



**Chemical Engineering
Journal Storage**

homepage jurnal:
<https://ojs.unimal.ac.id/cejs/index>

**Chemical
Engineering
Journal
Storage**

PEMANFAATAN LIMBAH AMPAS TEBU SEBAGAI ADSORBEN PENYERAPAN LOGAM DAN KESADAHAN PADA AIR SUMUR

Nur Annisa, Muhammad*, Masrullita, Zulfazri, Rozanna Dewi

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh
Kampus Utama Cot Teungku Nie Reuleut, Muara Batu, Aceh Utara – 24355

*e-mail: mhdtk@unimal.ac.id

Abstrak

Ampas tebu mengandung berbagai komponen biomassa, selulosa dan lignin yang berpotensi untuk dikonversikan menjadi sumber arang pada proses adsorpsi. Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan limbah ampas tebu sebagai adsorben penyerapan logam besi dan kesadahan dalam air sumur. Penelitian ini dilakukan dengan pembuatan adsorben, uji kinerja adsorben dengan memvariasikan massa dan waktu kontak yang bertujuan untuk melihat kadar dan kapasitas penyerapan. Penelitian ini hanya memvariasikan massa adsorben ampas tebu dengan jumlah 2,5; 3; 3,5; dan 4 gram dengan memvariasikan waktu kontak yaitu 30, 60, 90, dan 120 menit. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa kadar penyerapan logam besi maksimum diperoleh 99,81%, sedangkan pada kesadahan diperoleh 53,846% dengan massa adsorben 4 gr. Lalu kapasitas penyerapan logam besi diperoleh 0,042 mg/gr, sedangkan pada kesadahan diperoleh 0,07 mg/gr.

Kata kunci: Adsorpsi, Ampas Tebu, Arang Aktif, Logam Besi (II), Ion Ca^{2+}

DOI: <https://doi.org/10.29103/cejs.v3i1.8013>

1. Pendahuluan

Air merupakan kebutuhan hidup manusia yang sangat vital. Secara langsung air diperlukan untuk minum, memasak, mandi, mencuci dan bersuci. Secara tidak langsung air dibutuhkan sebagai bagian ekosistem yang dengannya kehidupan di bumi dapat berlangsung (Rahman, 2004). Air sumur merupakan salah satu sumber air bersih yang berasal dari tanah yang biasanya digunakan oleh masyarakat untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari (Gabriel, 2001). Salah satu cara pengelolaan air yaitu dengan teknik adsorpsi dengan karbon aktif yang merupakan metode untuk menghilangkan polutan organik. Adsorben yang biasa digunakan dalam pengolahan air bersih (juga air limbah) adalah arang aktif atau karbon aktif.

Kecepatan adsorpsi sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya adalah konsentrasi, luas permukaan, suhu, ukuran partikel, pH, dan waktu kontak (Eketrisnawan, 2016).

Ampas tebu adalah limbah dari hasil samping proses ekstraksi cairan tebu. Residu yang terkandung dalam ampas tebu berupa serat yang 50% sertanya diperlukan untuk bahan bakar boiler dan 50% lagi sebagai limbah. Komposisi ampas tebu terdiri dari 50% selulosa, 25% hemiselulosa dan 25% lignin (Kartika, dkk., 2013). Adanya kandungan selulosa dan lignin menjadikan ampas tebu berpotensi menjadi sumber karbon yang dapat dimanfaatkan dalam proses adsorpsi. Arang atau karbon adalah hasil pembakaran tanpa oksigen (karbonisasi) yang berupa residu padat hitam dan berpori yang dihasilkan melalui penguraian bahan organik dengan menghilangkan air dan komponen *volatile* (Syauqiah, amalia, dan kartini, 2011).

Pada penelitian ini peneliti akan mencoba menggunakan ampas tebu sebagai adsorben alternatif dalam penyerapan logam Fe^{2+} dan ion Ca^{2+} pada air sumur dengan memvariasikan massa adsorben dan waktu kontak.

2. Bahan dan Metode

Bahan dan peralatan yang diperlukan dalam penelitian ini antara lain adalah ampas tebu ukuran 100 *mesh* yang mengandung 50% selulosa, 25% hemiselulosa dan 25% lignin serta air sumur 100 mL yang digunakan diperoleh dari Desa Bathupath Timur, Kabupaten Aceh Utara. Bahan lain yang digunakan adalah larutan H_2SO_4 10% , aquades, kalium tiosianida 2 N, NaOH, larutan EDTA dan indikator *murexied*.

Penelitian ini terdiri dari lima tahapan, tahapan pertama yakni analisa sampel air sumur, tahapan kedua yaitu persiapan bahan baku dari ampas tebu, tahapan ketiga yaitu pembuatan aktivator asam sulfat (H_2SO_4) 10%, tahapan keempat yaitu pembuatan arang aktif dari ampas tebu yang dijadikan adsorben, tahapan kelima yaitu proses adsorpsi dengan adsorben ampas tebu.

Pembuatan adsorben dilakukan dengan menjadikan ampas tebu sebagai arang aktif dengan metode aktivasi H_2SO_4 10%. Sebelum pembuatan adsorben, dilakukan analisa sampel air sumur terlebih dahulu dengan menggunakan larutan kalium tiosianida 2 N untuk pengecekan logam Fe^{2+} di air sumur dan titrasi dengan larutan EDTA untuk pengecekan adanya ion Ca^{2+} pada air sumur. Kemudian Ampas tebu dipotong kecil-kecil, kemudian dicuci dan dikeringkan dibawah sinar matahari, lalu dihaluskan dengan *crusher*. Ampas tebu yang telah dihaluskan dimasukkan ke dalam alat Furnace, dengan suhu alat 400°C dan dikarbonisasi selama 2 jam tanpa kontak dengan oksigen (O_2 yang terbatas). Kemudian digerus dan diayak dengan menggunakan ayakan 100 *mesh*. Arang aktif tersebut diaktivasi dengan larutan asam sulfat selama 24 jam, lalu diaduk selama 2 jam dengan *magnetic stirrer* dengan kecepatan 90 rpm. Lalu adsorben ditambahkan kedalam air sumur sebanyak 100 mL dengan variasi massa 2,5; 3; 3,5 dan 4 gram yang telah diaktivasi sebelumnya dan diaduk dengan kecepatan 90 rpm dengan variasi waktu kontak selama 30, 60, 90. Setelah selesai di adsorpsi maka hasilnya di uji dengan menggunakan AAS untuk mengetahui konsentrasi akhir dari logam tersebut dan untuk mengitung kadar penyerapan serta kapasitas penyerapan. Menghitung persen penyerapan logam Fe^{2+} dan ion Ca^{2+} dengan menggunakan persamaan:

$$R = \frac{C_o - C_e}{C_o} 100\%$$

Keterangan:

R : Persentase adsorpsi (%)

C_o : Konsentrasi awal logam (mg/L)

C_e : Konsentrasi akhir logam (mg/L)

kapasitas penyerapan adsorpsi ini dapat dihitung dengan persamaan sabagai berikut :

$$q = \frac{V}{m} \times (C_o - C_e)$$

Keterangan :

q = Kapasitas Adsorpsi (mg/g)

V = Volume Larutan (L)

C_o = Konsentrasi awal (mg/L)

C_e = Konsentrasi akhir (mg/L)

m = Bobot adsorben (g)

Setelah itu dianalisa konsentrasi akhir adsorpsi dengan menggunakan *Atomic Absorption Spectroscopy* (AAS).

3. Hasil dan Diskusi

3.1 Analisa Awal Sampel Air Sumur

Air sumur sebelum digunakan terlebih dahulu dilakukan uji kualitatif besi (II) dengan menggunakan kalium tiosianida (KSCN) (Khatimah, 2016). Dimana pengambilan air sumur dilakukan atas pertimbangan yang menganggap bahwa adanya unsur Fe^{2+} dan Ca^{2+} didalam air sumur yang diambil, hal ini ditandai dengan adanya perubahan warna pada air sumur dan bak mandi setelah beberapa saat kontak dengan udara (Slamet, 1994). Berdasarkan hasil pengamatan, terjadi perubahan warna pada larutan dari tidak berwarna menjadi kuning kecoklatan yang menandakan bahwa air sumur mengandung logam besi (II). Sedangkan, untuk melihat adanya ion Ca^{2+} dilakukan dengan menggunakan titrasi EDTA. Dimana terjadi perubahan warna larutan dari merah muda menjadi ungu yang menandakan bahwa air sumur mengandung ion Ca^{2+} .

3.2 Uji Kinerja Adsorben

Uji kinerja adsorben merupakan tahapan penting dimana dalam uji ini akan dilihat kemampuan adsorben pada proses adsorpsi. Adapun beberapa uji kinerja adsorben sebagai berikut:

1. Analisa AAS (*Anatomic Adsorption Spechtrophotometer*)

Analisa AAS (*Anatomic Adsorpsi Spectrophotometer*) ini bertujuan untuk melihat konsentrasi kadar logam Fe sebelum dan setelah dilakukan adsorpsi menggunakan larutan uji. Dalam analisa ini akan mendapatkan hasil konsentrasi C_o (konsentrasi sebelum adsorpsi) dan C_e (konsentrasi setelah adsorpsi) dengan begitu

konsentrasi mula-mula larutan adsorpsi dan konsentrasi setelah di adsorpsi dapat dihitung perbandingannya.

Tabel 3.1 Hasil Analisa AAS (*Anatomic Adsoption Spectrophotometer*) Logam Fe^{2+}

Massa (gr)	Waktu (menit)	Co (Konsentrasi sebelum adsorpsi.ppm)	Ce (Konsentrasi setelah adsorpsi.ppm)
2,5	30	1,063	0,021
	60	1,063	0,019
	90	1,063	0,018
	120	1,063	0,013
3	30	1,063	0,01
	60	1,063	0,006
	90	1,063	0,005
	120	1,063	0,004
3,5	30	1,063	0,014
	60	1,063	0,009
	90	1,063	0,004
	120	1,063	0,003
4	30	1,063	0,009
	60	1,063	0,005
	90	1,063	0,003
	120	1,063	0,002

Tabel 3.2 Hasil Analisa Ion Ca^{2+}

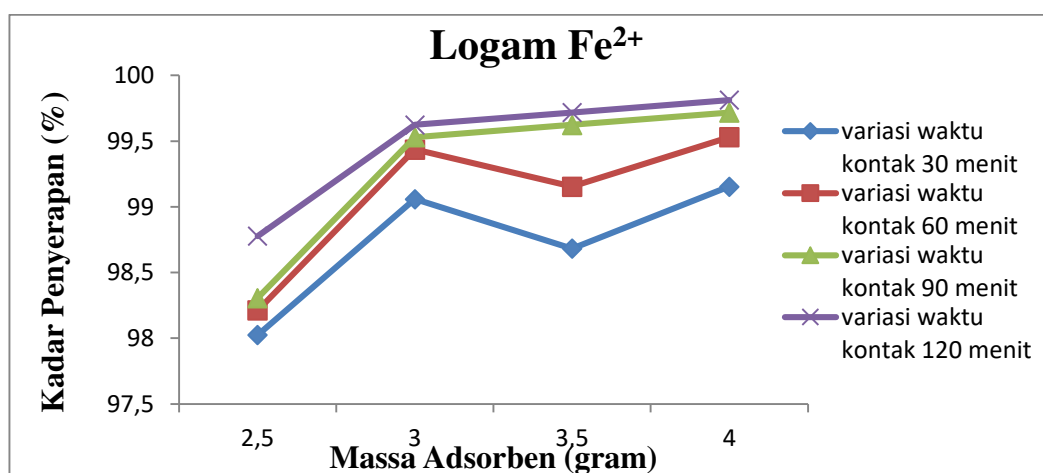
Massa (gr)	Waktu (menit)	Co (Konsentrasi sebelum adsorpsi.ppm)	Ce (Konsentrasi setelah adsorpsi.ppm)
2,5	30	52	48
	60	52	44
	90	52	36
	120	52	40
3	30	52	48
	60	52	36
	90	52	32
	120	52	40
3,5	30	52	44
	60	52	36
	90	52	28
	120	52	32

4	30	52	36
	60	52	32
	90	52	24
	120	52	32

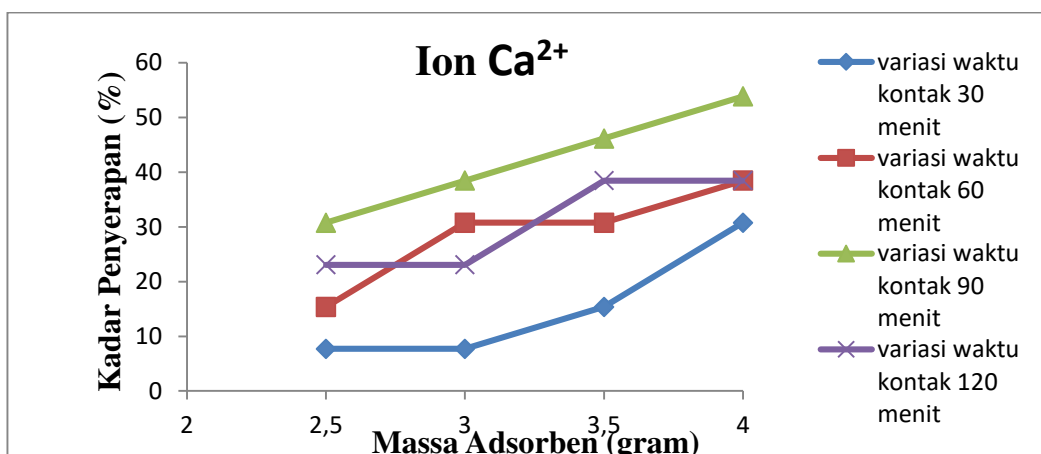
Konsentrasi setelah di adsorpsi (Ce) logam Fe^{2+} terbesar terdapat pada waktu kontak 30 menit. Pada waktu kontak 30 menit dengan massa 2,5 gr, konsentrasi setelah di adsorpsi sebesar 0,021 ppm. Lalu pada massa 3 gr dengan waktu kontak 30 menit, konsentrasi setelah di adsorpsi sebesar 0,01 ppm. Sedangkan pada waktu kontak dengan massa 3,5 gr dan 4 gr dengan waktu kontak 30 menit, konsentrasi setelah di adsorpsi sebesar 0,01 ppm dan 0,009 ppm. Begitu juga dengan konsentrasi setelah di adsorpsi (Ce) ion Ca^{2+} terbesar terdapat pada waktu kontak 30 menit. Pada waktu kontak 30 menit dengan massa 2,5 gr, konsentrasi setelah di adsorpsi sebesar 48 ppm. Lalu pada massa 3 gr dengan waktu kontak 30 menit, konsentrasi setelah di adsorpsi sebesar 48 ppm. Sedangkan pada waktu kontak dengan massa 3,5 gr dan 4 gr dengan waktu kontak 30 menit, konsentrasi setelah di adsorpsi sebesar 44 ppm dan 36 ppm.

2. Pengaruh Massa Adsorben Terhadap Kadar Penyerapan

Dalam pengujian kadar penyerapan ini bertujuan untuk menentukan massa terbaik yang digunakan pada variasi selanjutnya dan untuk melihat apakah kadar penyerapan dipengaruhi oleh massa adsorben.



Grafik 3.1 Pengaruh Massa Adsorben Terhadap Kadar Penyerapan Logam Fe^{2+}

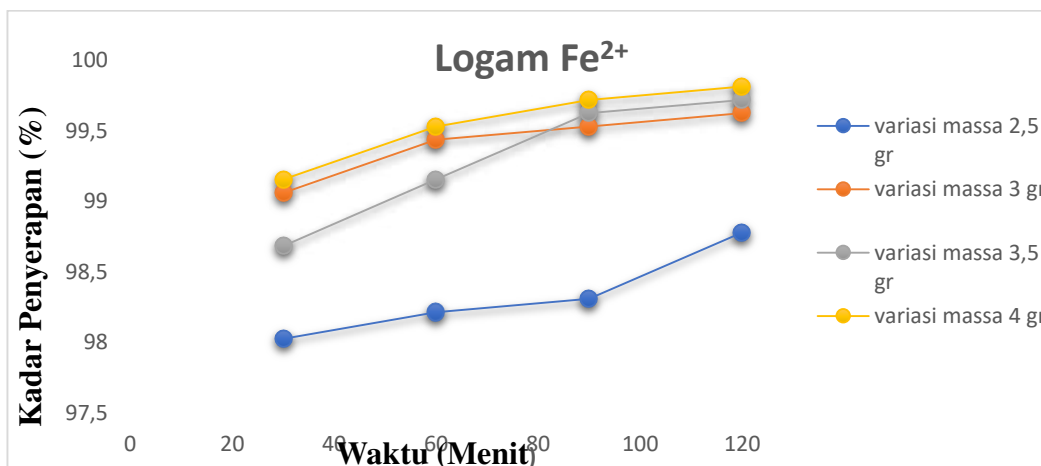


Grafik 3.2 Pengaruh Massa Adsorben Terhadap Kadar Ion Ca^{2+}

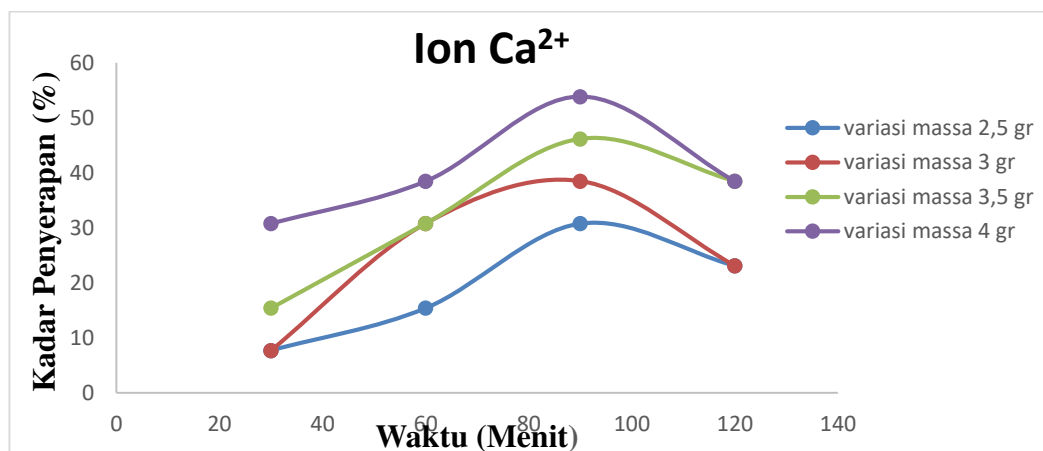
Terlihat penyisihan tertinggi pada penyerapan logam Fe^{2+} terjadi pada konsentrasi massa sebesar 4 gram dengan penyisihan 99,81% pada waktu kontak 120 menit. Dan penyisihan terkecil terjadi pada saat konsentrasi 2,5 gram dengan presentase penyisihan yang didapatkan yaitu 98,02% pada waktu kontak 30 menit. Sedangkan pada penyerapan ion Ca^{2+} terlihat pada penyisihan tertinggi terjadi pada konsentrasi massa sebesar 4 gram dengan penyisihan 53,84% pada waktu kontak 90 menit. Dan penyisihan terkecil terjadi pada saat konsentrasi 2,5 gram dengan presentase penyisihan yang didapatkan yaitu 7,69% pada waktu kontak 30 menit.

3. Pengaruh Waktu Kontak Adsorben Terhadap Kadar Penyerapan

Pada tahapan ini diberlakukan variasi waktu yang bertujuan untuk melihat dan memperoleh beberapa banyak logam besi (Fe^{2+}) dan ion Ca^{2+} yang dapat diserap dengan lamanya waktu kontak yang diberikan untuk mencapai kesetimbangan yang baik.



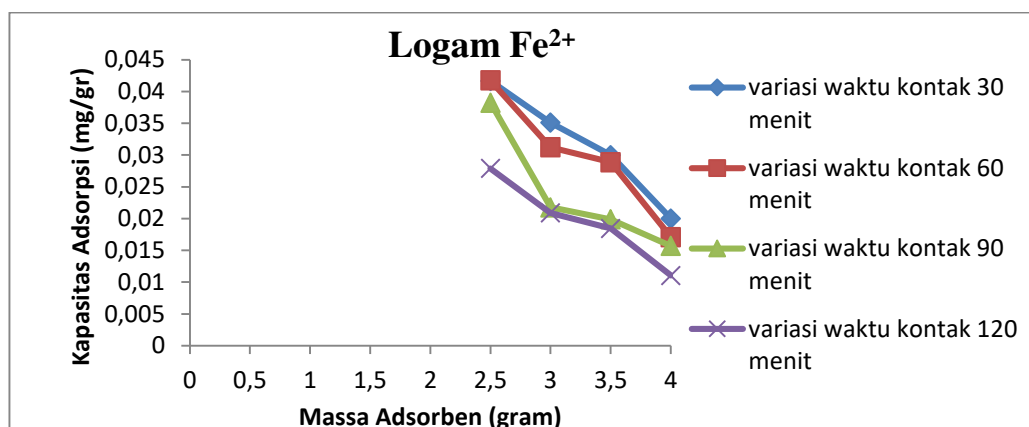
Grafik 3.3 Pengaruh Waktu Kontak Terhadap Kadar Penyerapan Logam Fe^{2+}



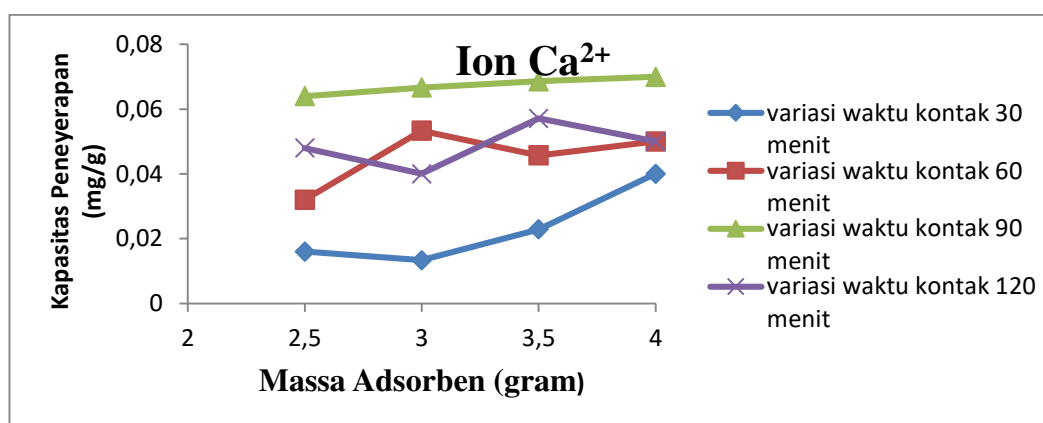
Grafik 3.4 Pengaruh Waktu Kontak Terhadap Kadar Ion Ca^{2+}

Pada saat waktu pengadukan 30 menit dengan kadar penyerapan logam Fe^{2+} yaitu 98,02% pada 2,5 gram berat adsorben. Kemudian berangsur-angsur naik hingga pada waktu pengadukan 120 menit dengan kadar penyerapan yang didapatkan yaitu 98,77%. Sama halnya dengan penyerapan ion Ca^{2+} pada saat waktu kontak 30 menit dengan massa 2,5 gram kadar penyerapannya sebesar 7,69%. Lalu berangsur-angsur naik hingga pada waktu kontak 120 menit dengan kadar penyerapan sebesar 23,076%. Terlihat pada grafik diatas tidak teratur tingat kenaikannya hal ini disebabkan oleh beberapa faktor, salah satunya disebabkan oleh pengadukan yang tidak stabil/ sempurna. Hal ini juga disebabkan karena sudah tercapainya waktu optimum dari adsorpsi sehingga mengalami kejenuhan dan mengakibatkan kadar logam yang diserap larut kembali atau mengalami penurunan kadar logam yang diserap.

4. Pengaruh Massa Adsorben Terhadap Kapasitas Penyerapan



Grafik 3.5 Pengaruh Massa Adsorben Terhadap Kapasitas Penyerapan Logam Fe²⁺



Grafik 3.6 Pengaruh Massa Adsorben Terhadap Kapasitas Ion Ca²⁺

Pada Grafik 3.5 dan 3.6 diatas menunjukkan bahwa kapasitas penyerapan juga dipengaruhi oleh banyaknya massa adsorben dalam larutan air sumur yang diserap. Terlihat pada grafik kapasitas penyerapan berbanding terbalik dengan persen penyerapan pada variasi jumlah adsorben penyerapan logam besi dan ion Ca²⁺. Dari grafik diatas menunjukkan bahwa semakin menurunnya nilai penyerapan maka semakin banyaknya jumlah adsorben yang diberikan. Hal ini dikarenakan bahwa semakin banyak adsorben yang ada maka kemungkinan pori-pori adsorben yang ada akan dipenuhi oleh logam berat Fe²⁺ dan ion Ca²⁺ sehingga adsorben tidak mampu menyerap lagi. Waktu kontak dan jumlah Adsorben berpengaruh besar dalam kapasitas penyerapan logam Fe²⁺ dimana kapasitas penyerapan maksimum diperoleh sebesar 0,042 mg/gr pada waktu kontak maksimum yaitu 120 menit dan jumlah adsorben minimum yaitu 2,5 gram. Sedangkan pada kapasitas penyerapan ion Ca²⁺ diperoleh sebesar 0,07 mg/g pada waktu kontak 90 menit dengan jumlah

adsorben maksimum 4 gram. Dapat disimpulkan bahwa penyerapan logam Fe^{2+} menggunakan adsorben limbah ampas tebu menghasilkan penyerapan dan kapasitas adsorpsi yang lebih baik dibandingkan penyerapan kadar ion Ca^{2+} menggunakan adsorben ampas tebu dengan variasi massa adsorben dan waktu kontak yang sama.

4. Simpulan dan Saran

Kesimpulan

Arang aktif yang terbuat dari ampas tebu dapat digunakan sebagai adsorben logam besi (Fe) dan kesadahan pada air sumur, dapat dilihat dari hasil uji daya serapnya menggunakan Spektrokopi Serapan Atom (SSA). Kadar penyerapan maksimum pada ampas tebu terhadap logam Fe dan kesadahan air sumur diperoleh sebesar 99,81 % dengan waktu kontak maksimum yaitu 120 menit dan sebesar 53,846% dengan waktu kontak 90 menit dengan jumlah adsorben maksimum yaitu 4 gram. Waktu kontak dan jumlah Adsorben berpengaruh besar dalam kapasitas penyerapan logam Fe dimana kapasitas penyerapan maksimum diperoleh sebesar 0,042 mg/gr pada waktu kontak maksimum yaitu 120 menit dan jumlah adsorben minimum yaitu 2,5 gram. Sedangkan pada kapasitas penyerapan ion Ca diperoleh sebesar 0,07 mg/g pada waktu kontak 90 menit dengan jumlah adsorben maksimum 4 gram.

Saran

Adapun saran yang dapat diberikan penulis untuk peneliti selanjutnya adalah dengan menambahkan variasi ukuran partikel dalam penyerapan logam berat dan kesadahan pada air sumur agar dapat menghasilkan kadar logam yang lebih baik. Diharapkan pada penelitian selanjutnya dapat mencoba arang aktif dari ampas tebu pada air limbah industri lainnya.

5. Daftar Pustaka

1. Apriliani, A. (2010). *Pemanfaatan arang ampas tebu sebagai adsorben ion logam Cu, Cd, Cr, dan Pb dalam air limbah*. Jurnal lingkungan. Kimia. Sains dan Teknologi. UIN Syarif Hidayatullah. Jakarta.

2. Atkins PW. 1999. *Kimia Fisika Jilid 1*. Irma I Kartohadiprojo, penerjemah; Rohhadyan T, Hadiyana K, editor. Jakarta: Erlangga. Terjemahan dari: *physical Chemistry*.
3. Ayawei, N., Ebelegi, A. N., & Wankasi, D. (2017). *Modelling and Interpretation of Adsorption Isotherms*. *Journal of Chemistry*, 2017.
4. EkatriSNawan, R. (2016). *Pemanfaatan karbon aktif ampas tebu untuk menurunkan kadar logam pb dalam larutan air*. Skripsi. Semarang:FMIPA-UNNES.
5. Febrina, L dan Ayuna, A. (2015). *Studi penurunan kadar besi (fe) dan mangan (mn) dalam air tanah menggunakan saringan keramik*. Jurnal Teknologi Volume 7. Universitas Sahid: Jakarta
6. Ferraz,A,I., T.Tavaresdan J.A Teixeira. 2004. *Cr(III) Removal and Recoveryfrom Saccharomyces cerevisiae*.Chemical Engineering Journal.105 : 11 20.
7. Hidayati, D. S. N., Kurniawan, S., Restu, N. W., dan Ismuyanto, B. (2016). *Potensi ampas tebu sebagai alternatif bahan baku pembuatan karbon aktif*. NATURAL B, Vol. 3, No. 4. Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya.
8. Kartika, A. A., Masriana,HS., Widjaya, A . (2013). *Penggunaan petreatment basa pada proses degradasi enzimatik ampa tebu untuk produksi etanol*. Jurnal Teknik Pomits.
9. Khaira, K. (2013). Penentuan kadar besi (fe) air sumur dan air pdam dengan metode spektrofotometri. Jurnal Saintek Vol.V No. 1:17-23. STAIN Batusangkar.
10. McCabe, Warren L. Julian C. Smith dan Peter Hariot. 1999. *Unit Operation Of Chemical Engineering, Fifth Edition*. McGraw-Hill,Inc. New York.
11. Muzdaleni. (2011). *Analisa kandungan logam berat pb dan fe dengan metode spektrofotometri serapan atom terhadap ikan sardine Di Pekanbaru*, Skripsi, Pekanbaru: Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau
12. Nurhayati, I., Sutrisno, J., & Zainudin, M. S. (2018). Pengaruh Konsentrasi dan Waktu Aktivasi Terhadap Karakteristik Karbon Aktif Ampas Tebu dan Fungsinya Sebagai Adsorben pada Limbah Cair Laboratorium. Jurnal Teknik.
13. Purwaningsih, D. (2009). *Adsorpsi multi logam Ag(I), Pb(II), Cr(III), Cu(II) dan Ni(II) pada hibrida etilendiamino-silika dari abu sekam padi*. Jurnal Penelitian Saintek.
14. Roni., Drastinawati., dan Chairul. (2015). *Penyerapan logam fe dengan menggunakan karbon aktif dari ampas tebu yang diaktifasi dengan KOH*. AJurnal. Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau.
15. Saputra, WB .,2008 *Desain Sistem Adsorpsi*. Universitas Indonesia, Jakarta
16. Syauqiah, I., Amalia, M., & Kartini A.H. 2011. *Analisis Variasi Waktu dan Kecepatan Aduk pada Proses Adsorpsi Limbah Logam Berat dengan Arang Aktif*. Jurnal Info Teknik. 12:11-20.
17. Volesky, Bohumil. 2007. *Biosorption and Me*. Water Research.41 : 4017 – 4029

18. Wang, Jianlongdan Can Chen. 2006. *Biosorption of Heavy Metal bt Saccharomyces cerevisiae : A review*. Biotechnology Advances. 24 : 427 – 451.
19. Yoseva, P. L., Muchtar, A., dan Shopia, H. (2015). *Pemanfaatan limbah ampas tebu sebagai adsorben untuk peningkatan kualitas air gambut*. Jurnal FMIPA Volume 2 No.1.