

Efektivitas Karbon Aktif dari Limbah Tongkol Jagung dengan Variasi Aktivator Asam Klorida dalam Penyerapan Logam Besi pada Air Gambut

Salsabila Harmawanda, Dwiria Wahyuni ✉, Mega Nurhanisa, Hassanuddin, dan Zulfian

Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Tanjungpura, Jl. Prof. H. Hadari Nawawi, Pontianak, 78124

Info Artikel

Sejarah Artikel:

Diterima:
14 Februari 2023

Disetujui:
22 Juni 2023

Dipublikasikan:
31 Juli 2023

Keywords:
Activated carbon,
Adsorption, Corn
cobs, Hydrochloric
acid

ABSTRAK

Air gambut memiliki karakteristik berwarna merah kecokelatan karena mengandung asam humat dan besi (Fe) sehingga perlu direduksi agar dapat digunakan untuk keperluan sehari-hari. Kadar Fe dapat direduksi menggunakan adsorben seperti karbon aktif karena dapat disintesis dari bahan berlignoselulosa seperti tongkol jagung. Sintesis karbon aktif diawali dengan proses karbonisasi pada temperatur 400 °C dan diaktivasi menggunakan asam klorida (HCl) dengan konsentrasi 0,25 M, 0,5 M, 0,75 M, 1,0 M, 1,25 M, dan 1,5 M untuk mengetahui konsentrasi optimum dalam penyerapan logam Fe. Karakterisasi karbon aktif dengan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) dilakukan guna melihat morfologi permukaan. Karbon aktif kemudian dikontakkan pada air gambut untuk menyerap Fe selama 24, 48, dan 72 jam menggunakan sistem pengadukan manual dan *magnetic stirrer*. Konsentrasi optimum untuk menyerap logam besi pada proses adsorpsi yaitu pada konsentrasi 0,25 M selama 48 jam menggunakan *magnetic stirrer* dengan efektivitas yang diperoleh sebesar 99,66%. Hal ini berarti karbon aktif tongkol jagung sangat efektif dalam menyerap logam Fe.

ABSTRACT

Peat water has the characteristic of red-brown color because it contains humic acid and iron (Fe), so it must be reduced in order for it to be used for daily purposes. Fe levels can be reduced using adsorbents such as activated carbon because they can be synthesized from lignocellulosic materials such as corn cobs. The synthesis of activated carbon begins with a carbonization process at 400 °C and is activated using hydrochloric acid (HCl) with concentrations of 0.25 M, 0.5 M, 0.75 M, 1.0 M, 1.25 M, and 1.5 M to determine the optimum concentration for the absorption of Fe metal. Scanning Electron Microscopy (SEM) was used to observe the surface morphology. The activated carbon was then brought into contact with peat water to absorb the Fe for 24, 48 and 72 hours using manual stirring and a magnetic stirrer. The optimum concentration for absorbing iron metal in adsorption is 0.25 M for 48 hours using a magnetic stirrer with effectiveness of 99.66%. Hence, activated carbon from corn cobs effectively adsorbs Fe in peat water.

✉ Alamat korespondensi:
Program Studi Fisika, FMIPA, Universitas Tanjungpura
E-mail: dwiriawahyuni@physics.untan.ac.id

PENDAHULUAN

Kebutuhan air bersih untuk sanitasi dan konsumsi semakin meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk. Akan tetapi air yang digunakan tidak selalu memenuhi standar kesehatan, baik dari segi fisik dan kimia sehingga dapat menimbulkan penyakit dan membahayakan kelangsungan hidup. Salah satu air yang tidak memenuhi standar kesehatan namun dimanfaatkan oleh sebagian masyarakat yaitu air gambut. Tingginya kandungan asam humat dan adanya logam besi (Fe) yang tinggi membuat air gambut menjadi merah kecokelatan (A'idah dkk, 2018), sehingga perlu direduksi untuk dijadikan air layak pakai.

Berbagai metode banyak dikembangkan untuk mengolah air gambut menjadi air layak pakai salah satunya dengan metode adsorpsi menggunakan karbon aktif. Kelebihan karbon aktif sebagai adsorben karena dapat disintesis dari berbagai macam biomassa. Tongkol jagung merupakan salah satu limbah yang dapat dimanfaatkan sebagai karbon aktif, karena kurang dimanfaatkan dan umumnya dibuang percuma. Kandungan senyawa karbon yang tinggi membuat tongkol jagung berpotensi sebagai karbon aktif (Meilianti, 2020). Kandungan lainnya seperti selulosa 45%, hemiselulosa 35% dan lignin 15% membuat tongkol jagung dapat digunakan sebagai sumber bahan dasar karbon aktif (Alpandari dkk., 2022). Karbon aktif disintesis dari bahan yang mengandung karbon melalui pemanasan pada temperatur tinggi atau karbonisasi dan diaktivasi sehingga daya adsorpsi karbon aktif dapat menjadi lebih tinggi (Agustina & Fitriana, 2018). Daya adsorpsi dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti luas permukaan adsorben, struktur molekul dan jenis adsorbat, konsentrasi adsorbat, temperatur, derajat keasaman, dan waktu kontak (Wijayanti dkk., 2018).

Penelitian tentang karbon aktif dari tongkol jagung untuk mengadsorpsi logam berat telah banyak dilakukan. Salah satunya oleh Christica & Julia (2018) untuk menyerap logam Fe, Cu, dan Pb dengan penurunan berturut-turut sebesar 80,01%, 79,5%, dan 79,89%. Penelitian yang dilakukan oleh Ernest dkk (2019) menunjukkan bahwa logam Cd II diserap dengan efektivitas penyerapan sebesar 91,98%. Selain itu, telah dilakukan penelitian karbon aktif tongkol jagung menggunakan beberapa aktivator asam seperti HCl, H₂SO₄, dan HNO₃ oleh Alfiani & Bahri (2013). Hasil yang diperoleh yaitu aktivasi karbon aktif tongkol jagung terbaik adalah menggunakan HCl dengan daya adsorpsi terhadap iodin sebesar 773,85 mg/g. Walaupun karbon aktif dari tongkol jagung untuk menyerap logam Fe sudah pernah dilakukan, namun belum ada penelitian yang meninjau penggunaan aktivator HCl dengan berbagai variasi konsentrasi untuk menyerap logam Fe serta pengaruh pengadukan dan waktu kontak dalam proses adsorpsi. Oleh karena itu, pada penelitian ini, akan dilakukan sintesis dan karakterisasi karbon aktif dari limbah tongkol jagung dengan proses aktivasi kimia menggunakan aktivator asam klorida (HCl) dengan variasi konsentrasi 0,25 M, 0,5 M, 0,75 M, 1,0 M, 1,25 M, dan 1,5 M untuk mengetahui pengaruh penambahan aktivator dan konsentrasi optimum aktivator HCl pada karbon aktif dari tongkol jagung. Karbon aktif yang telah diaktivasi akan diaplikasikan dengan sampel air gambut untuk melihat efektivitas penurunan kadar Fe.

METODE

Preparasi Sampel

Tongkol jagung yang telah disiapkan dicuci dan dikeringkan di bawah sinar matahari selama 9 jam per hari untuk menghilangkan kandungan air pada tongkol jagung. Penjemuran tongkol jagung dilakukan selama 7 hari. Tongkol jagung yang telah kering kemudian dicacah untuk mempermudah proses karbonisasi. Massa tongkol jagung yang telah kering ditimbang dan dihitung penyusutannya menggunakan Persamaan 1.

$$\% \text{ penyusutan} = \frac{\text{massa awal} - \text{massa akhir}}{\text{massa awal}} \times 100\% \quad (1)$$

Proses Karbonisasi dan Aktivasi Tongkol Jagung

Tongkol jagung kering dikarbonisasi dalam *furnace* pada suhu 400 °C selama 60 menit (Alfiany & Bahri, 2013) agar menghasilkan sampel berbentuk arang lalu dihaluskan hingga menjadi serbuk. Selanjutnya dilakukan pengayakan dengan ayakan 50 mesh kemudian arang yang lolos diayak kembali dengan ayakan 60 mesh. Karbon aktif yang tertahan pada pengayakan 60 mesh direndam dalam reagen aktivator HCl dengan konsentrasi 0,25 M, 0,5 M, 0,75 M, 1,0 M, 1,25 M, dan 1,5 M. Tahap awal pembuatan larutan dilakukan dengan memipet larutan HCl pekat 32% sesuai variasi konsentrasi masing-masing. Kemudian dilakukan pengenceran dengan akuades sampai tanda batas 500 ml pada labu ukur.

Rasio pencampuran antara karbon dan aktivator adalah 1:10. Kemudian agar karbon tercampur dengan baik dilakukan pengadukan pada kecepatan 200 rpm selama 60 menit menggunakan *shaker*. Setelah proses pengadukan, karbon aktif didiamkan selama 24 jam dengan keadaan tertutup agar tidak bereaksi dengan udara. Karbon aktif yang telah diaktivasi kemudian disaring dan dicuci secara berulang dengan akuades hingga pH netral. Proses pencucian dilakukan dengan mencampur akuades dan karbon aktif yang diaduk menggunakan *magnetic stirrer* dengan kecepatan 500 rpm selama 2 jam. Setiap 2 jam sekali sampel disaring dan diganti akuades baru. Karbon aktif diukur pH untuk setiap 2 kali pencucian dan dilakukan hingga pH netral. Setelah itu karbon aktif disaring dan dikeringkan dalam oven pada suhu 110°C selama 6 jam.

Karakterisasi dan Pengujian Karbon Aktif

Karbon aktif yang telah diaktivasi selanjutnya dikarakterisasi menggunakan SEM di Pusat Laboratorium Forensik Sentul. Karbon aktif yang telah dikarakterisasi kemudian diaplikasikan sebagai adsorben dalam penyerapan logam besi (Fe) pada air gambut. Proses adsorpsi dilakukan pada sampel air yang mengandung kadar logam besi tertinggi. Sampel air gambut sebanyak 125 ml ditambahkan karbon aktif sebanyak 50 g untuk setiap variasi konsentrasi. Setelah itu, dilakukan pencampuran dengan variasi pengadukan yaitu secara manual dan menggunakan *magnetic stirrer* selama 15 menit. Kemudian dibiarkan selama 24 jam. Setelah itu, sampel air disaring dan diukur kembali kadar logam besinya menggunakan AAS. Selain itu, dilakukan pula adsorpsi dengan *magnetic stirrer* selama 15 menit dan didiamkan selama 48 dan 72 jam. Kemudian sampel air disaring dan diukur kembali kadar logam besinya menggunakan AAS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

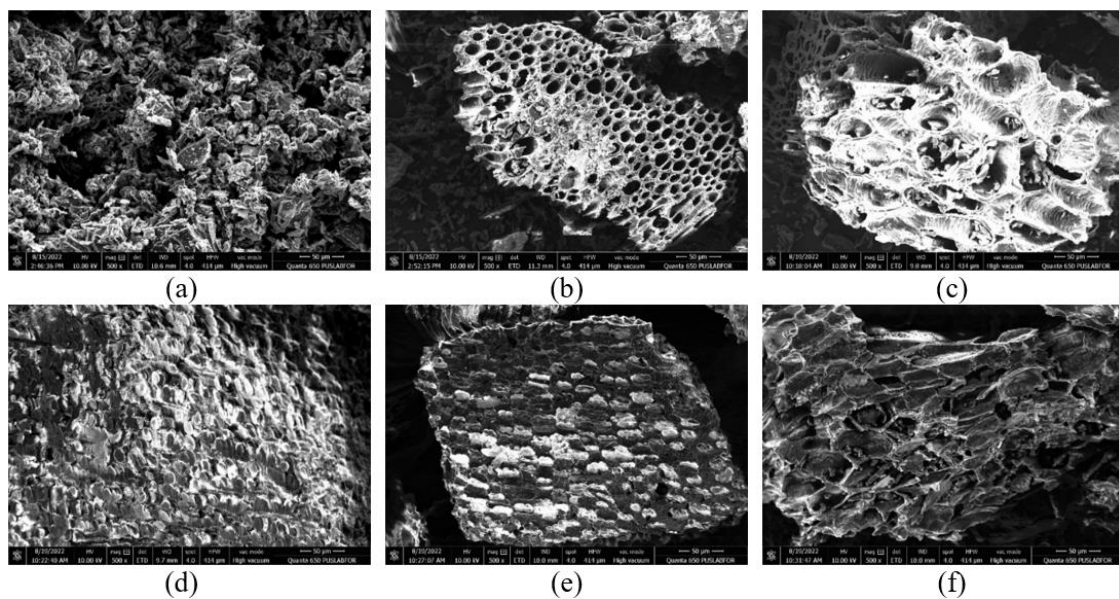
Karbonisasi Tongkol Jagung

Hasil karbonisasi menunjukkan tongkol jagung berubah warna menjadi hitam kecokelatan, tidak berbau, lebih ringan, dan berukuran lebih kecil dari sebelum dikarbonisasi. Pada proses karbonisasi, tongkol jagung juga mengalami penyusutan massa yang awalnya 2.595 g menjadi 623 g sehingga diperoleh hasil penyusutan karbon sebesar 76%. Penyusutan ini terjadi karena pada tahap karbonisasi terjadi pelepasan unsur non karbon dan dekomposisi bahan dasar. Pada tahap awal, tongkol jagung yang mengandung unsur selulosa (C₆H₁₀O₅)_n akan membentuk unsur karbon dan melepaskan unsur oksigen dan hidrogen dalam bentuk gas berupa karbon monoksida (CO) dan karbon dioksida (CO₂) (Bahtiar dkk., 2015). Semakin tinggi temperatur dan lama waktu pada proses karbonisasi maka hasil karbon akan semakin kecil, tetapi gas dan cairan yang dihasilkan semakin meningkat. Hal ini terjadi karena zat yang terurai semakin banyak (Wahyuni dkk., 2022).

Proses aktivasi pada karbon dilakukan untuk memperbesar ukuran pori-pori karbon, meningkatkan luas permukaan dan daya adsorpsi. Hasil persentase pengurangan massa karbon aktif setelah di aktivasi sebesar 19,74%. Hal ini terjadi karena saat proses aktivasi, karbon aktif dicuci dan disaring berulang sehingga menyebabkan adanya partikel-partikel karbon yang menempel pada kertas saring dan gelas beaker pada saat proses pencucian.

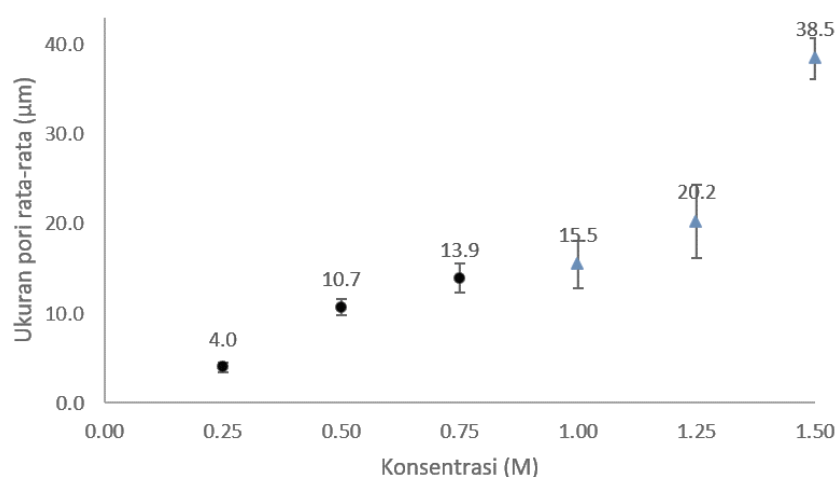
Analisis Hasil Karakterisasi Karbon Aktif Tongkol Jagung

Karbon aktif dikarakterisasi menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM) yang bertujuan untuk mengamati permukaan karbon aktif. Untuk mengamati struktur pori yang terbentuk dan morfologi permukaan pada karbon aktif setiap variasi konsentrasi maka dipilih perbesaran 500 kali. Morfologi permukaan karbon aktif hasil SEM pada setiap konsentrasi ditunjukkan pada Gambar 1. Setiap variasi konsentrasi aktivator menunjukkan bentuk dan ukuran pori yang berbeda. Hal ini menunjukkan bahwa aktivator memiliki pengaruh terhadap pori-pori karbon aktif.



Gambar 1. Citra karbon aktif dengan SEM (a) 0,25M; (b) 0,5 M; (c) 0,75 M; (d) 1,0 M; (e) 1,25 M; dan (f) 1,5 M

Analisis ukuran pori-pori karbon aktif menggunakan aplikasi ImageJ berdasarkan citra SEM menunjukkan hasil ukuran rata-rata pori yang terbesar yaitu pada konsentrasi 1,5 M yaitu sebesar $38,5 \pm 2,3 \mu\text{m}$. Sementara itu, hasil ukuran rata-rata pori yang terkecil yaitu pada konsentrasi 0,25 M yaitu sebesar $4,0 \pm 0,5 \mu\text{m}$. Adanya nilai galat 5%–20% menunjukkan bahwa pori yang terbentuk tidak seluruhnya seragam. Selain itu, proses *thresholding* pada ImageJ saat pengukuran pori memberikan pengaruh signifikan jika citra tidak memiliki kontras yang besar (Gambar 1(e) dan (f)). Hal ini dapat teratasi jika posisi sudut pengambilan gambar sampel yang baik akan memudahkan proses *thresholding*, sehingga pori-pori dapat terdeteksi dengan jelas. Namun demikian, secara umum ukuran pori yang terbentuk pada penelitian ini sejalan dengan penelitian Bahtiar, dkk. (2015), yaitu semakin besar konsentrasi aktivator maka ukuran pori semakin besar. Hasil analisis ukuran pori-pori karbon aktif tongkol jagung ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Ukuran pori-pori karbon aktif tongkol jagung berdasarkan citra SEM

Berdasarkan Gambar 1 dan 2, penambahan konsentrasi aktivator HCl dapat memperluas pori-pori. Hal ini disebabkan karena zat asam lebih baik dalam mengikat air sehingga senyawa organik maupun anorganik yang terikat dalam material karbon dapat larut (Erawati & Fernando, 2018). Selain itu, karena bahan dasar yang mengandung lignoselulosa memiliki kadar oksigen yang tinggi sehingga aktivator asam mampu bereaksi dengan gugus fungsi yang mengandung oksigen secara cepat (Esterlita & Herlina, 2015).

Analisis Hasil Adsorpsi Logam Fe oleh Karbon Aktif Tongkol Jagung

Karbon aktif yang telah dikarakterisasi kemudian diaplikasikan sebagai adsorben dalam penyerapan logam Fe pada air gambut. Sampel air gambut diuji dengan *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS) untuk mengetahui kadar logam besi dari sampel air tersebut. Kadar logam besi yang terkandung dalam air gambut sebelum diberi karbon aktif sebesar 5,9 mg/l. Hasil kadar Fe pada air gambut melebihi batas standar air bersih yang ditetapkan oleh PERMENKES No.32 Tahun 2017 yaitu sebesar 1,0 mg/l. Salah satu hal yang menentukan dalam proses adsorpsi adalah pengadukan dan waktu kontak. Data hasil adsorpsi karbon dalam penyerapan logam Fe ditampilkan pada Tabel 1.

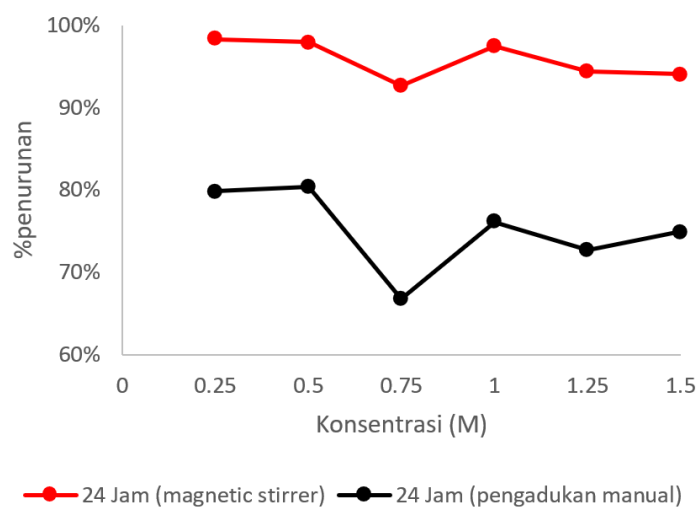
Hasil pengujian adsorpsi logam Fe cenderung menurun pada setiap perlakuan. Tetapi pada perlakuan adsorpsi menggunakan pengadukan manual, kandungan akhir logam Fe tidak memenuhi standar air bersih pada semua konsentrasi. Pada pengujian menggunakan *magnetic stirrer*, kadar logam Fe mengalami penurunan apabila waktu kontak yang diberikan semakin lama hingga mencapai titik kesetimbangan di waktu kontak 48 jam, tetapi kadar logam Fe kembali meningkat saat waktu kontak yang diberikan semakin lama. Menurut Wahyuni dkk (2022) kadar besi akan semakin banyak terserap apabila karbon aktif didiamkan lebih lama di dalam air.

Pengaruh Pengadukan terhadap Penurunan Kadar Logam Fe

Proses adsorpsi dilakukan dengan menggunakan *magnetic stirrer* sebagai alat bantu pengadukan dan pengadukan manual pada waktu kontak 24 jam. Hasil uji adsorpsi tersebut menunjukkan penurunan kadar logam besi pada sampel air gambut yang ditunjukkan pada Gambar 3.

Tabel 1. Adsorpsi logam Fe pada tiap waktu kontak dan konsentrasi

Waktu Kontak	Konsentrasi (M)	Kandungan Akhir (mg/l)	% Penurunan Kadar
24 Jam (pengadukan manual)	0,25	1,19	79,83%
	0,50	1,16	80,34%
	0,75	1,96	66,78%
	1,00	1,41	76,10%
	1,25	1,61	72,71%
	1,50	1,48	74,92%
24 Jam (<i>magnetic stirrer</i>)	0,25	0,10	98,31%
	0,50	0,12	97,97%
	0,75	0,43	92,71%
	1,00	0,15	97,46%
	1,25	0,33	94,41%
	1,50	0,35	94,07%
48 Jam (<i>magnetic stirrer</i>)	0,25	0,02	99,66%
	0,50	0,13	97,80%
	0,75	0,33	94,41%
	1,00	0,08	98,64%
	1,25	0,14	97,63%
	1,50	0,17	97,12%
72 Jam (<i>magnetic stirrer</i>)	0,25	0,21	96,44%
	0,50	0,22	96,27%
	0,75	0,36	93,90%
	1,00	0,33	94,41%
	1,25	0,43	92,71%
	1,50	0,55	90,68%

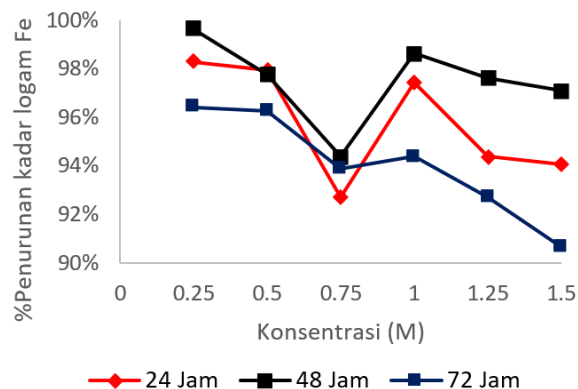
Gambar 3. Perbandingan persentase adsorpsi Fe menggunakan *magnetic stirrer* dan pengadukan manual pada waktu kontak 24 jam

Gambar 3 menunjukkan bahwa terjadi penurunan kadar logam besi yang telah diadsorpsi selama 24 jam. Penurunan kadar logam besi setelah proses adsorpsi yang diaduk menggunakan *magnetic stirrer* pada setiap konsentrasi sudah memenuhi persyaratan kadar air bersih. Konsentrasi optimum yang menyerap logam Fe pada waktu kontak 24 jam menggunakan *magnetic stirrer* yaitu 0,25 M dengan penurunan kadar Fe dari 5,9 mg/l menjadi 0,1 mg/l dengan efektivitas adsorpsi 98,31%. Sementara itu, penurunan kadar Fe terendah terjadi pada waktu kontak 24 jam terjadi pada konsentrasi 0,75 M yaitu sebesar 5,9 mg/l menjadi 0,43 mg/l dengan efektivitas adsorpsi 92,71%.

Pengujian dengan waktu kontak 24 jam juga dilakukan proses adsorpsi Fe tanpa *magnetic stirrer* (manual). Hal ini dilakukan untuk membandingkan hasil efektivitas penyerapan menggunakan pengadukan dengan *magnetic stirrer* dan tanpa *magnetic stirrer*. Konsentrasi 0,25 M menghasilkan efektivitas penyerapan hanya 79,83% dan pada konsentrasi 0,75 M menghasilkan efektivitas penyerapan sebesar 66,78%. Pengadukan menggunakan *magnetic stirrer* lebih efektif digunakan pada saat proses adsorpsi. Menurut Novita dkk (2021), pengadukan berperan penting dalam proses optimalisasi adsorpsi karena semakin besar kecepatan pengadukan maka secara keseluruhan kecepatan adsorpsi akan menjadi lebih cepat sehingga lapisan film yang terbentuk semakin tipis dan diperoleh konstanta adsorpsi yang besar.

Pengaruh Waktu Kontak terhadap Penurunan Kadar Logam Fe

Proses adsorpsi karbon aktif tongkol jagung dilakukan dengan waktu kontak 24 jam, 48 jam, dan 72 jam menggunakan *magnetic stirrer* untuk mengetahui waktu kontak optimum. Hasil adsorpsi tersebut menunjukkan penurunan kadar logam besi pada sampel air gambut yang ditunjukkan pada Gambar 4.

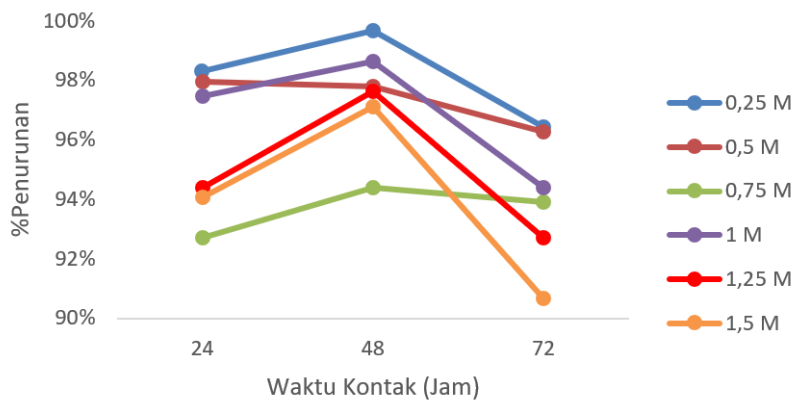


Gambar 4. Persentase adsorpsi Fe terhadap waktu kontak 24 jam, 48 jam, dan 72 jam

Gambar 4 menunjukkan terjadi penurunan kadar logam besi yang telah diadsorpsi selama 24 jam, 48 jam, dan 72 jam pada setiap konsentrasi. Penurunan kadar logam besi pada setiap konsentrasi juga sudah memenuhi persyaratan kadar air bersih. Konsentrasi optimum yang menyerap logam Fe pada waktu kontak 48 jam yaitu 0,25 M dengan penurunan kadar Fe dari 5,9 mg/l menjadi 0,02 mg/l dengan efektivitas adsorpsi 99,66%. Sedangkan penurunan kadar Fe terendah pada waktu kontak 72 jam terjadi pada konsentrasi 1,5 M yaitu sebesar 5,9 mg/l menjadi 0,55 mg/l dengan efektivitas adsorpsi 90,68%. Penelitian yang telah dilakukan oleh Wahyuni dkk (2022), menunjukkan hasil efektivitas terbaik penyerapan logam Fe dengan waktu kontak 48 jam menggunakan karbon aktif dari bambu buluh sebesar 73,03%. Hal ini berarti karbon aktif tongkol jagung yang dihasilkan pada

penelitian ini sudah memiliki tingkat penyerapan yang tinggi untuk penyerapan logam Fe pada waktu kontak 48 jam dengan efektivitas adsorpsi 99,66%.

Konsentrasi 0,75 M pada Gambar 3 dan Gambar 4 memiliki efektivitas terendah dalam penyerapan logam Fe, masing-masing dengan 66,8% dan 92,7%. Hal ini dimungkinkan terjadi akibat struktur dinding pori yang dihasilkan cenderung tidak kokoh, tidak beraturan, dan rusak, seperti yang ditampilkan pada Gambar 2. Pori-pori pada karbon aktif menjadi salah satu faktor penting dalam proses adsorpsi dikarenakan adsorbat harus masuk dan menempel ke dalam pori adsorben. Struktur pori-pori yang tidak kuat menyebabkan adsorbat yang menempel juga akan mudah lepas. Namun demikian, menggunakan konsentrasi 0,75 M untuk aktivasi masih terbilang cukup efektif dalam menyerap logam Fe baik pada waktu kontak 24, 48 dan 72 jam, dengan efektivitas lebih dari 90%.



Gambar 5. Efektivitas setiap variasi konsentrasi pada waktu kontak 24 jam, 48 jam, dan 72 jam

Waktu kontak pada proses adsorpsi karbon aktif tongkol jagung dan air gambut mempengaruhi efektivitas dalam penyerapan logam Fe. Perbedaan efektivitas adsorpsi karbon aktif berdasarkan waktu kontak dapat dilihat pada Gambar 5. Proses adsorpsi memerlukan waktu agar adsorben dan adsorbat saling bertumbukan atau berinteraksi. Proses adsorpsi pada karbon aktif terjadi karena adanya gaya Van der Waals. Susunan atom pada permukaan karbon aktif memiliki gaya yang tidak seimbang dibanding dengan zat padat umumnya (Anggriani dkk., 2021). Ketidakseimbangan ini membuat molekul lain akan berusaha masuk untuk memenuhi permukaan karbon aktif. Ion logam (adsorbat) akan membentuk sebuah lapisan tunggal (*monolayer*) pada permukaan karbon aktif dan berdifusi menuju pori-pori karbon karena adanya perbedaan konsentrasi adsorbat dengan pori-pori karbon (Hajrah dkk., 2019). Pada saat ion logam menempel pada permukaan karbon aktif maka akan terjadi ikatan dipol-dipol induksi. Ikatan ini adalah ikatan yang terjadi antara molekul non-polar (karbon aktif) dan molekul polar (air).

Gambar 5 menunjukkan bahwa penyerapan logam Fe berlangsung cepat pada waktu 24 jam dikarenakan pori-pori pada permukaan adsorben masih aktif dan belum terisi oleh partikel logam Fe. Jumlah partikel logam Fe yang terserap semakin banyak seiring bertambahnya waktu kontak sehingga waktu kontak 48 jam memiliki efektivitas penyerapan lebih baik dibandingkan dengan waktu kontak 24 jam. Pada waktu kontak 72 jam, karbon aktif sudah melewati titik kesetimbangan dalam menyerap partikel logam Fe dikarenakan pori-pori sudah terisi penuh dan melepaskan partikel logam Fe yang sudah terserap sehingga efektivitas penyerapan menurun. Hal ini bersesuaian dengan penelitian Zian dkk., (2016) yaitu terlalu lamanya waktu kontak dapat menyebabkan karbon aktif menjadi jenuh dan partikel logam Fe yang terserap menjadi terdesorpsi. Berdasarkan hasil uji waktu kontak tersebut, waktu kontak 48 jam merupakan waktu kontak yang terbaik dalam proses adsorpsi.

SIMPULAN

Penyerapan yang optimum untuk menyerap logam besi pada proses adsorpsi yaitu pada konsentrasi 0,25 M dengan waktu kontak selama 48 jam. Efektivitas penurunan kadar besi yang dihasilkan sebesar 99,66%. Sedangkan penyerapan terendah dalam menyerap logam besi yaitu pada konsentrasi 1,5 M dengan waktu kontak selama 72 jam. Efektivitas penurunan kadar besi yang dihasilkan sebesar 90,68%.

REFERENSI

- A'idah, E., Destiarti, L., & Indiwati, N. (2018). Penentuan Karakteristik Air Gambut di Kota Pontianak dan Kabupaten Kuburaya. *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 7(3), 91–96.
- Agustina, S., & Fitriana, A. (2018). Proses Peningkatan Luas Permukaan Karbon Aktif Tongkol Jagung. *Prosiding Seminar Rekayasa Teknologi*, 440–446.
- Alfiany, H., & Bahri, S. (2013). Kajian Penggunaan Arang Aktif Tongkol Jagung sebagai Adsorben Logam Pb dengan Beberapa Aktivator Asam. *Jurnal Natural Science*, 2(3), 75–86.
- Alpandari, H., Prakoso, T., & Astuti, A. (2022). Pemanfaatan Isolat Bakteri Tongkol Jagung Sebagai Bioaktivator Alami dalam Pengomposan Tongkol Jagung (*Zea mays*) Utilization of Corn Cob Bacteria Isolates as Natural Bioactivators in Composting Corn Cobs (*Zea mays*). *Muria Jurnal Agroteknologi*, 1(1), 1–7.
- Bahtiar, A., Faryuni, I. D., & Jumarang, M. I. (2015). Adsorpsi Logam Fe menggunakan Adsorben Karbon Kulit Durian Teraktivasi Larutan Kalium Hidroksid. *Prisma Fisika*, 3, 5–8.
- Christica, I., & Julia, R. (2018). Activated Carbon Utilization from Corn Cob (*Zea Mays*) as A Heavy Metal Adsorbent in Industrial Waste. *Asian Journal of Pharmaceutical Research and Development*, 6(5), 1–4.
- Erawati, E., & Fernando, A. (2018). Pengaruh Jenis Aktivator dan Ukuran Karbon Aktif Terhadap Pembuatan Adsorbent dari Serbuk Gergaji Kayu Sengon (*Paraserianthes Falcataria*). *Jurnal Integrasi Proses*, 7(2), 58.
- Ernest, E., Onyeka, E., Aburu, C. M., Aniobi, C. C., & Ndubuisi, J. O. (2019). Adsorption Efficiency of Activated Carbon Produced from Corn Cob for the Removal of Cadmium Ions from Aqueous Solution. *Academic Journal of Chemistry*, 44, 12–20.
- Esterlita, M. O., & Herlina, N. (2015). Pengaruh penambahan aktivator $ZnCl_2$, KOH, dan H_3PO_4 dalam Pembuatan Karbon Aktif dari Pelepah Aren (*Arenga Pinnata*). *Jurnal Teknik Kimia USU*, 4(1), 47–52.
- Hajrah, H., Ruslan, R., & Prismawiryanti, P. (2019). Pemanfaatan Karbon Aktif Biji Kelor (*Moringa Oleifera*) sebagai Penyerap Logam Timbal dalam Oli Bekas. *KOVALEN: Jurnal Riset Kimia*, 4(3), 297–303.
- Meila Anggriani, U., Hasan, A., & Purnamasari, I. (2021). Kinetika Adsorpsi Karbon Aktif dalam Penurunan Konsentrasi Logam Tembaga (Cu) dan Timbal (Pb). *Jurnal Kinetika*, 12(02), 29–37.
- Meilianti, M. (2020). Pembuatan Karbon Aktif dari Arang Tongkol Jagung dengan Variasi Konsentrasi Aktivator Natrium Karbonat (Na_2CO_3). *Jurnal Distilasi*, 5(1), 14.
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua, dan Pemandian Umum, (2017).
- Novita, E., Aeni, S. N., & Pradana, H. A. (2021). Perlakuan Waktu dan Kecepatan Pengadukan Terhadap Efisiensi Adsorpsi Air Limbah Pengolahan Kopi. *Jurnal Keteknik Pertanian*, 9(2), 41–48.

- Wahyuni, D., Nurhanisa, M., Bahtiar, A., & Rutdiyanti, R. (2022). Optimasi Sintesis Karbon Aktif dari Bambu Buluh (*Schizostachyum brachycladum*) dengan Variasi Suhu Karbonisasi untuk Penyerapan Besi pada Air Sumur Gambut. *Jurnal Fisika Unand*, 11(3), 292–298.
- Wijayanti, A., Susatyo, E. B., & Kurniawan, C. (2018). Adsorpsi Logam Cr(VI) Dan Cu(II) pada Tanah dan Pengaruh Penambahan Pupuk Organik. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 7(3), 242–248.
- Zian, Ulfin, I., & Harmami. (2016). Pengaruh Waktu Kontak pada Adsorpsi Remazol Violet 5R Menggunakan Adsorben Nata de Coco. *Jurnal Sains dan Seni*, 5(2), 107–110.