

Identifikasi Pengaruh pH Terhadap Kemampuan Biosorpsi *Saccharomyces cerevisiae* dalam Mengurangi Kadar Cu

Fariz Basyiruddin^{1*}, Adhi Setiawan², Denny Dermawan³

¹²³Program Studi Teknik Pengolahan Limbah, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

*E-mail : farizbasy15@gmail.com

Abstrak

Salah satu jenis logam berat yang memiliki sifat esensial yaitu tembaga (Cu). Cu dibutuhkan oleh organisme dalam jumlah tertentu. Cu dapat bersifat toksik dan membunuh organisme dalam jumlah yang melebihi. Biosorpsi merupakan salah satu teknologi yang memanfaatkan mikroorganisme dalam mengurangi kadar logam berat pada air limbah. Terdapat berbagai mikroorganisme yang dapat dijadikan sebagai biosorben, salah satunya yaitu *Saccharomyces cerevisiae*. Mikroorganismenya ini banyak digunakan dalam industri bir pada proses fermentasi dan memiliki dinding sel yang kaya akan protein, sehingga cocok digunakan sebagai biosorben. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi kemampuan biosorben *Saccharomyces cerevisiae* dalam mengurangi kadar Cu yang dipengaruhi oleh pH awal larutan. Proses pembuatan biosorben terdapat beberapa tahapan yaitu pengendapan, penyaringan dan pengeringan. pH yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebesar 3, 4 dan 5. Pengontakkan antara biosorben dengan larutan Cu 25 mg/L menggunakan *magnetic stirrer* sebagai pengaduknya selama 1, 2 dan 3 jam. Konsentrasi akhir Cu setelah dikontakkan dengan biosorben diukur dengan menggunakan spektrofotometer Uv-Vis yang telah terkalibrasi. Pada penelitian ini, didapatkan hasil pada pH 3 waktu kontak 1 jam berat biosorben 0,25 gr persen penurunannya 15,2%, pada pH 4 waktu kontak 1 jam berat biosorben 0,25 gr persen penurunannya 43,92%. Pada pH 5 waktu kontak 1 jam berat biosorben 0,25 gr persen penurunannya 47,4%. Dari seluruh hasil penelitian didapatkan kesimpulan bahwa semakin tinggi pH awal larutan, maka semakin besar pula persen removal-nya.

Kata Kunci : biosorpsi, logam Cu, pH, *Saccharomyces cerevisiae*, spektrofotometer Uv-Vis

1. PENDAHULUAN

Seiring dengan berkembangnya teknologi, industri-industri yang ada juga mengalami suatu perkembangan. Perkembangan industri memiliki peranan penting bagi kehidupan manusia. Selain itu, perkembangan tersebut juga memiliki dampak negatif. Salah satu dampak yang muncul ialah dihasilkan limbah dari proses yang ada di industri. Salah satu jenis limbah yang berbahaya adalah limbah yang mengandung logam berat. Hal tersebut dikarenakan limbah yang mengandung logam berat bersifat toksik dan *non biodegradable* (Naimah dkk, 2011). Salah satu jenis logam berat yang memiliki toksisitas tinggi adalah tembaga (Cu).

Logam Cu merupakan logam yang bersifat esensial, yaitu logam yang dalam jumlah tertentu dibutuhkan oleh organisme. Logam tersebut dapat menimbulkan efek toksik dalam kadar tertentu (Maier dkk, 2009). Pada konsentrasi 0,01 ppm dapat membunuh fitoplankton dan pada konsentrasi 2,5 - 3 ppm limbah yang mengandung Cu dapat membunuh ikan (Fitriyah dkk, 2013). Oleh karena itu dibutuhkan suatu teknologi yang dapat mengolah limbah yang mengandung logam berat.

Biosorpsi merupakan salah satu teknologi yang dapat mengolah logam berat dengan menggunakan mikroorganisme baik hidup maupun mati. Teknologi ini memiliki beberapa kelebihan, antara lain efisiensi pengikatan logam berat yang tinggi, regeneratif serta melimpahnya mikroorganisme yang dapat dijadikan biosorben (Kresnawaty dkk, 2007).

Berbagai mikroorganisme yang dapat dijadikan sebagai biosorben, salah satunya yaitu *Saccharomyces cerevisiae*. Mikroorganismenya ini banyak digunakan dalam industri bir, yaitu pada proses fermentasi dan memiliki persentase material dinding sel sebagai sumber pengikat logam berat yang tinggi (Khoirunnisa dkk, 2017). Biomassa yang dipilih pada penelitian ini adalah biomassa yang sudah mati. Hal tersebut dikarenakan tidak ada perbedaan penyerapan yang berarti antara biomassa yang hidup ataupun mati (Pratiwi dkk, 2017). Biomassa yang sudah mati memiliki kelebihan dalam proses penyerapan logam berat yakni biomassa yang telah mati tidak memerlukan penambahan nutrisi dalam penyerapannya (Pratiwi dkk, 2017).

Dalam proses biosorpsi terdapat berbagai macam faktor yang dapat mempengaruhi, salah satunya pH. pH awal larutan memiliki pengaruh terhadap proses pengikatan yang dilakukan oleh dinding sel mikroorganisme (Cabuk dkk, 2007).. Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan kemampuan biosorpsi *Saccharomyces cerevisiae* yang telah mati dalam menyerap logam berat Cu yang dipengaruhi oleh pH (3-5).

2. METODOLOGI

a. Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya Spektrofotometer Uv-Vis Cary 60, *magnetic stirrer* Cimarec, timbangan analitik kapasitas 250 gr Nimbus, pH meter ATC, oven, stopwatch, desikator, *beaker glass* 100 mL Iwaki, pipet ukur 1 mL dan 5 mL Iwaki, gelas ukur 5 mL dan 100 mL Iwaki, labu ukur 50 mL dan 1000 mL Iwaki, cawan petri, cawan porselin dan ayakan.

Bahan-bahan yang digunakan diantaranya biomassa hasil samping fermentasi bir, limbah artificial Cu, aquades, buffer pH 4 dan pH 6,86, Alkohol 70%, HNO₃ 1M SAP Chemicals, CuSO₄.5H₂O SAP Chemicals, NH₄OH 10% SAP Chemicals, Na-Dietilditiokarbamat Merck *made in* China.

b. Prosedur Percobaan

1. Pembuatan Limbah Artifisial Cu

Dalam membuat larutan Cu 25 mg/L, diperlukan larutan induk Cu 1000 mg/L yang dibuat dengan menimbang 3,9291 gr CuSO₄.5H₂O yang kemudian dilarutkan ke dalam labu ukur 1000 mL dan ditambahkan aquades sampai tanda batas. Larutan induk 1000 mg/L diencerkan menjadi larutan Cu 25 mg/L.

2. Pembuatan Biosorben

Limbah hasil samping fermentasi bir yang mengandung *yeast* (*Saccharomyces cerevisiae*) diendapkan selama 24 jam. *Yeast* yang telah diendapkan, supernatant-nya dibuang dan disaring. Setelah itu dioven pada suhu 80°C selama 24 jam. Biosorben kering kemudian diayak dengan menggunakan ayakan 80 mesh (Naimah dkk, 2011).

3. Pembuatan Kurva Kalibrasi Cu

Sebelum membuat kurva kalibrasi, terlebih dahulu menentukan panjang gelombang maksimum yaitu sebesar 450 nm dan waktu kestabilan kompleks maksimum yaitu selama 3 menit. 6 buah labu ukur 50 ml masing-masing diisi dengan larutan Cu 25 mg/L, berturut-turut 0 ml, 2 ml, 4 ml, 6 ml, 8 ml dan 10 ml. Setelah itu ditambah aquades sebanyak 10 ml. Kemudian ditambahkan 5 ml NH₄OH 5% + 5 ml Na-dietilditiokarbamat 1%. Kemudian tambahkan aquades hingga tanda batas. Baca pada panjang gelombang maksimum dan waktu kestabilan maksimum.

4. Pengujian Penyerapan Logam Cu

Biomassa (*Saccharomyces cerevisiae*) kering yang lolos ayakan 80 mesh (Berat 0,25; 0,5; 0,75 gr) dimasukkan ke dalam limbah artificial Cu dengan konsentrasi 25 mg/l yang telah diberi perlakuan yang berbeda terhadap pH, yaitu dengan pH 3, 4 dan 5 menggunakan HNO₃. Larutan tersebut diaduk menggunakan *magnetic stirrer* selama 1, 2 dan 3 jam dengan kecepatan 250 rpm. Setelah itu larutan tersebut dipisahkan antara supernatant dengan biosorbennya dengan menggunakan kertas saring lalu dianalisis dengan Spektrofotometer Uv-Vis untuk mengetahui konsentrasi Cu yang tidak teradsorpsi (Ratnawati, 2010).

5. Pengujian Kadar Cu Menggunakan Spektrofotometer Uv-Vis

Langkah pertama dalam penentuan kadar Cu yang tidak teradsorpsi adalah 5 ml larutan Cu yang telah dikontakkan dengan biosorben dan telah disaring dimasukkan ke dalam labu ukur 50 ml dan ditambahkan aquades sebanyak 10 ml. Setelah itu ditambahkan 5 ml NH₄OH 5% + 5 ml Na-Dietilditiokarbamat 1%. Lalu ditambahkan aquades hingga tanda batas dan dibiarkan selama 3 menit. Absorbansi senyawa kompleks dibaca pada panjang gelombang 450 nm (Hidayati dkk).

c. Analisa Data

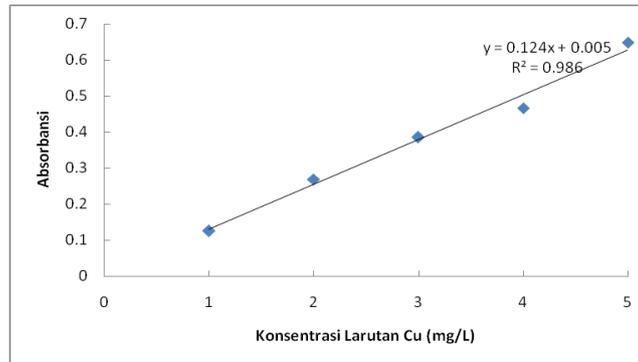
Dalam menghitung efisiensi penyerapan logam berat Cu oleh biosorben *Saccharomyces cerevisiae* dapat menggunakan rumus sebagai berikut

$$\% \text{ Efisiensi Penyerapan Cu} = \frac{\text{Kons. Cu awal} - \text{Kons. Cu akhir}}{\text{Konsentrasi Cu awal}} \times 100\% \quad (1)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Kurva Kalibrasi Cu

Dalam menentukan konsentrasi Cu yang tidak teradsorpsi dengan menggunakan spektrofotometer Uv-Vis, diperlukan kurva kalibrasi Cu. Berikut kurva kalibrasi Cu yang ditunjukkan Gambar 1.

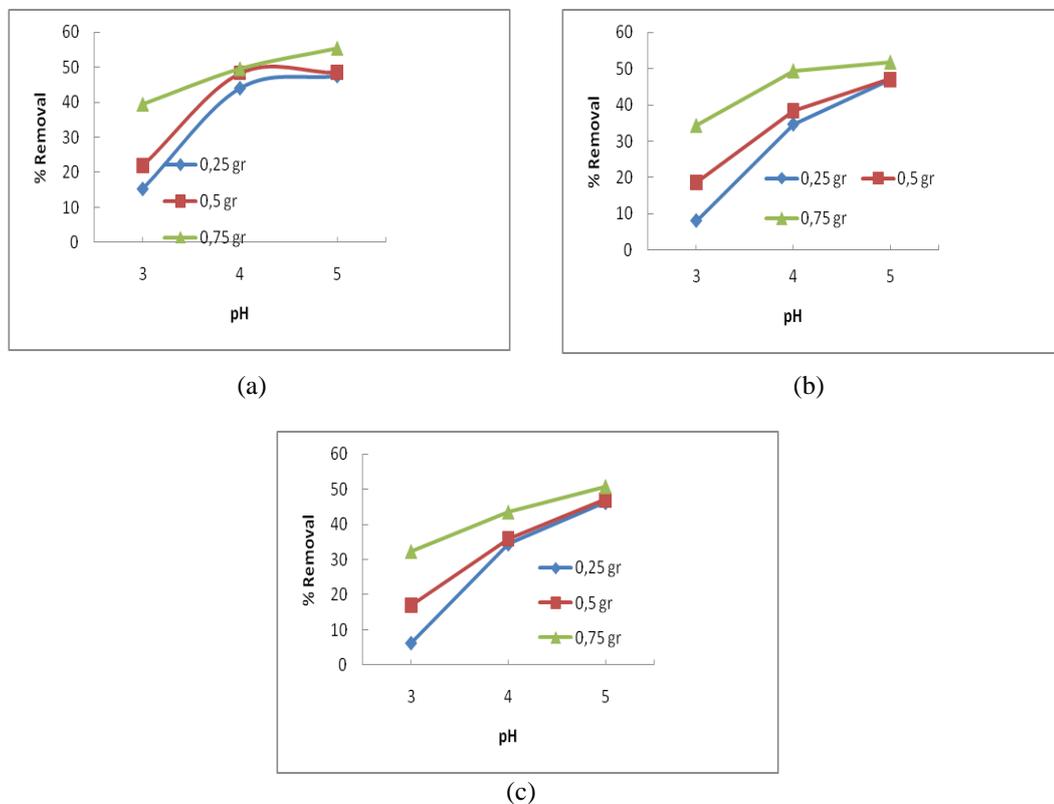


Gambar 1. Kurva Kalibrasi Cu

Dari gambar di atas, dapat diketahui bahwa koefisien korelasi (R^2) adalah 0,986. Koefisien korelasi yang memiliki nilai mendekati 1 ini dapat dikatakan bahwa kurva hampir linear. Dengan begitu kurva tersebut dapat digunakan untuk menghitung konsentrasi logam Cu. Konsentrasi logam Cu yang terdapat dalam sampel dapat dihitung dengan menginterpolasikan hasil pembacaan absorbansi pada spektrofotometer Uv-Vis ke dalam persamaan regresi yang telah didapat.

b. Identifikasi Pengaruh pH Terhadap Kemampuan Biosorpsi Logam Cu

Berikut merupakan data hasil pengujian biosorpsi logam Cu yang dipengaruhi pH awal larutan yang ditunjukkan Gambar 2 yang merupakan grafik hubungan antara pH awal larutan dengan % penurunan.



Gambar 2. Biosorpsi Logam Cu Pengaruh pH (a) Waktu Kontak 1 Jam (b) 2 Jam (c) 3 Jam

pH merupakan salah satu faktor utama yang mempengaruhi terjadinya proses biosorpsi. pH memiliki pengaruh terhadap muatan yang ada pada situs aktif biosorben, spesies dari tembaga dan tingkat ionisasi dari biosorben selama bereaksi (Peng dkk, 2010). Jika dilihat dari ketiga grafik tersebut, semakin besar nilai pH maka semakin besar pula nilai dari persen penurunannya dan persen penurunan paling tinggi berada pH 5. Hal tersebut dikarenakan pada nilai pH yang lebih kecil dari 3 situs aktif permukaan dinding sel dari mikroorganisme memiliki muatan yang positif. Sedangkan nilai pH yang berada di atas 3 mempunyai muatan negatif. Dengan begitu interaksi antara situs aktif permukaan dinding sel dari mikroorganisme yang memiliki muatan negatif dengan ion tembaga yang mempunyai muatan positif dapat terjadi. Hal tersebut mengakibatkan proses biosorpsi yang terjadi akan semakin meningkat pada rentang pH 3-6 (Lestari dkk, 2004).

pH juga berpengaruh terhadap spesies spesies logam dalam larutan. ion-ion logam yang terdapat dalam larutan sebelum mengalami proses adsorpsi oleh adsorben terlebih dahulu mengalami hidrolisis, sehingga menghasilkan proton seperti pada persamaan berikut $M^{2+} + nH_2O \rightleftharpoons [M(OH)_n^{2-n}]^+ + nH^+$. Kompleks hidroksida $[M(OH)_n^{2-n}]^+$ yang terbentuk dari persamaan tersebut akan lebih mudah untuk teradsorpsi bila dibandingkan dengan kation logam bebas (M^{2+}). Pada kondisi pH 1 sampai 4 yang memiliki tingkat keasaman lebih tinggi dari pH 5 persamaan tersebut akan bergeser ke kiri yang menyebabkan jumlah dari kompleks hidroksida logam yang terbentuk lebih sedikit dan jumlah kation logam bebas lebih banyak. Pada pH 5 proses biosorpsi relatif tinggi. Hal tersebut disebabkan kompleks hidroksida logam yang terbentuk lebih banyak dan permukaan dari biosorben akan bermuatan negatif sehingga akan terjadi tarik menarik melalui gaya elektrostatik yang menyebabkan peningkatan adsorpsi (Sembiring dkk, 2009).

Pada penelitian yang dilakukan oleh Peng dkk (2010) menunjukkan bahwa persen removal logam berat meningkat seiring dengan meningkatnya nilai pH pada rentang 2 sampai 5. Hal yang sama juga ditunjukkan dalam penelitian yang dilakukan oleh Stanila dkk (2016). Dalam penelitian tersebut disebutkan bahwa pengikatan logam berat semakin meningkat seiring meningkatnya nilai dari pH.

Pada penelitian ini juga menggunakan uji statistik untuk mengetahui adakah pengaruh pH awal larutan terhadap persen penurunan logam berat Cu. Uji statistik pada penelitian ini menggunakan metode *One Way Anova* dengan tingkat signifikansi (α) sebesar 0,05 (5 %). Berikut merupakan hasil uji statistik yang ditunjukkan Gambar 3.

ANOVA

persenremoval

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1458.000	2	729.000	97.200	.000
Within Groups	180.000	24	7.500		
Total	1638.000	26			

Gambar 3 Hasil Uji Statistik Metode *One Way Anova*

Pada Gambar 3 dapat diketahui bahwa tingkat signifikansi $< 0,05$ (H_0 ditolak). Hal tersebut dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh pH awal larutan terhadap persen penurunan logam berat Cu.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapat berdasarkan hasil dan pembahasan di atas adalah pH awal larutan memiliki pengaruh terhadap persen penurunan konsentrasi logam berat Cu yang ditunjukkan oleh grafik penelitian dan uji statistik serta semakin besar nilai dari pH awal larutan maka semakin besar pula persen penurunannya. Pada pH 5 memiliki persen penurunan yang tinggi dari pH 3 dan 4, yaitu sebesar 55,36 %.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan terselesaikannya penelitian ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada Ibu Novi Eka Mayangsai, S.T., M.T. selaku kepala laboratorium limbah yang telah mengizinkan untuk memakai sarana dan prasarana yang ada pada laboratorium limbah.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Abbas, S.H., I.M. Ismail, T.M. Mostafa dan A.H. Sulaymon. 2014. Journal of Chemical Science and Technology. *Biosorption of Heavy Metals: A Review*, Vol. 3 Iss. 4, pp. 74-102.
- Cabuk, A., T. Akar, S. Tunali dan S. Gedikli. 2007. Chemical Engineering Journal. *Biosorption of Pb(II) by Industrial Strain of Saccharomyces cerevisiae Immobilized on The Biomatrix of Cone Biomass of Pinus nigra: Equilibrium and Mechanism Analysis*, 131 pp. 293-300.
- Fahrudin. 2014. *Bioteknologi Lingkungan (Edisi Revisi)*. Alfabeta, Bandung.
- Fitriyah, A.W., Y. Utomo dan I.K. Kusumaningrum (2013). *Analisis Kandungan Tembaga (Cu) dalam Air dan Sedimen di Sungai Surabaya*. **Jurnal UM**, pp.1-8.
- Hidayati, M.A, dan Yusrin (n.d.). *Analisis Cu (II) pada Kerang Hijau (Mytilus Viridus) di Peraian Tanjung Mas Semarang*. **Jurnal Unimus**, pp 1-8
- Khoirunnisa, A. dan Senam. 2017. Jurnal Kimia Dasar. *Pengaruh Interferensi Ion Kadmium (Cd^{2+}) Terhadap Biosorpsi Ion Timbal (Pb^{2+}) Oleh Sel Ragi Saccharomyces Cerevisiae*, Vol. 6 No 2, pp.53-59.
- Kresnawaty, I. dan T. Panji. 2007. Menara Perkebunan. *Biosorpsi Logam Zn Oleh Biomassa Saccharomyces cerevisiae*, 75(2), pp.80-92.
- Lestari, S., E. Sugiharto dan Mudasir. 2004. Jurnal Sains dan Sibernatika. *Studi Kemampuan Adsorpsi Biomassa Saccharomyces cerevisiae yang Terimobilkan pada Silika Gel Terhadap Tembaga (II)*, XVII(2)
- Maier, R.M., I.L. Pepper dan C.P. Gerba. 2009. *Environmental Microbiology*. 2nd Edition. Tucson Arizona: Academia Press.
- Naimah, S. dan R. Ermawati. 2011. Jurnal Kimia Kemasan. *Biosorpsi Logam Berat Cr (VI) dari Limbah Industri Pelapisan Logam Menggunakan Biomassa Saccharomyces cerevisiae dari Hasil Samping Fermentasi Bir*, Vol. 33 No. 1, pp.113-117.
- Peng, Q., Y. Liu, G. Zeng, W. Xu, C. Yang dan J. Zhang. 2010. Journal of Hazardous Materials. *Biosorption of Copper(II) by Immobilizing Saccharomyces cerevisiae on The Surface of Chitosan-coated Magnetic Nanoparticles from Aqueous Solution*, Vol. 177, pp. 676-682.
- Pratiwi, R.R., S. Elystia dan S.R. Muria. 2017. Jom FTEKNIK. *Biosorpsi Kromium (Cr) pada Limbah Cair Industri Elektroplating Menggunakan Biomassa Ragi Roti (Saccharomyces cerevisiae)*, Vol. 4 No. 1, pp.1-7.
- Ratnawati, E. 2010. Jurnal Kimia dan Kemasan. *Pengaruh pH, Konsentrasi Biosorben dan Waktu Reaksi Terhadap Penurunan Logam Berat Pb dengan Memanfaatkan Limbah Industri Bir dalam Bentuk Pelet Sebagai Biosorben*, Vol. 32 No. 2, pp.73-78.
- Sembiring, Z., Buhani, Suharso dan Sumadi. 2009. Indo. J. Chem. *Isoterm Adsorpsi Ion Pb(II), Cu(II) dan Cd(II) Pada Biomassa Nannochloropsis sp yang Dienkapsulasi Akuagel Silika*, Vol. 9(1), pp. 1-5.
- Stanila, A., T.A. Mihaiescu, C. Socaciu dan Z. Diaconeasa. 2016. Revista de Chimie. *Removal of Copper and Lead Ions from Aqueous Solution Using Brewer Yeast as Biosorbent*, 67 pp. 1276-1280

Halaman ini sengaja dikosongkan