



Analysis of Iron (Fe) Removal from Post-Tin Mining Ponds Using Sugarcane Bagasse Activated Carbon: A Case Study in Riding Panjang Village, Bangka Regency

Analisis Penurunan Kadar Besi (Fe) pada Kolong Bekas Tambang Timah Menggunakan Karbon Aktif Ampas Tebu: Studi Kasus di Desa Riding Panjang, Kabupaten Bangka

Jessika¹, Janiar Pitulima^{2,*}, and Delita Ega Andini²

¹Department of Chemistry, Universitas of Bangka Belitung
Kampus Terpadu Universitas Bangka Belitung, Bangka, Bangka Belitung, 33172

²Department of Mining Engineering, Universitas of Bangka Belitung
Kampus Terpadu Universitas Bangka Belitung, Bangka, Bangka Belitung, 33172

Corresponding author: janiarp75@gmail.com

Received: June 22, 2026, Accepted: July 22, 2026, Published: July 28, 2026

ABSTRACT

The Bangka Belitung Islands Province is one of Indonesia's major tin-producing regions, where extensive mining activities have generated numerous post-mining ponds containing heavy metals that threaten aquatic ecosystems and environmental sustainability. This study evaluated the effectiveness of activated carbon derived from sugarcane bagasse for the removal of iron (Fe) from water collected from a post-tin mining pond in Riding Panjang Village, Bangka Regency, Indonesia. A quantitative experimental method was employed using a continuous adsorption system. The effects of adsorbent dosage (1, 2, and 3 g) and contact time (15, 30, 45, and 60 min) were investigated through 12 experimental runs using 1.2 L of pond water per treatment. Initial concentrations of Fe were 0.246 mg/L, respectively. Removal efficiencies were determined by comparing metal concentrations before and after treatment. The results showed that sugarcane bagasse activated carbon effectively reduced the concentrations of all investigated metals. The highest Fe removal efficiency (62.60%) was achieved using 1 g of activated carbon with a contact time of 45 min, decreasing the concentration from 0.246 mg/L to 0.092 mg/L. These findings suggest that sugarcane bagasse activated carbon is a low-cost, sustainable, and environmentally friendly adsorbent for treating heavy metal-contaminated water in post-tin mining areas.

Keywords: activated carbon, sugarcane bagasse, heavy metal removal, adsorption, iron water treatment

PENDAHULUAN

Kolong (lubang bekas penambangan) yang tersebar di Pulau Bangka memiliki dimensi yang berbeda-beda tergantung dengan keberadaan cadangan komoditi yang akan diambil. Menurut Wordoyo & Ismail (1998), kolong yang terbentuk dari lubang bekas tambang memiliki ukuran dan kedalaman yang

berbeda tergantung jenis galiannya. Kedalaman kolong bervariasi mulai dari 1 hingga 21 m, namun umumnya kedalaman kolong di atas 5 m. Menurut International Network for Acid Prevention (2014) air tambang adalah seluruh air yang dipengaruhi oleh kegiatan pertambangan, termasuk air tanah, air permukaan, air hujan, dan air proses yang bersentuhan dengan area atau fasilitas

pertambangan. Menurut Seyhan (1990), air tanah dapat didefinisikan sebagai air yang menempati pori-pori di dalam lapisan tanah atau batuan dan dapat mengalir diantara pori-pori atau rekahan tersebut. Umumnya air tanah ditemukan pada lapisan batuan bersifat permeabel (tembus air) yang dikenal sebagai akuifer yang merupakan formasi penyimpan dan pengalir air dalam jumlah yang banyak, contohnya lapisan batupasir. Air tanah juga dapat ditemukan pada formasi bersifat semi permeabel yang dapat menyimpan air dan mengalirkan air tapi dalam jumlah yang kecil. Menurut Sosrodarsono dan Takeda (1980), air limpasan adalah bagian dari air hujan yang mengalir di atas permukaan tanah menuju sungai, danau atau laut. Aliran itu terjadi karena curah hujan yang mencapai permukaan bumi tidak dapat difiltrasi, baik yang disebabkan karena intensitas curah hujan ataupun faktor lain. Menurut Sosrodarsono dan Takeda (1980), air limpasan adalah bagian dari air hujan yang mengalir di atas permukaan tanah menuju sungai, danau atau laut. Aliran itu terjadi karena curah hujan yang mencapai permukaan bumi tidak dapat difiltrasi, baik yang disebabkan karena intensitas curah hujan ataupun faktor lain.

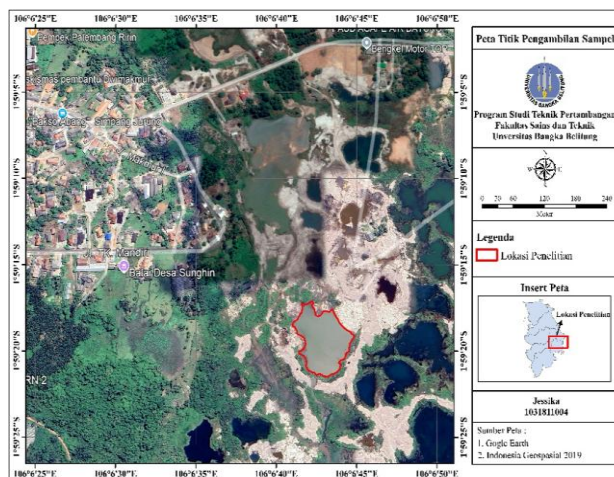
Menurut Rochayatun dkk (2006) dampak penambangan timah yang dilakukan di wilayah Bangka Belitung telah menyebabkan terjadinya kolong atau bekas galian tambang yang oleh masyarakat setempat disebut juga lobang camuy atau kolong. Kolong memiliki peran yang sangat penting bagi masyarakat di Provinsi Kepulauan Bangka Belitung, terutama pada musim kemarau. Kondisi geologi wilayah yang didominasi oleh batuan granit sebagai batuan dasar (bedrock) dengan permeabilitas rendah menyebabkan kemampuan infiltrasi dan penyimpanan air tanah relatif terbatas. Akibatnya, cadangan air tanah dangkal cepat berkurang pada musim kemarau sehingga banyak sumur masyarakat mengalami penurunan debit bahkan mengering. Dalam kondisi tersebut, kolong berfungsi sebagai sumber air alternatif yang dimanfaatkan masyarakat untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari, seperti mandi, cuci, dan kakus (MCK), serta keperluan lainnya. Namun, di sisi lain, pemanfaatan kolong secara langsung juga menimbulkan berbagai tantangan, terutama terkait kualitas air. Salah satunya yaitu pencemaran logam berat yang dipengaruhi oleh kehadiran batuan granit yang merupakan

batuan dasar (*beds rock*), Umumnya batuan granit di Pulau Bangka dan Belitung dikenal sebagai granit pembawa timah (*tin-bearing granite*) yang kaya mineral berat seperti kasiterit (SnO_2), monasit $((\text{Ce,La,Nd,Th})\text{PO}_4)$, zircon (ZrSiO_4), xenotime (YPO_4), dan ilmenite (FeTiO_3). Pencemaran yang dihasilkan dari logam berat tersebut sangat berbahaya karena bersifat toksik. Logam berat yang terdapat pada air kolong tambang dapat membahayakan lingkungan sekitar karena bersifat toksik bagi hewan dan manusia (Gautama, 2014).

Menyikapi hal tersebut, perlu dilakukan pengolahan lebih lanjut terhadap air kolong penambangan timah dengan cara menurunkan nilai kadar logam berat. Penanganan air kolong penambangan timah dilakukan dengan menurunkan nilai kadar logam Fe dengan menggunakan metode pengolahan aktif yaitu dengan pemberian karbon aktif ampas tebu dengan variabel massa karbon aktif dan waktu penyerapan (Gautama, 2014). Menurut (Kirk Othmer, 1972) karbon aktif adalah suatu mineral karbon amorf yang memiliki luas permukaan antara 300 - 2.000 m²/gram. Luas permukaan yang besar ini terdapat dalam struktur pori-pori yang memiliki kemampuan untuk mengadsorpsi gas, uap ataupun material yang terlarut atau terdispersi dalam cairan.

METODOLOGI

Penelitian dilaksanakan dilaksanakan di Desa Riding Panjang, Kecamatan Merawang, Kabupaten Bangka, Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. Lokasi penelitian terletak pada titik koordinat X: 1°59'10,051"S dan Y: 106°5'42.432"E (Gambar 1).



Gambar 1. Peta lokasi pengambilan sampel di Desa Riding Panjang

Penelitian ini dilaksanakan selama satu bulan (10 Mei – 10 juni 2024) dengan pengambilan sampel air kolong penambangan timah di Desa Riding Panjang dan ampas tebu dari penjual es tebu lokal di Kabupaten Bangka. Proses pembuatan karbon aktif dilakukan di Laboratorium Dasar Jurusan Kimia Universitas Bangka Belitung, sedangkan analisis logam Fe dan Zn dilakukan di Laboratorium Dinas Kesehatan Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. Ampas tebu dikeringkan di bawah sinar matahari selama dua hari, kemudian dilakukan proses pemanasan menggunakan oven dengan suhu $\pm 105^{\circ}\text{C}$ selama 3 jam. Setelah itu dilanjutkan proses dikarbonisasi pada suhu 600°C selama 15 menit menggunakan furnace, kemudian diaktivasi kimia menggunakan larutan HCl 0,1 N, kemudian dicuci dengan aquadest, dan dikeringkan hingga diperoleh karbon aktif siap pakai. Uji adsorpsi yang dilakukan dengan mencampurkan dosis karbon aktif (1, 2 dan 3 gr) ke dalam 100 ml air kolong dengan waktu penyerapan yang digunakan yaitu 15 menit, 30 menit, 45 menit dan 60 menit. Selanjutnya kadar logam Fe, dan Zn dianalisis menggunakan spektrometer serapan atom (AAS). Persentase penurunan kadar logam dihitung berdasarkan persamaan standar analisis gravimetri untuk menghitung persentase perubahan kadar suatu unsur ataupun senyawa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Kolong Penambangan Timah

Kolong penambangan timah yang diambil untuk dilakukan penelitian berlokasi di Desa Riding Panjang, Kecamatan Merawang, Kabupaten Bangka, Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. Area lokasi penambangan merupakan area bekas, namun saat ini dilakukan kegiatan penambangan kembali oleh masyarakat sekitar.

Sampel air kolong diambil dari satu badan air kolong dengan umur kurang dari 5 tahun dengan kandungan unsur hara pada kolong ini sudah hilang/rusak, sehingga hampir tidak ada kehidupan biologis pada kolong tersebut (Gambar 2). Sampel air diambil pada satu titik koordinat yang telah ditetapkan berdasarkan hasil observasi lapangan. Titik pengambilan dipilih pada bagian badan air yang memiliki kondisi hidrologi dan karakteristik kualitas air yang relatif homogen, sehingga secara ilmiah dianggap representatif terhadap kondisi air kolong secara keseluruhan. Dengan

mempertimbangkan keseragaman karakteristik fisik badan air, minimnya variasi spasial pada lokasi pengambilan, serta penerapan prosedur pengambilan sampel sesuai kaidah teknis, sampel yang diperoleh dinilai telah tervalidasi dan dapat digunakan sebagai representasi kualitas air kolong pada lokasi penelitian.



Gambar 2. Pengambilan Sampel air pada kolong yang berumur < 5 tahun

Identifikasi Logam Pada Kolong Penambangan Timah

Berikut ini merupakan hasil pengujian sampel air kolong penambangan timah pada table 1. Hasil pengujian didapatkan kandungan kadar logam Fe pada air kolong penambangan timah memiliki nilai kadar sebesar 0,246 mg/l, kandungan logam berasal dari mineral hematit atau magnetit yang merupakan mineral ikutan timah yang mudah larut dalam air.

Tabel 1. Kadar Logam Awal

No	Parameter	Hasil
1.	Derajat Keasaman pH	4,5
2.	Fe	0,246 mg/l

Pengaruh Massa Karbon Aktif Dan Waktu Penyerapan Terhadap Penurunan Kadar Logam

Berdasarkan tabel 2, Hasil pengujian penurunan kadar logam Fe dengan variasi massa karbon aktif yang digunakan yaitu sebanyak 1 gram, 2 gram dan 3 gram, dan variasi waktu penyerapan yang digunakan yaitu, 15 menit, 30 menit, 45 menit dan 60 menit. Secara umum semua pengujian menunjukkan penurunan persentase kadar besi.

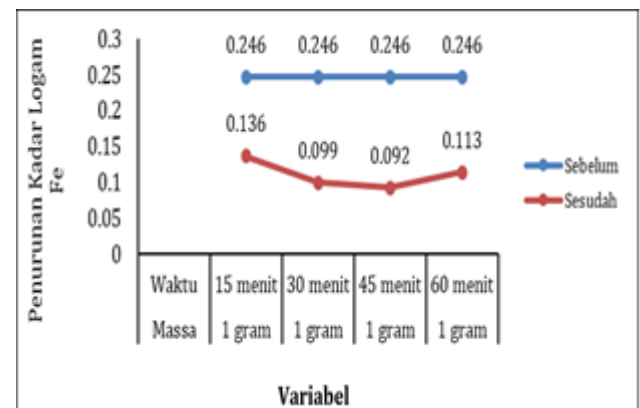
Hasil pengujian pada Tabel 2 menunjukkan penambahan pengaruh massa karbon aktif terhadap penurunan logam Fe, semakin bertambah massa karbon aktif maka semakin kecil persentase penurunan logam Fe, hal tersebut menunjukkan bahwa daya serap karbon aktif semakin menurun dengan bertambahnya massa karbon aktif, penurunan persentase kadar logam tersebut disebabkan karena banyaknya jumlah molekul logam Fe dalam larutan terbatas. (Pornawati, H., dkk, 2024). Massa karbon aktif terlalu banyak,

mengakibatkan logam Fe akan habis diserap terlebih dahulu sebelum seluruh permukaan karbon aktif terpakai dan Sisa karbon aktif yang lain tidak memiliki partikel untuk diikat sehingga terlihat tidak efisien. Selain itu Penambahan massa karbon yang terlalu banyak dalam volume pelarut yang sama dapat menyebabkan partikel karbon saling menempel atau menggumpal (*aglomerasi*). Hal ini memperkecil luas permukaan efektif yang seharusnya bisa bersentuhan langsung dengan zat terlarut. (Nury, D.F., dkk, 2023).

Tabel 2. Hasil uji nilai kadar awal, nilai kadar akhir dan persentase penurunan kadar logam Fe

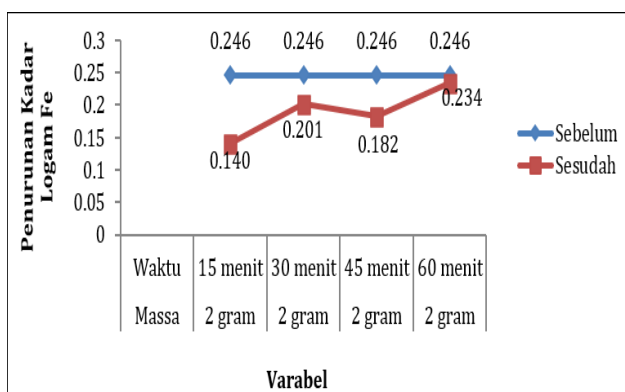
Variabel		Kadar Awal	Kadar Akhir	Persentase (%) Penurunan kadar Fe
Massa (gr)	Waktu (menit)			
1	15	0,246	0,136	44,72
1	30	0,246	0,099	59,76
1	45	0,246	0,092	62,60
1	60	0,246	0,113	54,07
2	15	0,246	0,140	43,09
2	30	0,246	0,201	18,29
2	45	0,246	0,182	26,02
2	60	0,246	0,234	4,88
3	15	0,246	0,232	5,69
3	30	0,246	0,236	1,22
3	45	0,246	0,211	14,23
3	60	0,246	0,180	26,83

Penurunan Kadar Logam Fe yang ditunjukkan pada gambar 3, untuk massa karbon aktif 1 gram dengan beberapa variasi waktu penyerapan menunjukkan bahwa persentase penurunan logam paling tinggi yaitu sebesar 62,60% terdapat pada waktu penyerapan 45 menit, dan untuk persentase penurunan logam Fe yang paling rendah sebesar 44,72% dengan waktu penyerapan 15 menit. Semakin lama waktu penyerapan maka kadar logam yang terserap akan semakin banyak pula, hal tersebut menunjukkan bahwa penurunan kadar logam semakin besar. Tetapi untuk waktu penyerapan 60 menit menunjukkan kenaikan kadar logam hal tersebut disebabkan adanya penurunan laju penyerapan yang diakibatkan kemampuan karbon aktif dalam menyerap logam semakin berkurang hingga pada waktu tertentu adsorben tidak dapat menyerap logam lagi yang ditunjukkan oleh penurunan kapasitas adsorpsi. Hal ini disebabkan oleh sisi aktif dari adsorben sudah terisi oleh logam hingga adsorbennya jenuh dan tidak mampu lagi menyerap logam (Emelda dkk, 2013).



Gambar 3. Grafik Penurunan kadar logam Fe dengan massa karbon aktif 1 gram.

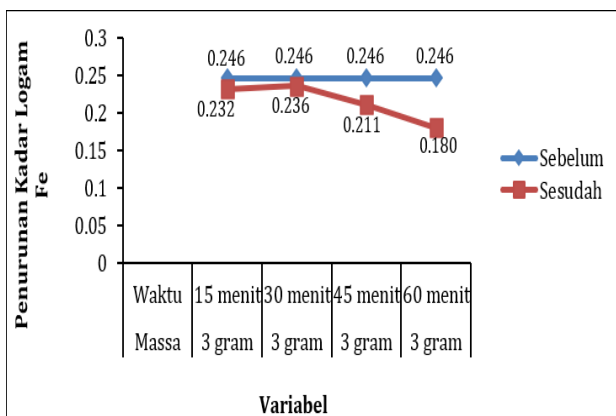
Untuk massa karbon aktif 2 gram dengan beberapa variasi waktu penyerapan seperti yang ditunjukkan pada gambar 4, diketahui bahwa persentase penurunan logam paling tinggi yaitu sebesar 43,09% pada waktu penyerapan 15 menit dan penurunan kadar logam paling rendah sebesar 4,88% dengan waktu penyerapan 60 menit.



Gambar 4. Grafik penurunan kadar logam Fe dengan massa karbon aktif 2 gram.

Kondisi ini menunjukkan fenomena Desorpsi yaitu pelepasan kembali. Proses penyerapan (adsorpsi) bersifat dapat balik (*reversible*) ketika seluruh permukaan dan pori-pori zat penyerap (adsorben) sudah jenuh atau penuh oleh logam, maka akan tercapai titik kesetimbangan. Jika waktu kontak terus ditambah setelah titik ini, ikatan kimia atau fisika antara logam dan adsorben bisa melemah. Akibatnya, ion logam yang sudah menempel akan terlepas kembali (*desorpsi*) ke dalam larutan. (Filaeli.,A dkk, 2019).

Kemudian untuk massa karbon aktif 3 gram seperti yang terlihat pada gambar 5, persentase penurunan logam Fe paling tinggi sebesar 26,83% dengan waktu penyerapan 60 menit, sedangkan persentase penurunan kadar logam Fe paling rendah yaitu sebesar 1,22% dengan waktu penyerapan selama 30 menit.



Gambar 5. Grafik penurunan kadar logam Fe dengan massa karbon aktif 3 gram.

Grafik yang ditunjukkan pada gambar 5, bahwa semakin lama waktu penyerapan, maka semakin banyak logam yang terserap hal tersebut dikarenakan pada awal proses penyerapan, situs aktif pada permukaan adsorben masih kosong dan belum banyak

terisi Hal ini menciptakan gradien konsentrasi yang besar, sehingga ion logam dengan cepat berpindah dan terikat pada permukaan penyerap, Sehingga memberikan kesempatan lebih besar bagi ion logam untuk berdifusi, menempel, dan berikatan dengan situs aktif (pori-pori) pada permukaan bahan penyerap (adsorben). (Hasfita dkk, 2024)

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa kandungan kadar logam Fe pada air kolong penambangan timah berasal dari mineral hematit atau magnetit yang merupakan asosiasi mineral ikutan timah yang mudah larut dalam air. Waktu penyerapan yang semakin lama mampu meningkatkan persentase Fe yang diserap oleh karbon aktif sehingga kandungan Fe pada sampel air kolong mengalami penurunan. Semakin bertambah massa karbon aktif maka semakin kecil persentase penurunan logam Fe pada sampel air kolong, hal tersebut disebabkan terbatasnya jumlah molekul logam Fe dalam sampel air kolong.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Program Studi atas dukungan, fasilitas, serta bantuan yang diberikan selama pelaksanaan penelitian ini. Penulis juga menyampaikan apresiasi kepada seluruh dosen pembimbing, laboran, dan pihak-pihak yang telah membantu dalam proses pengambilan sampel, pengujian laboratorium, analisis data, serta penyusunan artikel ilmiah ini sehingga penelitian dapat diselesaikan dengan baik.

REFERENSI

- Fitriani, Kurniati, T., dan Hambali (2017). Penyerapan Ion Logam Pb(II) Dari Larutan Menggunakan Serbuk Daun Puring (*Codiaeum Variegatum*), Vol. 08. (01) 34-42 Jurnal Pendidikan Matematika dan IPA Universitas Muhammadiyah Pontianak.
- Gautama, R.S., (2014). Pembentukan Pengendalian Dan Pengolahan Air Asam Tambang. Institute Teknologi Bandung: ITB perss.
- Hasfita,F.,Wusnah,.Suryati.,Meiriatna.,Masrulit a., dan Dalimunthe, KRA. (2024). Pengaruh Waktu dan Mekanisme Adsorpsi Logam Cu²⁺ Menggunakan Biosorbent

Sampah Daun Akasia.

<https://doi.org/10.29103/sntk.v4.2024>

Imani, A., (2020). Karbon Aktif Ampas Tebu Sebagai Adsorbrn Prnurun Kadar Besi Dan Mangan Limbah Air Asam Tambang. Jurnal Teknik Lingkungan. Jakarta: Universitas Sahid Jakarta

International Network for Acid Prevention (INAP). (2014). *Global Acid Rock Drainage Guide (GARD Guide)*.

Kirk Othmer, (1972). Encyclopedia of chemical technology. 2nd ed; willey; new York : vol. 13, p 13.

Ningrum, N.S., (2018). Karbon Aktif dari Batubara, Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral.

Nury, D.F., Luthfi, M.Z., Deviany, D., Achmad, F., dan Panjaitan, J.R.H. (2023). Pengaruh Massa Karbon Aktif dan Konsentrasi Adsorbat dalam Penyerapan Zat Warna Metilen Blue, Vol. 04(02), 55-67. <http://iontech.ista.ac.id/index.php/iontech>
[h](http://iontech.ista.ac.id/index.php/iontech)

Pornawati, H., Aldila, H., Kurniawan, W.B. (2024), Pengaruh Temperatur Aktivasi Karbon Aktif Terhadap Adsorpsi Logam Besi (Fe) pada Limbah Batik Cair Batik Cual, Vol. 05(01), 9-18. <https://journal.ubb.ac.id/jrfi/article/view/4414>

Rochayatun, E., dalam Iakandar, A., (2016). Distribusi Logam Berat Dalam Air Dan Sedimen Di Perairan Sungai Cisadene. Jurnal Makara Sains.

Sosrodarsono, S., dan Takeda, K. (1980). Hidrologi Untuk Pengairan. PT Pradnya Paramitha: Jakarta.

Wardoyo & Ismail, (1998). Pemanfaatan Kolong Bekas Tambang Timah Sebagai Sumber Mata Pencaharian Masyarakat Pasca Timah.