

## Efektivitas bioadsorben karbon aktif tongkol jagung untuk penurunan kadar besi dan bromat pada air mineral

Riza Alfiyatun dan Susila Kristianingrum

Universitas Negeri Yogyakarta, Indonesia

Email: susila.k@uny.ac.id

**Abstrak:** Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik karbon aktif tongkol jagung berdasarkan SNI 06-3730-1995, pengaruh variasi massa bioadsorben karbon aktif tongkol jagung terhadap penurunan kadar besi dan bromat, pengaruh variasi laju alir dalam efisiensi adsorpsi bioadsorben, dan menentukan efisiensi penurunan ( $E_p$ ) kadar besi dan bromat pada air minum dalam kemasan (AMDK). Metode adsorpsi besi dan bromat dilakukan secara kontinyu dengan menggunakan kolom. AMDK (sampel) dialirkan secara gravitasi dari atas ke bawah melalui kolom yang telah diisi bioadsorben tongkol jagung. Karbon aktif tongkol jagung diaktivasi dengan HCl 5% untuk memperbesar pori-pori karbon sehingga dapat menyerap ion logam dengan maksimal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa karakteristik karbon aktif tongkol jagung sesuai dengan SNI 06-3730-1995 dengan kadar air 3,62%; abu 0,94%; zat menguap 5,9%; dan karbon aktif murni 89,8%. Variasi massa bioadsorben tongkol jagung optimum terjadi pada massa 1,3 gram dengan penurunan kadar besi optimal dari kadar 5 menjadi 0,0155 mg/L dan bromat awal 0,08373 menjadi 0,0015 mg/L dan dinyatakan sesuai dengan SNI 3553-2015. Metode kolom (kontinyu) efektif untuk menurunkan kadar besi dan bromat pada AMDK hingga mencapai efisiensi adsorpsi sebesar 99,69% pada ion besi dan 97,611% pada bromat dengan laju lair 0,2 mL/menit dan waktu kontak 120 menit.

**Kata kunci:** *bioadsorben, efisiensi adsorpsi, kolom, tongkol jagung*

## Effectiveness of corn cob activated carbon bioadsorbent for decreasing iron and bromate levels in mineral water

**Abstract:** The aim of this research is to determine the characteristics of corn cob activated carbon based on SNI 06-3730-1995, the effect of variations in the mass of corn cob activated carbon bioadsorbent on reducing iron and bromate levels, the influence of the flow rate variations on adsorption efficiency of adsorbents, and determining the efficiency of reducing ( $E_p$ ) iron and bromate levels in mineral water. The iron and bromate adsorption method is carried out continuously using a column. Mineral water (sample) flows by gravity from top to bottom through a column filled with corncob bioadsorbent. Corncob activated carbon is activated with 5% HCl to enlarge the carbon pores so that it can absorb metal ions optimally. The results of the research show that the characteristics of corncob activated carbon are in accordance with SNI 06-3730-1995 with a water content of 3.62%, ash 0.94%, volatile matter 5.9%, and pure activated carbon 89.8%. The optimum corncob bioadsorbent mass variation occurred at a mass of 1.3 grams with a decrease in the optimal iron content from 5 to 0.0155 mg/L and initial bromate from 0.08373 to 0.0015 mg/L and was declared appropriate with SNI 3553-2015. The column method (continuous) is effective for reducing iron and bromate levels in mineral water to reach an adsorption efficiency of 99.69% for iron ions and 97.611% for bromate with a flow rate of 0.2 mL/minute and a contact time of 120 minutes.

**Keywords:** *bioadsorbent, adsorption efficiency, column, corncob*

---

How to Cite (APA 7<sup>th</sup> Style): Alfiyatun, R., & Kristianingrum, S. (2025). Efektivitas bioadsorben karbon aktif tongkol jagung untuk penurunan kadar besi dan bromat pada air mineral. *Jurnal Penelitian Saintek*, 30(1), 1-9. <https://doi.org/10.21831/jps.v30i1.78144>.

---

## **PENDAHULUAN**

Air bersih dan sanitasi merupakan kebutuhan dasar manusia sebagaimana tertuang dalam SDGs poin 6 yang memiliki harapan global tahun 2030 dengan target salah satunya yaitu meningkatkan kualitas air (BAPENAS, 2021). Namun saat ini masyarakat digemparkan dengan informasi hampir 70% sumber air di Indonesia tercemar tinja, logam berat, dan mikro plastik (UNICEF, 2022). Persentase berasal dari 20.000 sampel sumber air minum, baik domestik maupun air mineral (AMDK) yang diujicobakan pada laboratorium mengindikasikan adanya cemaran.

Konsumsi air mineral di Indonesia beberapa tahun terakhir ini mengalami peningkatan. Dapat dilihat dari data BPS (2020) yang menunjukkan konsumsi air mineral 2020 sebesar 54,11% dari jumlah penduduk di Indonesia dan diperkirakan pada tahun 2026 bahwa 80% penduduk Indonesia memanfaatkan air mineral sebagai sumber air minum. Meningkatnya konsumsi air mineral berbanding lurus dengan adanya kasus keracunan, salah satunya 38 santri pondok pesantren di Cileungsi, Bogor mengalami keracunan setelah meminum AMDK dengan indikasi berbau kaporit. AMDK harus memenuhi Standar Nasional Indonesia (3553:2015) untuk standar kualitas AMDK, serta peraturan yang ditetapkan oleh BPOM Republik Indonesia yaitu standar fisik, kimia dan mikrobiologi.

Banyaknya air mineral yang menyalahi izin edar dipicu karena belum memenuhi standar baku mutu air mineral salah satunya yaitu kadar besi dan bromat. Adanya kandungan besi dan bromat yang berlebih pada air mineral dapat menyebabkan penyakit kanker, infeksi lambung, gangguan pencernaan, dan rambut rontok (Peraturan Menteri, 2017). Besi dinyatakan aman apabila kadarnya dalam air mineral kurang dari 0,1 mg/L dan bromat dinyatakan aman apabila kadar tidak lebih dari 0,01 mg/L. Adanya kandungan besi berlebih disebabkan karena adanya mikroba, kadar pH yang rendah dan air yang tercampur gas CO<sub>2</sub> (Atasoy et al., 2024). Dalam proses *water treatment* dalam produksi air mineral yaitu mengalami tiga tahapan untuk pemurnian air mineral dengan tahapan ozonisasi, sinar ultraviolet (UV) dan membrane filter (Al-Mudhaf et al., 2011). Dalam tahapan ozonisasi dengan tujuan untuk membunuh mikroba dalam air tanah (sumber air), namun ternyata berpengaruh dengan adanya kadar bromat yang berlebih apabila kadar ozon terlalu tinggi sehingga menimbulkan bau dan rasa yang kurang sesuai. Ozon bersifat oksidator yang bisa mereduksi mineral, senyawa bromide mengandung brom (Br) yang bermuatan negatif. Jadi, ketika tahapan ozonisasi, brom yang bermuatan negatif dapat bereaksi dengan ozon atau O<sub>3</sub> dan membentuk bromat (BrO<sub>3</sub><sup>-</sup>).

Teknologi yang berfungsi dalam menurunkan kadar besi dan bromat dalam air yaitu filtrasi membran, adsorpsi, pertukaran ion, dan pengendapan (Kristianingrum et al., 2020). Metode adsorpsi merupakan metode yang paling sesuai dibandingkan dengan metode yang lainnya. Kelebihan menggunakan metode adsorpsi yaitu mudah, cepat, ekonomis, efektif, (Fillaeli et al., 2019). Menurut Sulistyani et al. (2019) dalam penelitiannya menjelaskan bahwa adsorpsi merupakan proses terjadinya penyerapan suatu bahan yang membuat air menjadi jernih karena zat-zat yang ada di dalamnya terikat oleh adsorben. Adsorpsi biasanya menggunakan bahan penyerap karbon aktif. Kandungan logam berat pada air seperti besi dan

bromate dapat dikurangi dengan proses adsorpsi yang memanfaatkan karbon aktif (Safitri & Kristianingrum, 2021).

Tongkol jagung dapat digunakan sebagai karbon aktif, karena mengandung selulosa (Antika et al., 2019). Tongkol jagung merupakan salah satu bahan yang cukup potensial untuk dikembangkan karena sumber bahan bakunya yang melimpah (Safitri & Kristianingrum, 2021). Tongkol jagung mengandung lignin (6%), selulosa (41%), dan hemiselulosa (36%). Berdasarkan kadar tersebut, tongkol jagung berpotensi sebagai bahan baku karbon aktif (Meilianti, 2020).

Adsorpsi yang akan digunakan yaitu dengan sistem kontinyu karena sistem kontinyu lebih menguntungkan dan lebih efisien jika digunakan pada skala besar dibandingkan dengan sistem batch. Dilakukan aktivasi secara kimia dengan HCl 5% dengan tujuan untuk menambah atau memperluas volume pori dan memperlebar diameter pori yang terbentuk selama karbonisasi.

## **METODE**

Dehidrasi tongkol jagung dilakukan dengan tongkol jagung dipotong menjadi potongan kecil, lalu dicuci dengan aquades. Dikeringkan pada suhu 100°C selama 2 jam. Tongkol jagung sebanyak 1000 gram dikarbonasi dengan memasukkan kedalam furnace pada suhu 700°C selama 2 jam. Dihancurkan menggunakan mortar dan alu, kemudian diayak dengan ayakan 60 mesh.

Secara kimia arang tongkol jagung ditimbang sebanyak 100 gram dicuci dengan akuades dan dicuci dengan aktivator HCl 5% menggunakan magnetic stirrer selama 30 menit dan direndam dalam larutan HCl 5% dengan perbandingan massa arang dan volume larutan 30 g : 100 mL serta lama waktu perendaman selama 24 jam. Arang tongkol jagung disaring dengan menggunakan kertas saring kemudian dikeringkan dengan oven pada suhu 105°C selama 4 jam.

Untuk mengetahui jumlah air yang terkandung di dalam karbon aktif dan mengetahui sifat higroskopis karbon aktif dilakukan analisis kadar air. Botol timbang dipanaskan pada oven suhu 105°C selama 30 menit dan ditimbang sampai memperoleh bobot konstan. Karbon aktif tongkol jagung ditimbang sebanyak 2 gram dan dimasukkan dalam botol timbang. Dipanaskan dalam oven suhu 105°C selama 3 jam dan Karbon aktif didinginkan pada eksikator dan ditimbang sampai memperoleh bobot konstan.

Untuk mengetahui sisa mineral yang tersisa ketika sampel dibakar dilakukan analisis kadar abu. Cawan porselin dipanaskan pada suhu 105°C selama 30 menit dan Didinginkan dalam eksikator dan ditimbang sampai bobot konstan. Karbon aktif ditimbang sebanyak 2 gram dan dimasukkan dalam cawan porselin. Mengarangkan didalam tanur pada suhu 600°C sampai pengabuan sempurna. Karbon aktif yang sudah dibakar didinginkan dalam eksikator dan dilakukan penimbangan sampai bobot konstan.

Analisis kadar zat menguap dilakukan untuk menentukan kemungkinan adanya zat organik volatil dalam karbon aktif. Cawan porselin dipanaskan pada suhu 105°C selama 30 menit. Didinginkan dalam eksikator dan ditimbang sampai bobot konstan. Karbon aktif ditimbang sebanyak 2 gram dan dimasukkan dalam cawan porselin. Mengarangkan didalam tanur pada suhu 900°C selama 15 menit dalam keadaan cawan tertutup. Karbon aktif yang sudah dibakar didinginkan dalam eksikator dan dilakukan penimbangan sampai bobot konstan.

Penentuan massa karbon aktif tongkol jagung optimum adsorpsi logam besi dan bromat dilakukan dengan membersihkan kolom menggunakan air mengalir hingga bersih dari zat pengotor. Sebanyak 0,5 gram glasswool ditimbang dan dicuci menggunakan aquades. Glaswool dimasukkan kedalam kolom. Alirkan aquades pada kolom agar tidak ada udara yang terjebak

di dalam kolom. Bak penampung titran diisi dengan larutan sampel air mineral sebanyak 25 mL. Pengoperasian kolom dilakukan dengan sebanyak 0,3 g arang aktif yang telah disintesis dimasukkan ke dalam kolom yang sudah diisi glasswool pada bagian dasar. Sampel air mineral dialirkan dengan gravitasi dari atas ke bawah secara kontinyu dari bak penampung dengan dimasukkan ke dalam kolom dengan laju alir 0,2 mL/menit. Filtrat yang didapatkan ditampung ke dalam botol sampel. Analisis diulangi kembali dengan variasi massa karbon aktif sebesar 0,3; 0,5; 0,7; 0,9; 1,3; dan 1,5 gram. Filtrat hasil adsorpsi logam besi dan bromat dianalisis secara berturut-turut menggunakan Spektrofotometer *UV Visible*.

Pengukuran kadar besi dilakukan dengan memasukkan 2 mL sampel dalam labu ukur 50 mL. Larutan hidrosilamin sebanyak 1 mL ditambahkan dan dihomogenkan. Ditambahkan 2 mL larutan ortofenantrolin 0,3%. Larutan Natrium asetat 1 M diteteskan sedikit demi sedikit hingga diperoleh pH 5,0. Ditambahkan aquades sampai tanda batas. Ukur absorbansi pada panjang gelombang maksimum yaitu 500 nm.

Pengukuran kadar bromat pada sampel. Larutan standar dipipet sebanyak 0,1 mL dan diencerkan dengan H<sub>2</sub>O sampai 100 mL. Pipet larutan standar induk sebanyak 1; 1,5; 2; 3; dan 4 mL diencerkan dengan H<sub>2</sub>O sampai 100 mL, homogenkan. Larutan deret ditunggu selama 10 menit. Semua larutan deret dipipet sebanyak 20 ml dan dimasukkan ke falcon lalu ditambah 1 mL MB dan 1,5 mL HCl 37%. Ditunggu 10 menit. Membuat kurva dengan menggunakan spektrometer dengan panjang gelombang 665 nm. Pembacaan standar dan didapatkan kurva spektrum dan R harus berada pada range > 0,995. Pembacaan control dan sampel dengan konsentrasi ppb dan dilakukan konversi menjadi ppm.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Kualitas karbon aktif ditentukan oleh jenis bahan baku, teknologi pengolahan, cara pengolahan, dan ketepatan penggunaan. Indonesia telah mengadopsi baku mutu karbon aktif berdasarkan SNI 06-3730-1995. Hasil percobaan analisis kadar air, abu, zat menguap, kadar karbon tetap, dan bilangan iodin pada karbon aktif tongkol jagung disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1  
*Hasil uji karakterisasi karbon aktif tongkol jagung*

Uji Karakterisasi	Standar SNI 06-3730-1995	Hasil Uji*	Keterangan
Kadar air	Maksimal 4,4%	3,62%	Sesuai
Kadar abu	Maksimal 2,5%	0,94%	Sesuai
Kadar zat menguap	Maksimal 15%	5,9%	Sesuai
Kadar karbon murni	Maksimal 80%	89,8%	Sesuai

Tabel 1 menunjukkan bahwa kadar air untuk tiga kali pengujian pada karbon aktif tongkol jagung yang diaktivasi dengan HCl 5% didapatkan sebesar 3,9; 3,36; dan 3,61%. Rata-rata penurunan kadar air dengan aktivator HCl 5% sebesar 3,62%. Nilai kadar air dari karbon aktif yang telah teraktivasi menunjukkan sesuai kualitas karbon aktif menurut SNI 06-3730-95 yaitu maksimal sebesar 4,5%. Kadar air karbon aktif dari tongkol jagung yang dihasilkan telah memenuhi syarat mutu karbon aktif dengan nilai kadar air yang jauh dibawah batas maksimal kadar air yang ditentukan. Semakin rendah kadar air menunjukkan sedikitnya air yang tertinggal dan menutupi pori karbon aktif.

Kandungan air karbon aktif dipengaruhi oleh konsentrasi HCl. Adanya air pada pori-pori karbon aktif menunjukkan bahwa air tidak sepenuhnya menguap dan hilang dalam pori-pori. Air dalam karbon aktif terikat oleh zat aktivator HCl dalam pori-pori karbon aktif. Hal ini terjadi karena HCl serta karbon aktif yang bersifat higroskopis.

Berdasarkan (tabel 1) menunjukkan bahwa kadar abu pada karbon aktif tongkol jagung yang diaktivasi dengan HCl 5% dihasilkan sebesar 0,91; 0,97; dan 0,95%. Rata-rata penurunan kadar abu dengan aktivator HCl 5% sebesar 0,94%. Hal ini menunjukkan bahwa oksida logam yang masih terdapat dalam karbon aktif dalam jumlah yang kecil, disebabkan karena adanya aktivator asam yang dapat melarutkan oksida-oksida logam (Chang, 2005). Selama proses aktivasi, pengotor ini larut ke dalam aktivator dan meningkatkan luas permukaan pori melalui pembentukan pori baru. Hal ini mengakibatkan semakin besar luas permukaan dari karbon aktif semakin baik kualitas dari karbon aktif tersebut.

Dari (tabel 1) menunjukkan bahwa kadar zat mudah menguap untuk tiga kali percobaan yaitu 5,8; 6,02 dan 5,9%. Rata-rata penurunan kadar zat mudah menguap dengan aktivator HCl 5% yaitu 5,9%, hal ini didapatkan kadar zat mudah menguap sesuai dengan standar yang digunakan yaitu (SNI) 06-3730-1995 yang menyatakan maksimal kadar zat mudah menguap pada karbon aktif yaitu maksimum 15%. Hal ini disebabkan karena banyaknya senyawa yang sudah menguap pada proses karbonisasi dan aktivasi.

Kadar zat mudah menguap dari arang yang setelah aktivasi menunjukkan persentase yang kecil, hal ini menunjukkan bahwa HCl yang digunakan pada saat proses aktivasi pada arang meresap, melapisi dan melindungi arang tongkol jagung. Kadar zat mudah menguap pada arang tongkol jagung tergolong rendah karena disebabkan pada saat proses aktivasi, zat mudah menguap yang menutupi pori permukaan arang aktif menguap ketika diberi suhu tinggi. Terjadi pelepasan senyawa yang terjebak pada pori permukaan karbon aktif seperti CO<sub>2</sub>, CO, CH<sub>4</sub>, dan H<sub>2</sub> dapat berlangsung sempurna.

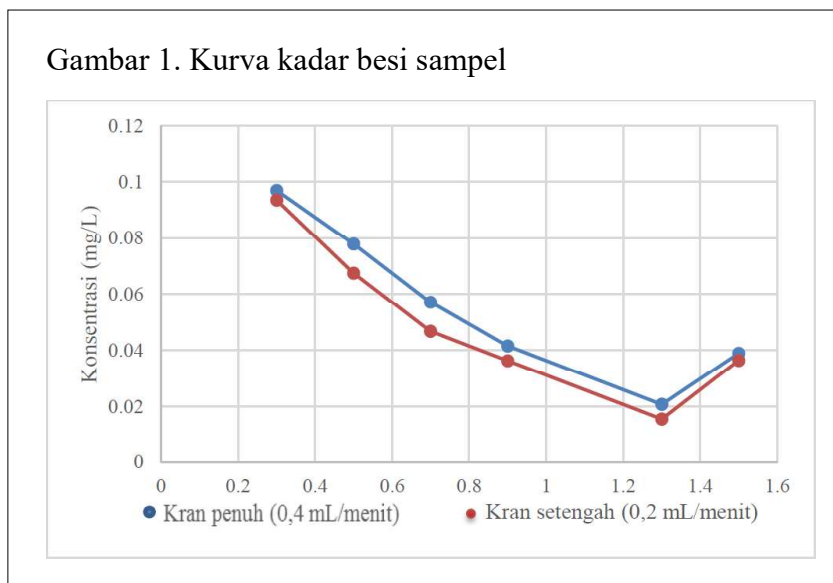
Tabel 1 menunjukkan bahwa kadar karbon terikat untuk tiga percobaan yaitu 90,19; 89,65; dan 89,55%. Rata-rata kadar karbon terikat pada arang tongkol jagung yaitu 89,8%, hal ini menunjukkan bahwa nilai kadar karbon murni dalam arang tongkol jagung relatif tinggi. Kadar karbon murni yang tinggi disebabkan karena karbon yang ada pada tongkol jagung tidak terlepas bersama dengan kadar air, kadar abu, dan kadar zat mudah menguap selama proses karbonisasi dan aktivasi. Kadar karbon yang tinggi juga dipengaruhi oleh kadar air, kadar abu, dan kadar zat mudah menguap yang sesuai. Nilai kadar karbon terikat untuk arang tongkol jagung jauh lebih tinggi dari persentase minimum yang telah ditetapkan sebagai kualitas karbon aktif yaitu sebesar 80 % atau telah memenuhi standar yang telah ditetapkan SNI 06-3730-95.

Tabel 1 menunjukkan bahwa terdapat pengaruh antara konsentrasi dengan bilangan iodin yang didapatkan. Bilangan iodin dari ke tiga percobaan didapatkan hasil yaitu 753 mg/g, hal ini menunjukkan bahwa bilangan iodin pada arang tongkol jagung sesuai dengan SNI SNI 06-3730-1995 dimana hasil bilangan iodin pada arang karbon aktif yaitu minimal 750 mg/g.

Aktivasi dengan HCl 5% cenderung meningkatkan volume pori karbon aktif karena banyak mineral yang diserap dan garam ini bertindak sebagai agen dehidrasi dan membantu menghilangkan endapan hidrokarbon yang dihasilkan pada proses karbonisasi. Sehingga angka iodin juga cenderung bertambah besar dan penambahan bahan-bahan mineral akan melindungi permukaan karbon aktif sehingga bahaya oksidasi karbon menjadi tertekan. Besarnya angka iodin yang didapatkan juga disebabkan karena perbandingan massa karbon yang diaktivasi

dengan volume aktivator yang ditambahkan. Dimana perbandingan antara massa arang tongkol jagung dan volume larutan aktivasi adalah 15 gr : 50 mL (1:3,33).

Gambar 1 menunjukkan bahwa konsentrasi besi yang ada pada air mineral setelah dilakukan adsorpsi mengalami penurunan. Penurunan kadar besi pada air mineral dipengaruhi oleh variasi massa dan variasi kolom yang berkaitan dengan laju alir yaitu kolom dengan terbuka penuh (cepat) dan kolom terbuka setengah (lambat). Pada variasi kolom terbuka penuh yang berkaitan dengan laju alir lambat (0,4 mL/menit) didapatkan hasil bahwa penurunan konsentrasi penurunan besi optimum yaitu 0,0207 mg/L dan pada kran terbuka setengah (0,2 mL/menit) konsentrasi penurunan besi menjadi 0,0155 mg/L telah sesuai dengan SNI 3553-2015 yang menyatakan konsentrasi besi maksimum pada air mineral yaitu 0,1 mg/L.



Konsentrasi bromat pada air mineral setelah adsorpsi dilakukan pengujian dengan spektrofotometer Uv-Vis dan didapatkan hasil bahwa dengan kolom terbuka penuh dengan laju alir cepat (0,4 mL/menit) mengalami penurunan dimana konsentrasi besi awal sebelum adsorpsi yaitu 0,08373 mg/L dan setelah dilakukan adsorpsi dengan kolom terbuka penuh konsentrasi bromat mengalami penurunan maksimum pada variasi massa 1,3 gram dengan konsentrasi 0,00229 mg/L dan kran terbuka setengah (0,2 mL/menit) konsentrasi bromate menjadi 0,0015 mg/L telah sesuai dengan SNI 3553-2015 yang menyatakan konsentrasi bromat maksimum pada air mineral yaitu 0,01 mg/L.

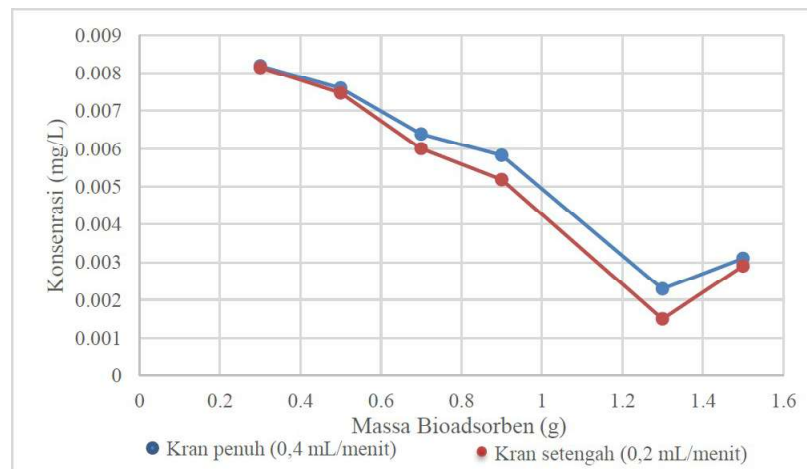
Tabel 2 menunjukkan bahwa massa adsorben yang digunakan berpengaruh terhadap efisiensi adsorpsi besi dan bromat pada air mineral. Efisiensi adsorpsi besi dan bromat semakin meningkat seiring bertambahnya massa adsorben tongkol jagung yang digunakan. Efisiensi adsorpsi kadar besi tertinggi dicapai pada massa 1,3 gram dengan variasi kran terbuka penuh yakni sebesar 99,586%; konsentrasi besi awal 5 mg/L turun menjadi 0,0207 mg/L dan kran terbuka setengah yakni 99,69% dengan konsentrasi besi awal 5 mg/L turun menjadi 0,0155 mg/L. Efisiensi adsorpsi kadar bromat tertinggi dicapai pada massa 1,3 gram dengan variasi kran terbuka penuh yakni sebesar 97,265%; konsentrasi bromat awal 0,08373 mg/L menjadi 0,00229 mg/L dan kran terbuka setengah yakni 97,611% dengan konsentrasi bromat awal

Tabel 2

*Efisiensi dan kapasitas adsorpsi besi pada sampel*

Laju Alir (mL/ menit)	Massa Bioadsorben (g)	Efisiensi Adsorpsi Besi (%)	Kapasitas Adsorpsi Besi (mg/g)	Efisiensi Adsorpsi Bromat (%)	Kapasitas Adsorpsi Bromat (mg/g)
Cepat (0, 40-0,403)	0,3	98,062	0,4085	90,218	0,00629
	0,5	98,442	0,2461	90,923	0,0038
	0,7	98,858	0,1765	92,638	0,00276
	0,9	99,170	0,1377	93,049	0,002164
	1,3	99,586	0,0957	97,265	0,001566
	1,5	99,220	0,0826	96,297	0,00134
Lambat (0,20-0,208)	0,3	98,130	0,4088	90,266	0,006298
	0,5	98,650	0,2466	91,078	0,003813
	0,7	99,066	0,1769	92,834	0,00277
	0,9	99,274	0,1378	93,813	0,002181
	1,3	99,690	0,0958	97,611	0,001571
	1,5	99,270	0,0827	96,530	0,001347

Gambar 2. Kurva kadar bromat sampel



0,08373 mg/L menjadi 0,0015 mg/L. Hal ini menunjukkan bahwa efisiensi optimum pada adsorpsi besi yaitu 99,586 dan 99,69% serta pada adsorpsi besi dengan efisiensi optimum yaitu 97,265 dan 97,611%.

Semakin besar massa adsorben yang digunakan, tingkat efisiensi adsorpsinya juga semakin tinggi. Hal ini dikarenakan dengan meningkatnya massa adsorben maka luas permukaan adsorben lebih banyak tersedia sehingga makin banyak zat yang teradsorpsi. Salah satu faktor yang mempengaruhi hasil adsorpsi adalah massa adsorben. Massa adsorben berpengaruh pada jumlah gugus aktif, sehingga semakin banyak jumlah adsorben karbon aktif maka akan memberikan luas permukaan yang semakin besar untuk mengadsorpsi besi dan bromat pada air.

Pada penelitian ini dinyatakan pada massa 1,3 gram proses adsorpsi besi dan bromat dinyatakan berhenti karena berdasarkan nilai % efisiensi adsorpsi besi dan bromat teradsorpsi telah mendekati kesetimbangan dengan jumlah molekul teradsorpsi yang terikat pada adsorben berkurang. Hal ini dikarenakan jumlah adsorben mempengaruhi proses adsorpsi dan jika permukaan dipenuhi dengan adsorbat, maka kenaikan massa akan menyebabkan adsorben mencapai titik jenuh. Sehingga massa bioadsorben tongkol jagung 1,3 gram ditetapkan sebagai massa optimum.

Pengaruh variasi laju alir dijelaskan sebagai berikut. Waktu kontak yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 120 menit dengan laju alir 0,2 mL/menit (kran terbuka setengah) dan 60 menit dengan laju alir 0,4 mL/menit (kran terbuka penuh). Laju alir optimum yang terukur dalam uji besi dan bromat ini adalah selama 120 menit dengan laju alir 0,2 mL/menit (kran terbuka setengah). Pada variasi massa 1,3 gram presentase efektifitas adsorpsi pada besi yang dihasilkan sebesar 99,69% dan pada bromat yaitu 97,611%. Salah satu faktor yang mempengaruhi efektifitas adsorpsi adalah waktu kontak. Penggunaan kolom dengan system kontinyu yang dilakukan dengan kran terbuka setengah agar waktu kontak antara sampel dengan adsorben optimum, yang menjadikan ion besi dan bromat pada sampel dapat berkurang dengan optimum. Hal tersebut dikarenakan semakin lama waktu tumbukan saat proses pengadukan antara bioadsorben tongkol jagung dengan ion besi dan bromat pada air mineral, maka akan semakin banyak reaksi yang berlangsung di antara keduanya, sehingga semakin banyak ion besi dan bromat yang teradsorpsi.

## **SIMPULAN**

Karakteristik karbon aktif tongkol jagung telah sesuai dengan SNI 06-3730-1995 dengan kadar air 3,62%; kadar abu 0,94%; kadar zat menguap 5,9%; kadar karbon aktif murni 89,8%; dan bilangan iod 753. Variasi massa bioadsorben tongkol jagung optimum terjadi pada massa 1,3 gram dengan penurunan kadar besi pada air mineral optimal dari kadar 5 mg/L menjadi 0,0155 mg/L dan bromat awal 0,08373 mg/L menjadi 0,0015 mg/L dan dinyatakan sesuai dengan SNI air mineral SNI 3553-2015. Metode kolom (kontinyu) efektif untuk menurunkan kadar besi dan bromat pada air mineral hingga mencapai efisiensi adsorpsi sebesar 99,69% pada ion besi dan 97,611% pada bromat. Efisiensi adsorpsi ion besi pada air mineral yang tertinggi yaitu 99,69% dan bromat tertinggi yaitu 97,611% pada variasi massa adsorben 1,3 gram, laju lair 0,2 mL/menit dan waktu kontak 120 menit dengan kolom terbuka setengah sistem kontinyu.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Al-Mudhaf, H. F., Alzaid, H. M., & Abu-Shady, A. I. (2016). Study of trace and heavy metals content of soft drinks in the State of Kuwait. *Int. Journal of Engineering Research and Applications*, 6(5), 1-6.
- Antika, R., Siregar, D. S., & Pane, Y. P. (2019). Efektivitas karbon aktif tongkol jagung dalam menurunkan kadar besi (Fe) dan mangan (Mn) pada air sumur gali di Desa Amplas Kecamatan Percut Sei Tuan Kabupaten Deli Serdang. *Kesehatan Global*, 2(2), 81-92. <http://ejournal.helvetia.ac.id/index.php/jkg/article/view/4263>.
- Atasoy M., Álvarez Ordóñez A., Cenian A., Djukić-Vuković, A., Lund, P.A., Ozogul, F., Trček, J., Ziv, C., de Biase, D. (2024). Exploitation of microbial activities at low pH to enhance planetary health. *FEMS Microbiol Rev.*, 12(48), 1-12. <https://doi.org/10.1093/femsre/fuad062>.



- BBPOM. (2022, 2 Februari). *Penyitaan AMDK wilayah Sleman karena tidak memenuhi standar mutu.*
- BPS. (2020). *Tingkat konsumsi AMDK di Indonesia.*
- Fillaeli, A., Siswani, E. D., Kristianingrum, S., Sulistyani, S., & Pratiwi, A. D. (2019). Adsorpsi multilogam untuk penurunan kadar Cu, Fe, Ni dan Zn menggunakan arang aktif Daun Pandan Laut. *Jurnal Sains Dasar*, 8(2), 64-69. <https://doi.org/10.21831/jsd.v8i2.38788>.
- Kristianingrum, S., Fillaeli, A., Dwi Siswani, E., & Hasna Nafiisah, N. (2020). Aplikasi sistem kontinyu menggunakan karbon aktif untuk penurunan kadar logam Cu dan Zn dalam air limbah. *Jurnal Sains Dasar*, 9(2), 54-59. <https://doi.org/10.21831/jsd.v9i2.38965>.
- Safitri, S. T., & Kristianingrum, S. (2021). The decreasing of copper (Cu) and lead (Pb) concentration in electroplating liquid waste with coconut coir adsorbent. *Indonesian Journal of Chemistry and Environment*, 3(2), 1-10. <https://doi.org/10.21831/ijce.v3i2.43507>.
- Meilianti, M. (2020). Pembuatan karbon aktif dari arang tongkol jagung dengan variasi konsentrasi aktivator natrium karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ). *Distilasi*, 5(1), 14-20.
- SNI. (1995). *SNI 06-3730-1995: Arang aktif teknis.* Badan Standardisasi Nasional.
- Standar Nasional Indonesia. (2015). *Standar mutu air minum dalam kemasan.* Badan Standardisasi Nasional
- Sulistyani, S., Siswani, E. D., Kristianingrum, S., Fillaeli, A., & Saputri, I. (2019). Uji efektivitas arang aktif daun Pandan Laut yang diaktivasi dengan natrium hidroksida untuk adsorpsi ion  $\text{Fe}^{3+}$  secara sistem kolom. *Jurnal Sains Dasar*, 8(1), 25-29. <https://doi.org/10.21831/jsd.v8i1.38752>.
- UNICEF. (31 Desember 2017). *Pencemaran air penyebab diare pada anak-anak.*