larutan NaOH yang ditambahkan untuk meningkatkan pH larutan sehingga larutan menjadi basa, oleh sebab itu terjadilah peningkatan jumlah logam yang teradsorpsi pada adsorben. selain itu, atom H pada gugus amino pada kitosan mengalami deprotonasi didaerah dekat pH = 6,9 (Seprianti, R. Syaiful Bahri, 2018). Didapatkan data hasil kapasitas dari adsorpsi adsorben kitosan terhadap penurunan kadar logam Cu, Fe, dan Pb dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 3.1 Data Hasil Kapasitas Adsorpsi Kitosan Terhadap Penurunan Kadar Logam Cu, Fe, dan Pb

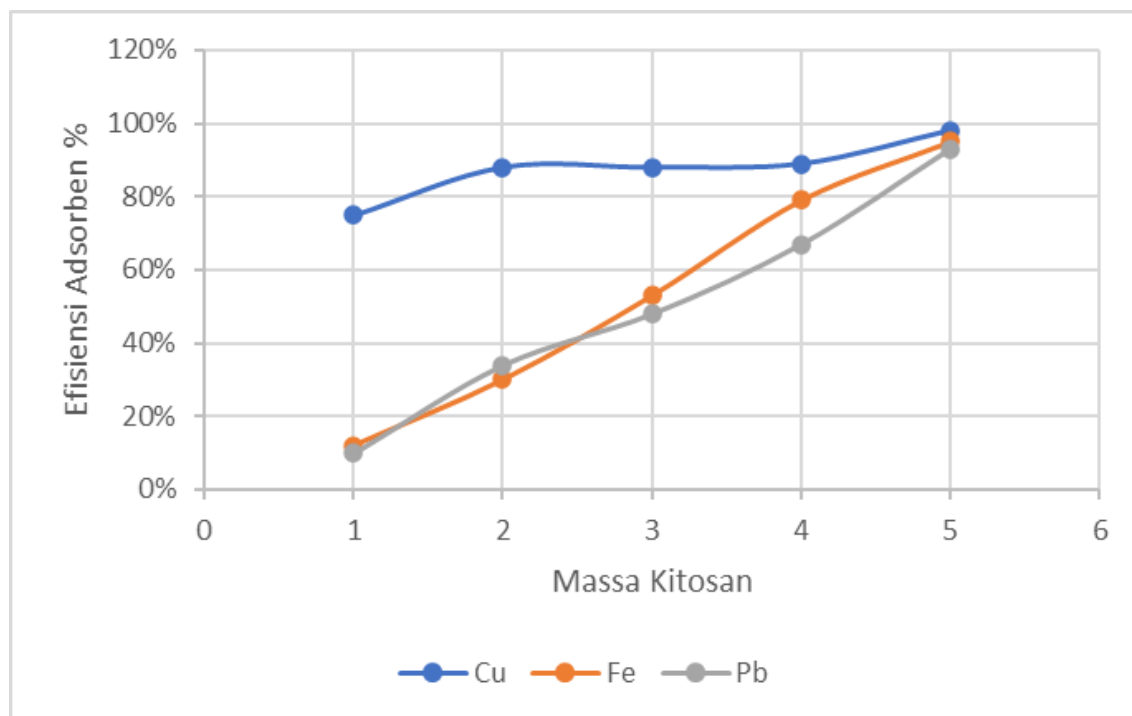
Sampel Logam	Konsentrasi awal (ppm)	Massa Kitosan	Konsentrasi Akhir (ppm)	Penurunan Konsentrasi (%)
Cu	27,21	1 g	6,93	75%
		2 g	3,17	88%
		3 g	3,3	88%
		4 g	3,1	89%
		5 g	0,59	98%
Fe	21,69	1 g	24,32	12%
		2 g	19,41	30%
		3 g	12,96	53%
		4 g	5,74	79%
		5 g	1,44	95%
Pb	33,53	1 g	30,3	10%
		2 g	21,97	34%
		3 g	17,47	48%
		4 g	11,23	67%
		5 g	2,29	93%

Sumber : Data Diolah 2024

Dari tabel 5 tersebut menunjukkan hasil adsorpsi yang berbeda, dapat dihitung kadar ion logam yang semakin menurun dengan meningkatnya nilai persentase sehingga diperoleh data kapasitas adsorpsi adsorben kitosan dengan perbedaan massa kitosan. Dari data tersebut menunjukkan kondisi optimum yang dapat diserap kitosan

yaitu pada massa kitosan 5gr pada masing-masing ion logam. Data pada tabel 5 dapat dibuat grafik efisiensi adsorben pada gambar 1.

Gambar 1. Grafik Efisiensi Adsorben Pada Logam Berat



Sumber : Data Diolah 2024

Berdasarkan grafik efisiensi adsorben pada gambar 1 tersebut menunjukkan adanya perbedaan persentase dari setiap logam dan perubahan efisiensi daya serap terhadap massa kitosan yang ditambahkan memiliki perbedaan yang signifikan. Persamaan persen kitosan pada logam Cu memiliki selisih yang tidak jauh pada massa kitosan 2gr, 3gr, dan 4gr hal ini dapat disebabkan karena pengaruh adsorben kitosan telah mencapai titik maksimum dalam mengadsorpsi dan sisi aktif kitosan yang telah jenuh dengan adsorbat.

Pengaruh Massa Kitosan Terhadap Adsorpsi Logam Berat

Efisiensi adsorpsi kitosan terhadap logam memiliki kecenderungan yang terus meningkat seiring dengan penambahan massa kitosan yang digunakan. Pada masing-masing logam memiliki kapasitas daya yang baik pada massa 5gr dengan hasil persentase 98%, 95%, 93%, berturut-turut untuk logam Cu, Fe dan Pb.

Penambahan kitosan pada sampel limbah inlet memiliki pengaruh terhadap penurunan kadar ion logam hal tersebut terjadi karena semakin banyak penambahan kitosan yang ditambahkan dapat menyebabkan jarak antar partikel dan kitosan menjadi

semakin rapat, sehingga ion logam tidak dapat berikatan dengan sisi aktif dari kitosan (Karelius, 2012). Oleh karena itu tidak semua ion logam dapat teradsorpsi oleh kitosan yang digunakan.

Keunggulan kitosan sebagai adsorben dalam mengadsorpsi logam berat disebabkan oleh sifat yang dimiliki kitosan yang terikat pada gugus amina dan hidroksil, dimana kitosan mempunyai reaktivitas kimia yang tinggi dan menyebabkan sifat polielektrolit kation. Hasilnya, kitosan dapat berperan sebagai penukar ion dan adsorben logam berat (Mariana et al., 2012).

Pada gambar 1, grafik efisiensi adsorben pada logam berat memiliki perbedaan jumlah ion logam yang dapat diadsorpsi oleh kitosan. Perbedaan tersebut diakibatkan adanya proses ikatan antara permukaan kitosan dengan ion logam tersebut tentunya tidak hanya bergantung pada reaktivitas situs aktif permukaan kitosan saja. Permukaan ion logam memiliki peran penting yang dapat mempengaruhi kitosan dalam pembentukan *monolayer* (pelapisan ion logam pada permukaan adsorben). Tegangan energi ikatan antara ion logam dengan permukaan kitosan dapat membuat kompleks ion logam kitosan tumbuh tidak hanya dalam satu lapisan, namun berkembang menjadi lebih dari satu (Karelius, 2012).

CONCLUSION

Berdasarkan hasil analisis pemanfaatan kitosan sebagai adsorben penurunan kadar logam Cu, Fe, dan Pb menggunakan ICP dapat disimpulkan bahwa :

1. Kondisi optimum kitosan dalam menyerap logam yaitu pada massa kitosan 5gr, pada masing-masing logam yaitu 98%, 95%, 93% untuk logam Cu, Fe, dan Pb.
2. Pengaruh massa kitosan terhadap penurunan kadar ion logam meningkatkan jumlah logam yang terserap, dikarenakan semakin banyak massa kitosan yang digunakan maka semakin banyak jumlah logam yang dapat diserap.

REFERENCES

- Brilliantari, Z. M., Shofiyani, A., & Destiarti, L. (2017). SINTESIS DAN KARAKTERISASI MEMBRAN KITOSAN TERCETAK ION PADA PERMUKAAN KARBON (KTI-C) UNTUK PENINGKATAN PERMSELEKTIVITAS ION FE (III). *Jkk*, 6(3), 44–50.
- Hendri, J. (2013). *KITIN KITOSAN* (pp. 1–27).
- Herliyanto, Budianta, D., & Hermansyah. (2014). TOKSISITAS LOGAM BESI (FE)

- PADA IKAN AIR TAWAR. *Jurnal Penelitian Sains*, 17(1), 26–34.
- Idwan, I., & Abdullah, R. (2022). PERENCANAAN TEBAL PERKERASAN LENTUR JALAN DENGAN METODE AASHTO 1993. *PARADIGM : Journal Of Multidisciplinary Research and Innovation*, 1(01), 36–45. <https://doi.org/10.62668/paradigm.v1i01.376>
- Irawan, C. (2018). PENGARUH KONSENTRASI ADSORBAT TERHADAP EFEKTIVITAS PENURUNAN LOGAM FE DENGAN MENGGUNAKAN FLY ASH SEBAGAI ADSORBEN. *Seminastika*, 291–293.
- Kar, D., Sur, P., Mandal, S. K., Saha, T., & Kole, R. K. (2008). ASSESSMENT OF HEAVY METAL POLLUTION IN SURFACE WATER. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 5(1), 119–124. <https://doi.org/10.1007/BF03326004>
- Karelius. (2012). PEMANFAATAN KITOSAN SEBAGAI ADSORBEN ION LOGAM FE PADA AIR GAMBUT YANG AKAN DIGUNAKAN SEBAGAI AIR MINUM. *Jurnal Ilmiah Kanderang Tingang*, 3(907), 33–39.
- Mariana, D., Rachmawati, S., & Purnawan, I. (2012). PENDAYAGUNAAN KITOSAN DARI KULIT UDANG SEBAGAI ADSORBEN GAS BUANG KENDARAAN KERMOTOR. *Konversi*, 1(2), 5–10.
- Mastiani, N., Amalia, V., & Rosahdi, T. D. (2018). POTENSI PENGGUNAAN TEMPURUNG KELAPA SEBAGAI ADSORBEN ION LOGAM Fe(III). *Al-Kimiya*, 5(1), 42–47. <https://doi.org/10.15575/ak.v5i1.3731>
- Nurafriyanti, N., Prihatini, N. S., & Syauqiah, I. (2017). PENGARUH VARIASI pH DAN BERAT ADSORBEN DALAM PENGURANGAN KONSENTRASI Cr TOTAL PADA LIMBAH ARTIFISIAL MENGGUNAKAN ADSORBEN AMPAS DAUN TEH. *Jukung (Jurnal Teknik Lingkungan)*, 3(1). <https://doi.org/10.20527/jukung.v3i1.3200>
- Prof.Dr. Kuswandi dkk. (2017). *BUKU LOGAM BERAT DAN KESEHATAN*. 1–131.
- Putra, A., Fitri, W. E., & Febria, fuji astuti. (2023). TOKSISITAS LOGAM TIMBAL TERHADAP KESEHATAN DAN LINGKUNGAN. *Jurnal Kesehatan Medika Sainika*, 14(1), 158–174.
- Ramadani, S., Rosa Pane, E., & Asnari, M. (2022). FITOREMEDIASI TANAMAN APU-APU (PISTIA STRATIOTES) TERHADAP PENURUNAN KADAR FENOL, AMONIA, DAN COD LIMBAH INLET KILANG MINYAK. *Prosiding Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan*, 5, 459–466.

- Seprianti, R. Syaiful Bahri, dan M. (2018). *PENGARUH pH PADA PEMANFAATAN CAMPURAN KITOSAN – DITIZON SEBAGAI ADSORBEN ION KALSIUM (Ca²⁺) [The Effect of pH on Calcium Ion Adsorption by Chitosan-Ditizon Mixture]* *Reni Seprianti 1**, *Syaiful Bahri 1*, *Musafira 2*. 4(2), 115–120.
- Suprayogi, D., L, S. H., M.Ratodi, & Ardilla, F. F. (2021). ANALISIS UJI TOKSISITAS AKUT LOGAM CU TERHADAP ARTEMIA SALINA DAN DAPHNIA MAGNA. *Al-Ard: Jurnal Teknik Lingkungan*, 7(1), 09–17. <https://doi.org/10.29080/alard.v7i1.1333>
- Victor M., S., Andhika, B., & Syauqiah, I. (2018). PEMANFAATAN KITOSAN DARI LIMBAH CANGKANG BEKICOT (*Achatina fulica*) SEBAGAI ADSORBEN LOGAM BERAT SENG (Zn). *Konversi*, 5(1), 22. <https://doi.org/10.20527/k.v5i1.4775>