



Pembuatan Adsorben Dari Tongkol Jagung (*Zea Mays*) Dengan Aktivator CaCl_2 Untuk Penyerapan Logam Fe (II) Dalam Air

Novi Ramadani, Syamsul Bahri*, Zulnazri, Novi Sylvia, Rozanna Dewi

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh
Kampus Utama Cot Teungku Nie Reuleut, Muara Batu, Aceh Utara – 24355
*e-mail: amarul_bahari67@yahoo.com

Abstrak: Tongkol jagung mengandung selulosa, hemiselulosa dan lignin, yang dapat dijadikan sebagai arang aktif dan dapat dimanfaatkan dalam proses adsorpsi. Adsorpsi merupakan suatu proses penyerapan molekul-molekul fluida baik secara kimia maupun secara fisika. Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan limbah tongkol jagung sebagai adsorben untuk menyerap logam besi(II) dalam air. Variabel yang digunakan adalah jumlah adsorben 2, 4, 6 dan 8 gram dengan waktu adsorpsi yaitu 30, 40, 50 dan 60 menit. Kadar logam diukur menggunakan Atomic Adsorption Spectrophotometer (AAS). Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa kapasitas adsorpsi tertinggi dihasilkan pada massa adsorben 2 gram dengan waktu adsorpsi selama 50 menit yaitu sebesar 1,01401 mg/g. Sedangkan kapasitas adsorpsi terendah dihasilkan pada massa adsorben 8 gram dengan waktu adsorpsi selama 30 menit yaitu sebesar 0,249502 mg/g. Semakin kecil massa adsorben maka semakin tinggi kapasitas adsorpsi yang didapat, sebaliknya semakin besar massa adsorben yang digunakan maka semakin rendah kapasitas adsorpsinya. Hal tersebut dikarenakan adanya sisi aktif adsorben yang belum berikatan dengan adsorbat. Sisi aktif adsorben merujuk pada bagian permukaan adsorben yang berperan dalam proses adsorpsi. Ketika massa adsorben bertambah, tidak semua sisi aktif adsorben akan berinteraksi dengan adsorbat, sehingga penambahan massa tersebut tidak secara proporsional meningkatkan kapasitas adsorpsi. Adapun model yang paling sesuai untuk kesetimbangan adsorpsi dijelaskan oleh isotherm Langmuir dengan tingkat korelasi $R=0,9641$.

Kata Kunci: Adsorpsi, Langmuir, Logam besi(II) dan Tongkol Jagung

1. Pendahuluan

Air merupakan kebutuhan penting bagi semua makhluk hidup, termasuk manusia. Oleh karena itu, dapat dipastikan manusia tidak dapat hidup tanpa air, karena air merupakan salah satu unsur dasar yang menunjang proses metabolisme dalam tubuh manusia (Ambarwati, 2014). Menurut Permenkes RI No. 32 tahun 2017 tentang pengawasan kualitas air, air bersih adalah air yang jernih, tidak berwarna, tidak berbau dan tidak mengandung mineral yang melebihi baku mutu sehingga dapat membahayakan jika dikonsumsi.

Sebagian masyarakat yang tinggal di pesisir, masih mengkonsumsi air yang mengandung mineral anorganik melebihi baku mutu yang ditetapkan oleh menteri kesehatan. Beberapa mineral anorganik yang terkandung dalam air sumur antara lain Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{2+} dan lain-lain. Untuk menghilangkan mineral tersebut, dapat dilakukan dengan penyerapan menggunakan adsorben seperti

arang aktif.

Arang aktif adalah suatu karbon yang memiliki kemampuan dalam menyerap kation, anion dan molekul organik maupun anorganik dengan baik (Lempang, 2014). Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik tahun 2019, diperkirakan limbah tongkol jagung yang dihasilkan di Indonesia sekitar 5,7 juta ton/tahun. Dimana, tongkol jagung mengandung selulosa (41%) dan hemiselulosa (36%) yang dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan arang aktif (Suwantiningsih dkk, 2020).

Penelitian ini adalah tentang pemanfaatan limbah tongkol jagung sebagai adsorben alternatif untuk menurunkan kadar Fe^{2+} dalam air. Metode pembuatan adsorben yang digunakan yaitu metode aktivasi kimiawi dengan aktivator $CaCl_2$. Penelitian mengenai adsorben alternatif sebelumnya telah banyak dilakukan, namun dengan bahan adsorben dan aktivator yang berbeda. Dimana aktivator yang sering kali digunakan pada penelitian sebelumnya mengenai adsorben dalam mengaktivasi arang aktif antara lain H_2SO_4 , KOH , HCl , H_3PO_4 , $NaOH$ dan lain-lain. Oleh karena itu, penggunaan aktivator $CaCl_2$ pada penelitian ini merupakan suatu keterbaruan dari penelitian-penelitian sebelumnya.

2. Metode Penelitian

Adapun metode penelitian meliputi alat dan bahan serta prosedur kerja seperti berikut ini.

2.1 Bahan-bahan dan Alat-alat

Bahan-bahan yang digunakan yaitu larutan $FeSO_4$ 20 mg/L, tongkol jagung, larutan $CaCl_2$ 25% dan *aquadest*. Sedangkan peralatan yang diperlukan antara lain ayakan 100 *mesh*, cawan porselin, *Erlenmeyer*, *furnace*, *beaker glass*, *hot plate*, *magnetic stirrer*, neraca analitik, *oven* dan lain-lain.

2.2 Prosedur Penelitian

1. Pembuatan Larutan $CaCl_2$ 25%

Sebanyak 250 gram serbuk $CaCl_2$ dimasukkan kedalam labu ukur 1000 ml. Selanjutnya ditambahkan *aquadest* hingga tanda batas dan di homogenkan.

2. Proses Aktivasi Arang aktif

Tongkol jagung dikeringkan menggunakan sinar matahari lalu ditumbuk untuk memperkecil ukuran. Selanjutnya, tongkol jagung *difurnace* pada suhu $400^\circ C$ selama 1 jam. Setelah didinginkan, arang tongkol jagung digerus dan diayak menggunakan *mesh* 100. Kemudian arang tongkol jagung diaktivasi menggunakan larutan $CaCl_2$ 25% sebanyak 1000 ml lalu diaduk selama 10 menit dan didiamkan selama 24 jam. Setelah itu, arang tongkol jagung disaring dan dicuci menggunakan *aquadest* hingga pH nya netral lalu di oven pada suhu $105^\circ C$ selama 3 jam dan didinginkan dalam desikator.

3. Pembuatan larutan Fe^{2+} 20 ppm

Sebanyak 0,02 gram serbuk FeSO_4 dimasukkan kedalam labu ukur 1000 ml. Lalu ditambahkan *aquadest* hingga tanda batas dan dihomogenkan.

4. Proses Adsorpsi

Sebanyak 2 gram arang aktif tongkol jagung dimasukkan kedalam *beaker glass* yang berisi 100 ml larutan standar Fe^{2+} 20 ppm, lalu diaduk menggunakan *magnetic stirrer* diatas *hotplate* dengan kecepatan pengadukan 150 rpm selama 30 menit. Selanjutnya disaring dan sampel dimasukkan dalam botol sampel. Prosedur diulangi untuk massa arang aktif 4, 6 dan 8 gram dengan variasi waktu kontak 40, 50 dan 60 menit. Sampel yang dihasilkan lalu di uji menggunakan *Anatomic Adsorption Spectrophotometer* (AAS).

3. Hasil Penelitian

Adapun hasil penelitian sebagai berikut.

3.1 Karakterisasi Arang Aktif

Penetapan kadar air bertujuan untuk mengetahui sifat higroskopis dari arang aktif. Melalui uji kadar air ini, dapat diketahui seberapa banyak air yang dapat teruapkan agar air yang terikat pada karbon aktif tidak menutup pori dari arang aktif itu sendiri. Hilangnya molekul air yang ada pada karbon aktif menyebabkan pori-pori pada arang aktif semakin besar. Semakin besar pori-pori maka luas permukaan arang aktif semakin bertambah (Maulinda dkk, 2017).

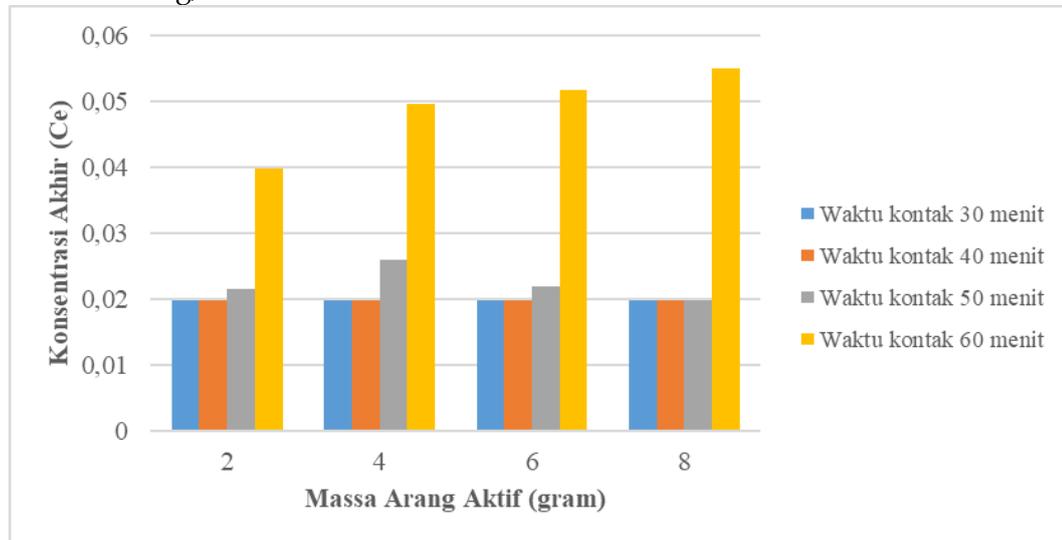
Selain kadar air, kadar abu juga merupakan parameter yang mempengaruhi kualitas arang aktif. Kadar abu merupakan sisa-sisa mineral yang tidak terbakar pada proses pembakaran. Menurut Sirajuddin dkk (2021), peningkatan kadar abu dapat terjadi akibat terbentuknya garam-garam mineral pada saat proses pengarangan yang bila dilanjutkan akan membentuk partikel-partikel halus dari garam mineral tersebut. Untuk itulah jika proses karbonisasi yang terlalu lama dan temperatur yang terlalu tinggi maka akan meningkatkan kadar abu pada arang aktif. Keberadaan abu yang berlebihan dapat menyebabkan terjadinya penyumbatan pori-pori sehingga luas permukaan arang aktif menjadi berkurang (Oko dkk, 2021).

Dari hasil pengujian, kadar air yang diperoleh pada arang aktif tongkol jagung sebesar 5,98% dan kadar abu sebesar 8,09 %. Berdasarkan SNI 06-37301995, kadar air yang diizinkan untuk arang aktif maksimal sebesar 15 % dan kadar abu sebesar 10%. Hal ini menunjukkan bahwa arang aktif ini memenuhi kualitas standar mutu, sehingga dapat digunakan sebagai adsorben.

3.2 Analisa Konsentrasi Akhir (Ce) Menggunakan *Anatomic Adsorption Spectrophotometer* (AAS)

Analisa AAS (*Anatomic Adsorption Spechtrophotometer*) bertujuan untuk melihat konsentrasi akhir (Ce) dari larutan Fe^{2+} setelah dilakukan proses adsorpsi menggunakan arang aktif. Adapun konsentrasi mula-mula larutan Fe^{2+} sebelum

dilakukan proses adsorpsi menggunakan arang aktif tongkol jagung yaitu sebesar 20 mg/l.

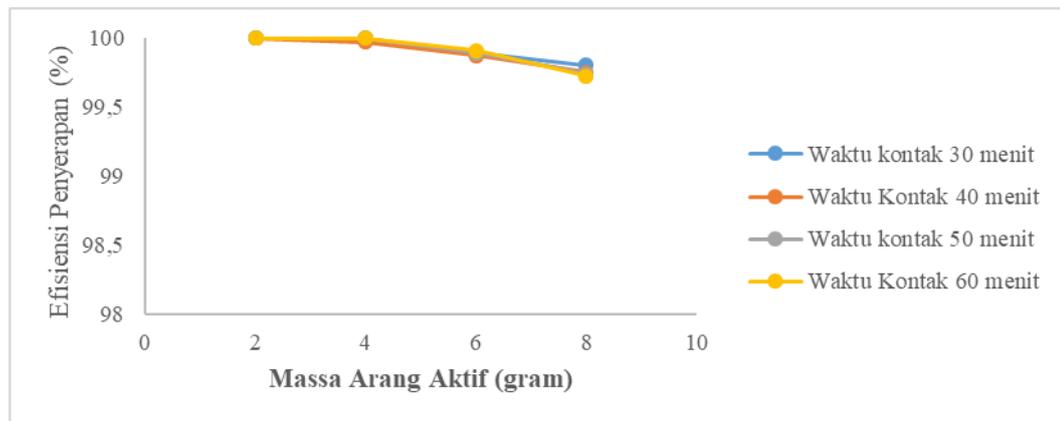


Gambar 3.1 Konsentrasi Akhir (Ce)

Dari grafik di atas terlihat bahwa terjadi penurunan yang signifikan dari konsentrasi larutan Fe^{2+} yang menunjukkan bahwa adsorben dari arang aktif tongkol jagung yang telah teraktivasi oleh $CaCl_2$ efektif untuk menurunkan kadar Fe^{2+} . Penurunan kadar Fe^{2+} maksimum terjadi pada tiap variasi massa adsorben 2, 4, 6 dan 8 gram pada waktu kontak 30 dan 40 menit yakni dari 20 mg/L menjadi $< 0,02$ mg/L yang merupakan nilai limit deteksi metode atau konsentrasi terkecil yang dapat diinterpretasikan dari alat AAS (*Anatomic Adsorption Spechtrophotometer*), artinya sampel yang diuji memiliki konsentrasi yang sangat rendah dibawah limit deteksi dari metode yang digunakan. Adapun faktor yang dapat mempengaruhi antara lain konsentrasi awal yang digunakan terlalu rendah dan material yang digunakan yakni tongkol jagung memiliki sifat adsorpsi yang sangat baik.

3.3 Pengaruh Massa dan Waktu Kontak Terhadap Efisiensi Penyerapan (%)

Massa adsorben dan waktu kontak merupakan faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi. Untuk menentukan massa adsorben dan waktu kontak yang maksimum dilakukan dengan penambahan variasi massa arang aktif masing-masing 2, 4, 6 dan 8 gram dan dengan variasi waktu 30, 40, 50 dan 60 menit. Arang aktif dimasukan kedalam larutan logam Fe^{2+} sebanyak 100 ml dengan konsentrasi 20 mg/L. Selanjutnya diaduk dengan kecepatan pengadukan 150 rpm menggunakan *magnetic stirrer* diatas *hotplate*.



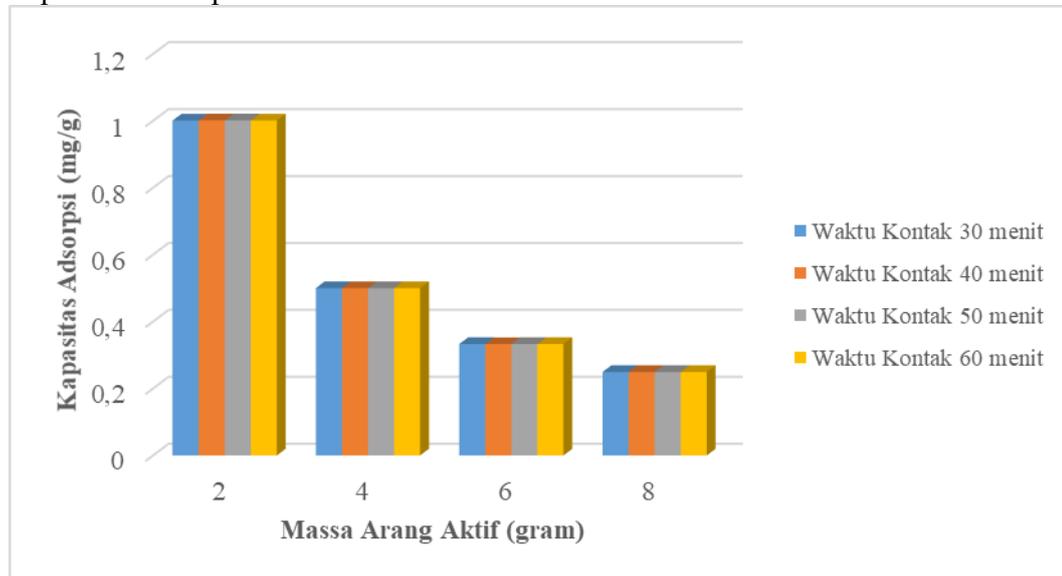
Gambar 3.2 Pengaruh Massa dan Waktu Terhadap Efisiensi Penyerapan Fe^{2+}

Dari Grafik diatas dapat kita lihat bahwa pada massa 2 gram sudah terjadi penyerapan secara maksimum dimana persen penyerapannya hampir mendekati 100%. Sedangkan pada massa 4, 6 dan 8 gram cenderung mengalami penurunan. Hal ini menunjukkan bahwa dimassa 2 gram sudah terjadi kesetimbangan, sehingga penambahan massa adsorben cenderung tidak meningkatkan jumlah zat yang terserap. Hal ini sesuai dengan penelitian yang pernah dilakukan oleh (Harimu dkk, 2019) dimana dalam penelitiannya memvariasikan massa adsorben untuk penyerapan logam Pb^{2+} dan Cu^{2+} . Adapun hasil penelitiannya untuk massa 0,1gram dan 0,2 gram relatif sama yaitu $\pm 83\%$ dan untuk massa 0,3 gram, 0,4 gram, dan 0,5 gram mengalami penurunan. Hal tersebut diduga pada massa adsorben tertentu ion logam telah habis teradsorpsi semua. Sehingga dengan penambahan massa adsorben tidak mempengaruhi jumlah ion logam yang teradsorpsi. Bahkan kemampuan adsorpsi dari ion logam cenderung menurun dengan meningkatnya massa adsorben. Hal tersebut dikarenakan ketika ion logam telah habis teradsorpsi maka terjadi kesenjangan konsentrasi antara adsorben dengan larutan, sehingga ion Fe^{2+} yang sudah terikat pada adsorben tongkol jagung terdesorpsi kembali kedalam larutan.

Pengaruh waktu terhadap efisiensi penyerapan Fe^{2+} tidak memiliki pengaruh yang signifikan, justru dimassa yang lebih banyak penambahan waktu persen penyerapan cenderung menurun. Persen penyerapan maksimum terjadi pada tiap variasi waktu kontak dengan massa 2 gram yakni mendekati 100%. Hal ini sesuai dengan penelitian yang pernah dilakukan oleh (Lestari dkk, 2020) dimana waktu maksimum tercapai apabila peningkatan kadar $Pb(II)$ teradsorpsi mencapai titik maksimalnya, sehingga penambahan waktu kontak tidak akan memberikan pengaruh yang signifikan terhadap pengurangan kadar $Pb(II)$ dalam sampel. Dalam hal ini terjadi karena logam teradsorpsi secara reversibel yang menyebabkan semakin lamanya waktu kontak akan menyebabkan logam terlepas kembali ke dalam larutan sampel.

3.4 Pengaruh Massa dan Waktu Kontak Arang Aktif Terhadap Kapasitas Adsorpsi

Kapasitas adsorpsi merupakan banyaknya zat yang dapat terserap pada permukaan adsorben. Massa dan waktu memberikan pengaruh terhadap kapasitas adsorpsi.



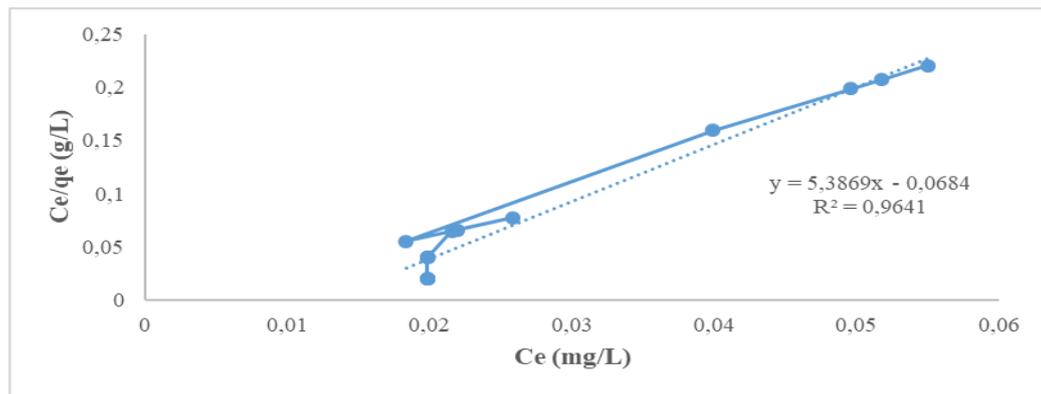
Gambar 3.3 Pengaruh Massa dan Waktu Kontak Terhadap Kapasitas Adsorpsi

Grafik diatas menunjukkan bahwa kapasitas adsorpsi paling rendah dihasilkan pada massa 8 gram dengan waktu kontak selama 30 menit yaitu sebesar 0,249502 mg/g. Sedangkan kapasitas adsorpsi tertinggi dihasilkan pada massa 2 gram dengan waktu kontak selama 50 menit yaitu sebesar 1,01401 mg/g. Dari hasil penelitian yang didapat, semakin kecil massa adsorben maka semakin tinggi kapasitas adsorpsi yang didapat, sebaliknya semakin besar massa adsorben yang digunakan maka semakin rendah kapasitas adsorpsinya. Menurut penelitian yang pernah dilakukan oleh (Reyra dkk, 2003) penurunan kapasitas adsorpsi disebabkan oleh adanya sisi aktif adsorben yang belum semuanya berikatan dengan adsorbat.

Kapasitas adsorpsi maksimum yang didapat terjadi pada waktu kontak selama 50 menit dengan massa 2 gram, dimana semakin lama waktu pengadukan maka semakin besar kapasitas adsorpsi yang di dapat karena interaksi antara arang aktif tongkol jagung dengan ion Fe^{2+} yang semakin besar sehingga semakin banyak adsorbat yang dapat terserap. Namun pada keadaan waktu yang terlalu lama dan proses adsorpsi berada pada titik jenuh oleh adsorbat maka kenaikan waktu maupun massa cenderung tidak menaikkan jumlah zat yang teradsorpsi bahkan mengalami penurunan (Rizki dkk, 2019). Hal ini sesuai dengan penelitian yang pernah dilakukan oleh (Indah, 2022) yang mengatakan bahwa ketika telah mencapai waktu kontak maksimum maka adsorben yang terlalu banyak akan mengalami desorpsi. Selain itu ketika telah mencapai waktu kontak maksimum maka seluruh adsorbat telah diserap oleh adsorben.

3.5 Isoterm Adsorpsi

Pengujian model kesetimbangan dilakukan untuk menentukan kesetimbangan yang sesuai digunakan pada penelitian ini. Tipe Isoterm yang umumnya digunakan pada fasa padat-cair yaitu tipe Isotherm Freundlich dan Langmuir. Adapun proses adsorpsi Fe^{2+} menggunakan adsorben arang aktif tongkol jagung yang teraktivasi CaCl_2 mengikuti model Isoterm Adsorpsi Langmuir. Hal ini dibuktikan dengan grafik linierisasi yang baik dan mempunyai harga koefisien determinasi R mendekati angka 1 atau 1.



Gambar 3.4 Grafik Isoterm Langmuir

Tabel 3.1 Parameter Isoterm Langmuir

Isoterm Langmuir		
Q_{maks} (mg/g)	K_L (L/mg)	R^2
0,185598	-78,6568 L/mg	0,9641

Model isoterm adsorpsi Langmuir lebih tepat digunakan untuk mencirikan mekanisme adsorpsi penyerapan adsorpsi Fe^{2+} menggunakan adsorben arang aktif tongkol jagung yang teraktivasi CaCl_2 , yang diduga penyerapan terjadi pada lapisan permukaan adsorben (monolayer). Isoterm adsorpsi monolayer menjelaskan bahwa adsorpsi gas pada permukaan padat hanya terjadi pada satu lapisan molekul (monolayer). Adsorpsi tersebut disebut adsorpsi terlokalisasi, artinya molekul- molekul zat hanya dapat diserap pada tempat-tempat tertentu.

4. Kesimpulan dan Saran

Dari hasil penelitian didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Kadar air dan kadar abu yang didapat dari adsorben arang aktif tongkol jagung yang dihasilkan telah memenuhi SNI 06-37301995 dengan kadar

air sebesar 5,98% dan kadar abu sebesar 8,09%.

2. Kapasitas adsorpsi tertinggi dihasilkan pada massa 2 gram dengan waktu kontak selama 50 menit yaitu sebesar 1,01401 mg/g. Sedangkan kapasitas adsorpsi terendah dihasilkan pada massa 8 gram dengan waktu kontak selama 30 menit yaitu sebesar 0,249502 mg/g.
3. Proses adsorpsi Fe^{2+} menggunakan arang aktif tongkol jagung teraktivasi CaCl_2 mengikuti model isotherm Langmuir dengan tingkat korelasi $R=0,9641$ dengan $Q_{\text{maks}} 0,185598$

Penelitian selanjutnya dapat dilakukan dengan menggunakan bahan ataupun senyawa pengaktivasi yang berbeda, serta mencoba menganalisa karakteristik arang aktif yang dihasilkan menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) untuk melihat morfologi arang aktif.

5. Daftar Pustaka

1. Ambarwati, R. D. (2014). Air bagi Kehidupan Manusia. *Artikel Lingkungan Hidup*, 4, 1–6.
1. Darmansyah. (2015). Pemodelan Adsorpsi Biogas Dengan Metode Ono-Kondo dan Langmuir Kondo Dan Langmuir Pada Material Aluminasilikat Mcm -41. In *Usulan Penelitian Dosen Yunior*.
2. Dewi, P. (2017). Tinjauan Tentang Tanaman Jagung. *Jurnal Pertanian*, 1(1), 11.
3. Harimu, L., Rudi, L., Haetami, A., Santoso, G. A. P., & . A. (2019). Studi Variasi Konsentrasi NaOH dan H₂SO₄ Untuk Memurnikan Silika Dari Abu Sekam Padi Sebagai Adsorben Ion Logam Pb²⁺ dan Cu²⁺. *Indo. J. Chem. Res.*, 6(2), 81–87.
4. Indah, D. R. (2022). Adsorpsi Metilen Biru Menggunakan Karbon Baggase Tanpa Aktivasi. *Jurnal Ilmiah IKIP Mataram*, 9(1), 50–58.
5. K, Agustina, H Santjoko, T. B. (2019). Pasir Kuarsa Dan Arang Aktif Sebagai Media Filtrasi Untuk Menurunkan Kandungan Besi (Fe) Pada Air Sumur Gali Di Dusun Tempursari. *Kesehatan Lingkungan*, 9–31.
6. Kusuma, A. A., Lathifaturrohmah, B., & Dyah Lestari, E. E. (2020). Pengaruh Penambahan Arang Aktif Limbah Tongkol Jagung Untuk Mengurangi Kadar Kesadahan Total. *Walisongo Journal of Chemistry*, 3(1), 31. DOI:[10.21580/wjc.v3i1.612](https://doi.org/10.21580/wjc.v3i1.612)
7. Lempang, M. (2014). Pembuatan dan Kegunaan Karbon Aktif. *Jurnal Info Teknis EBONI*, 11(2), 65–80. <http://ejournal.forda-mof.org/ejournal-litbang/index.php/buleboni/article/view/5041/4463arang>
8. Maulinda, L., ZA, N., & Sari, D. N. (2017). Pemanfaatan Kulit Singkong sebagai Bahan Baku Karbon Aktif. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 4(2), 11. <https://doi.org/10.29103/jtku.v4i2.69>

9. Nurhasni, N., Firdiyono, F., & Sya'ban, Q. (2012). Penyerapan Ion Aluminium dan Besi dalam Larutan Sodium Silikat Menggunakan Karbon aktif. *Jurnal Kimia VALENSI*, 2(4).
<https://doi.org/10.15408/jkv.v2i14.269>
10. Oko, S., Mustafa, Kurniawan, A., & Palulun, E. S. B. (2021). Pengaruh Suhu dan Konsentrasi Aktivator HCl terhadap Karakteristik Karbon Aktif dari Ampas Kopi. *Metana: Media Komunikasi Rekayasa Proses Dan Teknologi Tepat Guna*, 17(1), 15–21.
11. Previanti, P., Sugiani, H., Pratomo, U., & Sukrido, S. (2015). Daya Serap Dan Karakterisasi Arang Aktif Tulang Sapi Yang Teraktivasi Natrium Karbonat Terhadap Logam Tembaga. *Chimica et Natura Acta*, 3(2), 48–53.
12. Reyra, D. (2003). *Pengaruh Massa dan Ukuran Partikel Adsorben Daun Nanas Terhadap Efisiensi Penyisihan Fe Pada Air Gambut*. 2(October), 1–7.
13. Rizki, A., Syahputra, E., Pandia, S., & Halimatuddahlia. (2019). Pengaruh Waktu Kontak dan Massa Adsorben Biji Asam Jawa (*Tamarindus indica*) dengan Aktivator H₃PO₄ terhadap Kapasitas Adsorpsi Zat Warna Methylene Blue. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 8(2), 54–60.
14. Rizkyi, I. P., Budi, E., & Susilaningsih, E. (2016). Aktivasi arang tongkol jagung menggunakan HCl sebagai adsorben ion Cd(II). *Indonesian Journal of Chemical Science*, 5(2), 125–129.
15. Sirajuddin, Harjanto, & Allagan, R. A. (2021). Aktivasi Kimia Menggunakan Gelombang Ultrasonik Dan Variasi Jenis Aktivator Pada Pembuatan Arang Aktif Dari Tempurung Kluwak. *Ilmu Teknik Kimia*, 331–336.
16. Suartika, I., & Cangtika, T. (2012). *Modifikasi Zeolit Dengan Menambahkan Karbon Aktif Dari Alang-Alang (Impreta silindrika) Sebagai Adsorben Gas CO Dari Kendaraan Bermotor*. 15(2), 1–23.
17. Susana, T. (2013). Air Sebagai Sumber Kehidupan. *Oseana*, 28(3), 17–25.
18. Suwantiningsih, S., Khambali, K., & Narwati, N. (2020). Daya Serap Arang Aktif Tongkol Jagung Sebagai Media Filter Dalam Menurunkan Kadar Besi (Fe) Pada Air. *Ruwa Jurai: Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 14(1), 33.
19. Widiyanti, E., Jeanne Dewi Damayanti, Jeanne Dewi, M. U., & Suci Fajriati, S. (2022). Studi Adsorpsi Fe (II) Menggunakan Arang Aktif Tongkol Jagung. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat, II*, 165–169.