

# Pemanfaatan Ampas Tebu Dan Kulit Pisang Kepok Sebagai Karbon Aktif Pada Proses Adsorpsi Untuk Menyisihkan Kadar Fe dan Mn

Ahmad Iqbal Addzikri, Firra Rosariawari

Jurusan Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur, Surabaya  
Koresponden email: ahmadiqbaladdzikri@gmail.com, firra.tl@upnjatim.ac.id

Diterima: 30 Oktober 2024

Disetujui: 5 Oktober 2024

## Abstract

The increasing problem of water pollution due to high levels of heavy metals which are often found in well water in various regions affects water quality which can have a negative impact on public health and the environment. Therefore, an effective solution is needed to reduce this contamination. One promising solution is the use of activated carbon derived from organic materials, such as sugarcane bagasse and kepok banana peel. This research aims to analyze the optimal dose and effectiveness of activated carbon produced from sugar cane bagasse and kepok banana peel which is activated with 5%  $H_3PO_4$  in the adsorption process to reduce iron (Fe) and manganese (Mn) levels in well water. The research was carried out with varying doses of activated carbon of 4 grams, 6 grams, and 8 grams, as well as varying contact times of 20, 30, 40, 50, and 60 minutes. The results of the research show that activated carbon from sugar cane bagasse and kepok banana peel has a significant ability to remove these two heavy metals with varying effectiveness. The results of this research provide a sustainable and environmentally friendly alternative for water treatment and open up opportunities for utilizing organic waste as raw materials in water treatment methods that can improve the quality of contaminated well water.

**Keywords:** *adsorption, activated carbon, sugarcane bagasse, kepok banana peel, iron content (fe), manganese content (mn)*

## Abstrak

Dengan meningkatnya masalah pencemaran air akibat tingginya kadar logam berat yang seringkali ditemukan dalam air sumur di berbagai daerah dan mempengaruhi kualitas air yang dapat berdampak negatif pada kesehatan masyarakat dan lingkungan. Oleh karena itu, diperlukan solusi yang efektif untuk mengurangi kontaminasi tersebut. Salah satu solusi yang menjanjikan adalah penggunaan karbon aktif yang berasal dari bahan-bahan organik, seperti ampas tebu dan kulit pisang kepok. Penelitian ini bertujuan menganalisis dosis optimal dan efektivitas karbon aktif yang dihasilkan dari ampas tebu dan kulit pisang kepok yang diaktivasi dengan  $H_3PO_4$  5% dalam proses adsorpsi untuk mengurangi kadar besi (Fe) dan mangan (Mn) dalam air sumur. Penelitian dilakukan dengan variasi dosis karbon aktif sebesar 4 gram, 6 gram, dan 8 gram, serta variasi waktu kontak selama 20, 30, 40, 50, dan 60 menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa karbon aktif dari ampas tebu dan kulit pisang kepok memiliki kemampuan yang signifikan dalam menyisihkan kedua logam berat tersebut dengan efektivitas yang bervariasi. Hasil penelitian ini memberikan alternatif berkelanjutan dan ramah lingkungan untuk pengolahan air serta membuka peluang pemanfaatan limbah organik sebagai bahan baku dalam metode pengolahan air yang dapat meningkatkan kualitas air sumur yang terkontaminasi.

**Kata Kunci:** *adsorpsi, karbon aktif, ampas tebu, kulit pisang kepok, kadar besi (fe), kadar mangan (mn)*

## 1. Pendahuluan

Air tanah atau yang sering disebut air sumur adalah air yang terperangkap di dalam lapisan tanah atau batuan di bawah permukaan bumi. Sumber utama air ini berasal dari proses infiltrasi air hujan yang meresap ke dalam tanah dan kemudian terkumpul di celah-celah batuan atau pori-pori tanah. Air tanah memainkan peran penting sebagai salah satu sumber air bersih yang digunakan dalam berbagai kebutuhan, seperti rumah tangga, pertanian, dan industri. Kualitas air tanah dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk aktivitas manusia, jenis tanah, serta kondisi lingkungan di sekitarnya [1].

Sumber air baku dari sumur yang memiliki kedalaman 0-15 m seringkali menghadapi masalah terkait kadar zat besi (Fe) dan mangan (Mn). Mangan adalah logam yang umum ditemukan di permukaan bumi dan sering kali muncul bersamaan dengan besi. Keberadaan mangan dalam air tanah dan air permukaan cenderung lebih tinggi di lingkungan dengan tingkat oksigen yang rendah. Ketika kadar mangan dalam air melampaui ambang batas yang ditetapkan maka hal ini dapat menimbulkan berbagai masalah. Misalnya, air minum bisa memiliki rasa dan aroma logam yang tidak sedap, serta dapat meninggalkan noda kecokelatan pada pakaian berwarna putih dan jenis kain lainnya. Selain itu, tingginya kadar mangan juga dapat mengganggu fungsi hati dan menimbulkan dampak kesehatan lainnya [2].

Permasalahan kandungan zat besi dan mangan dalam air minum cenderung lebih sering muncul ketika sumber air baku berasal dari air tanah. Sementara itu, untuk air permukaan masalah kandungan logam terlarut ini biasanya terjadi pada danau yang cukup dalam atau yang telah mengalami eutrofikasi di bagian bawahnya. Apabila sumber air untuk penyediaan air minum mengandung konsentrasi zat besi melebihi 0,3 mg/l maka diperlukan pemilihan metode pengolahan yang tepat [3].

Berbagai metode pengolahan air dapat digunakan untuk menanggulangi permasalahan adanya kandungan zat besi dan mangan yang terkandung dalam sumber air baku dan salah satunya menggunakan metode adsorpsi. Metode adsorpsi adalah salah satu teknik yang paling sering digunakan dalam pengolahan air karena kesederhanaan dan efisiensinya. Proses ini menarik untuk digunakan karena tidak memerlukan peralatan yang rumit sehingga dapat dilakukan dengan mudah. Kepraktisan ini menjadikan adsorpsi pilihan yang ekonomis untuk berbagai aplikasi dalam pengolahan limbah dan pengolahan air [4].

Proses adsorpsi suatu substansi pada permukaan bahan adsorben dipengaruhi oleh berbagai faktor, salah satunya adalah jenis adsorben yang digunakan. Adsorben yang ideal memiliki beberapa karakteristik penting, seperti kemampuan menyerap yang tinggi, luas permukaan yang luas, dan ketahanan terhadap pelarut zat yang akan diadsorpsi. Selain itu, adsorben yang baik tidak boleh bereaksi dengan campuran yang ingin dimurnikan dan harus aman serta tidak beracun, lalu tidak meninggalkan residu gas berbau. Ketersediaan dan biaya yang terjangkau juga menjadi pertimbangan penting dalam pemilihan adsorben yang tepat [5].

Karbon aktif dapat didefinisikan sebagai bentuk karbon yang diproses untuk memiliki sejumlah besar pori-pori kecil yang memberikan luas permukaan yang sangat besar. Proses ini meningkatkan kemampuannya untuk menyerap berbagai zat, termasuk gas dan cairan. Karbon aktif sering digunakan dalam berbagai aplikasi seperti penyaringan air, pengolahan limbah, dan dalam industri farmasi. Hal ini dikarenakan kemampuannya untuk menghilangkan kontaminan dan bau. Sifat adsorptif karbon aktif menjadikannya material yang sangat efektif dalam mengikat molekul-molekul tertentu sehingga ideal untuk pemurnian dan pengolahan air [6].

Salah satu bahan baku yang dapat dijadikan sebagai adsorben atau karbon aktif adalah ampas tebu. Ampas tebu mengandung berbagai komponen yang membuatnya cocok untuk dijadikan karbon aktif. Secara umum, ampas tebu kaya akan serat dan memiliki kandungan lignin, selulosa, dan hemiselulosa yang tinggi. Kandungan lignin yang signifikan berkontribusi pada pembentukan pori-pori selama proses aktivasi, sehingga meningkatkan daya serap karbon aktif yang dihasilkan. Selain itu, ampas tebu juga memiliki kadar kelembapan yang rendah yang mendukung efisiensi proses pengeringan sebelum aktivasi. Dengan karakteristik ini ampas tebu menjadi bahan yang potensial untuk menghasilkan karbon aktif yang efektif dalam berbagai aplikasi terutama dalam penyaringan dan pengolahan air [7].

Contoh bahan baku karbon aktif yang lain dan dapat digunakan yaitu kulit pisang. Kulit pisang adalah salah satu jenis limbah pertanian yang dihasilkan setelah pengolahan buah pisang. Limbah ini kaya akan komponen organik, termasuk asam karboksilat, pigmen, klorofil, serta zat pektin. Selain itu, kulit pisang mengandung senyawa lignoselulosa yang terdiri dari selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Dengan kandungan tersebut, kulit pisang berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan dasar untuk pembuatan adsorben yang efektif [8].

Dengan adanya permasalahan kandungan zat besi dan mangan yang terkandung didalam sumber air baku yang dimanfaatkan masyarakat dan dengan adanya solusi alternatif dan menarik yang perlu dilakukan maka penelitian penggunaan karbon aktif ampas tebu dan kulit pisang kepek dalam mengatasi permasalahan kandungan zat besi dan mangan ini perlu dilakukan.

## **2. Metode Penelitian**

### **2.1. Alat dan Bahan**

Dalam penelitian adsorpsi ini, bahan yang gunakan yaitu berupa ampas tebu dan kulit pisang kepek yang akan melalui serangkaian proses untuk bisa menjadi karbon aktif. Lalu untuk bahan uji berupa sampel

air sumur yang diambil di daerah Kecamatan Driyorejo, Kabupaten Gresik. Untuk alat yang digunakan yaitu berupa shaker laboratorium yang dioperasikan dengan kecepatan 100 rpm.

## 2.2. Prosedur Penelitian

### 2.2.1. Pembuatan Karbon Aktif

Pembuatan karbon aktif dari ampas tebu dimulai dengan pengumpulan ampas. Ampas ini kemudian dicuci untuk menghilangkan kotoran dan sisa gula yang mungkin masih tertinggal. Setelah dicuci, ampas tebu dijemur dibawah terik sinar matahari selama 24 jam. Lalu ampas tebu tersebut dikarbonisasi menggunakan furnace pada suhu sekitar 400 - 500 °C selama 1 jam untuk mengurangi kandungan air. Proses karbonisasi ini penting untuk memastikan bahwa ampas tebu siap untuk tahap selanjutnya yang akan mengubahnya menjadi karbon aktif yang siap pakai. Setelah kering, ampas tebu ditumbuk dan diayak hingga mencapai ukuran partikel sekitar 100 mesh untuk meningkatkan luas permukaan dan efektivitas adsorpsi. Langkah selanjutnya adalah proses aktivasi menggunakan larutan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 5%. Ampas tebu yang telah dihancurkan dicampurkan dengan larutan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 5%. Campuran ini kemudian didiamkan selama 24 jam agar asam dapat meresap ke dalam struktur ampas. Aktivasi ini bertujuan untuk meningkatkan porositas dan daya serap karbon aktif yang dihasilkan. Setelah proses pengaktifan, ampas tebu ini dipanaskan dalam oven pada suhu sekitar 105 °C selama 1-2 jam. Proses ini akan menghilangkan bahan organik yang tersisa dan mengembangkan pori-pori karbon aktif [9].

Pembuatan karbon aktif dari kulit pisang kepek mengikuti prinsip yang sama. Kulit pisang kepek yang sudah dikumpulkan harus dibersihkan dan dipotong menjadi ukuran yang kecil. Setelah itu, kulit pisang kepek dikeringkan didalam oven selama 1 jam pada suhu 150 °C kemudian dikarbonisasi menggunakan furnace pada suhu 350 °C selama 30 menit. Lalu kulit pisang kepek tersebut dihancurkan dan diayak hingga ukuran 100 mesh. Proses pengeringan dan karbonisasi kulit pisang kepek sangat penting untuk menghilangkan residu dan air yang dapat mempengaruhi kualitas karbon aktif. Setelah hancur, kulit pisang kepek direndam dengan larutan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 5% selama 24 jam dengan cara yang sama seperti ampas tebu. Aktivasi ini juga bertujuan untuk meningkatkan daya serap dan porositas, sehingga kulit pisang kepek dapat berfungsi secara optimal sebagai karbon aktif. Setelah diaktivasi, kulit pisang kepek dikeringkan didalam oven selama 1 jam pada suhu 105 °C. Setelah proses aktivasi, karbon aktif wajib dicuci dengan aquades hingga mencapai pH netral. Hal tersebut merupakan langkah krusial dalam proses pembuatan karbon aktif dari ampas tebu dan kulit pisang kepek. Proses pencucian ini bertujuan untuk menghilangkan sisa-sisa kotoran, gula, dan bahan organik lainnya yang mungkin tertinggal pada bahan baku. Jika tidak dicuci dengan baik, sisa-sisa ini dapat mengganggu proses aktivasi dan mengurangi kualitas karbon aktif yang dihasilkan. Selain itu, keberadaan bahan organik yang tidak terlarut dapat menyebabkan kontaminasi pada produk akhir, yang akhirnya dapat mempengaruhi efisiensi adsorpsi karbon aktif terhadap logam berat seperti besi dan mangan [10].

Setelah melalui serangkaian proses pembuatan karbon aktif selesai, karbon aktif dari kedua sumber ini harus dikarakterisasi untuk mengetahui sifat fisiknya. Karakterisasi fisik ini meliputi uji kadar air dan kadar abu. Hasil karakterisasi ini penting untuk mengetahui tingkatan kadar air dan kadar abu yang disesuaikan dengan persyaratan yang ada hingga karbon aktif bisa dinyatakan siap digunakan.

### 2.2.2. Proses Adsorpsi

Dalam penelitian ini, proses reaksi adsorpsi karbon aktif dari ampas tebu dan kulit pisang kepek dilakukan menggunakan shaker laboratorium untuk meningkatkan efisiensi interaksi antara karbon aktif dan kontaminan dalam air sumur. Shaker laboratorium berfungsi untuk menciptakan gerakan yang merata dan konstan sehingga memastikan bahwa seluruh bagian larutan terpapar karbon aktif. Proses ini penting, karena gerakan yang dihasilkan dapat mempercepat proses difusi kontaminan menuju permukaan karbon aktif dan meningkatkan peluang terjadinya adsorpsi.

Sebelum memulai proses adsorpsi, sampel air sumur disiapkan dengan volume 250 ml dan nilai awal kadar besi (Fe) dan mangan (Mn) diukur. Dosis karbon aktif yang digunakan bervariasi, yaitu 4 gram, 6 gram, dan 8 gram. Setiap dosis tersebut ditambahkan ke dalam air sumur dan proses pencampuran dilakukan di dalam shaker laboratorium dengan kecepatan 100 rpm. Setelah penambahan karbon aktif, shaker laboratorium dihidupkan untuk memulai proses adsorpsi. Proses ini berlangsung selama interval waktu yang telah ditentukan: 20, 30, 40, 50, dan 60 menit. Selama waktu ini, karbon aktif berfungsi sebagai media adsorpsi, menarik dan mengikat molekul logam berat yang ada dalam larutan.

Selama proses adsorpsi, dilakukan monitoring untuk mengamati perubahan konsentrasi kadar besi (Fe) dan mangan (Mn) dalam air sumur. Setiap interval waktu yang telah ditentukan, sampel diambil untuk pengukuran kadar Fe dan Mn. Pengambilan sampel ini penting untuk mengetahui sejauh mana karbon aktif ampas tebu dan kulit pisang kepek berhasil menyisihkan logam berat dari air sumur.

Setelah proses adsorpsi selesai, data yang diperoleh dari pengukuran kadar Fe dan Mn dianalisis untuk menilai efektivitas karbon aktif.

### 2.2.3. Analisis Parameter Uji

Setelah proses adsorpsi menggunakan karbon aktif dari ampas tebu dan kulit pisang kepok selesai dilakukan. Langkah selanjutnya adalah melakukan analisis parameter uji didalam laboratorium untuk mengetahui kadar besi (Fe) dan mangan (Mn). Proses ini bertujuan untuk menentukan seberapa efektif karbon aktif dalam menyisihkan kadar besi (Fe) dan mangan (Mn) dari air sumur sehingga memberikan gambaran yang jelas mengenai potensi karbon aktif ini dalam aplikasi pengolahan air sumur.

Pengambilan sampel dilakukan pada setiap interval waktu yang telah ditentukan: 20, 30, 40, 50, dan 60 menit. Pada setiap interval, 10 ml larutan diambil untuk dianalisis kadar Fe dan Mn-nya. Sebelum itu, larutan yang diambil disaring terlebih dahulu untuk memisahkan partikel karbon aktif yang tidak terikat. Proses penyaringan ini penting untuk memastikan bahwa hanya larutan yang bersih yang dianalisis sehingga hasil pengukuran menunjukkan kadar Fe dan Mn yang sebenarnya. Setelah disaring, sampel siap untuk dianalisis lebih lanjut.

Pengukuran kadar Fe dan Mn dalam sampel dilakukan menggunakan teknik spektroskopi yang sesuai dengan analisis kuantitatif logam berat dalam air sumur. Metode ini memberikan hasil yang akurat dan dapat diandalkan yang sangat penting dalam mengetahui efektivitas karbon aktif. Setiap sampel diukur secara tepat untuk memastikan konsistensi hasil. Nilai awal kadar Fe dan Mn dalam air sumur juga dicatat sebagai pembanding untuk menghitung persentase pengurangan setelah proses adsorpsi [11].

Setelah pengukuran selesai dilakukan, hasilnya dianalisis untuk menentukan efisiensi penyisihan kadar Fe dan Mn oleh karbon aktif ampas tebu dan kulit pisang kepok. Persentase pengurangan kadar Fe dan Mn dihitung untuk membandingkan kadar awal dengan kadar setelah proses adsorpsi. Hasil analisis ini memberikan wawasan tentang seberapa baik masing-masing dosis karbon aktif bekerja dalam menyisihkan kadar Fe dan Mn dalam air sumur. Selain itu, analisis juga mencakup perbandingan antara karbon aktif dari ampas tebu dan kulit pisang kepok untuk menentukan mana yang lebih efektif.

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1. Karakteristik Karbon Aktif Ampas Tebu dan Kulit Pisang Kepok

Karbon aktif adalah jenis karbon yang diolah untuk memiliki luas permukaan yang sangat besar dan kemampuan untuk menyerap berbagai zat dengan baik. Proses pembuatannya melibatkan pemanasan bahan organik pada suhu tinggi dalam kondisi tanpa oksigen yang menghasilkan struktur berpori. Karbon aktif banyak digunakan dalam berbagai bidang, seperti pengolahan air, pengolahan udara, dan industri farmasi karena berkat kemampuannya yang unggul dalam mengikat serta menghilangkan kontaminan atau zat berbahaya.

Karakterisasi fisik karbon aktif sangat penting untuk menentukan kualitas dan efektivitasnya. Salah satu aspek yang menjadi perhatian utama dalam karakterisasi karbon aktif adalah kandungan kadar air dan kadar abu yang dapat mempengaruhi performa adsorptif karbon aktif dalam aplikasi pengolahan air.

Dalam SNI 06-3730-1995, terdapat batasan yang jelas mengenai kadar air dan kadar abu pada karbon aktif. Kadar air maksimal yang diperbolehkan adalah 15%. Kadar air yang lebih tinggi dari batas ini dapat berdampak negatif pada kemampuan adsorpsi karbon aktif. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa air dapat menghalangi interaksi antara karbon aktif dan zat yang ingin diadsorpsi, sehingga mengurangi efektivitasnya dalam berbagai aplikasi, seperti penyaringan air dan pengolahan udara [12].

Selain kadar air, kadar abu juga menjadi parameter penting dalam karakterisasi karbon aktif. SNI menetapkan batas maksimal kadar abu sebesar 10%. Kadar abu yang tinggi dapat menunjukkan adanya kontaminan atau sisa-sisa material yang tidak diinginkan dalam karbon aktif. Hal ini dapat mengurangi kapasitas adsorpsi dan memengaruhi kualitas karbon aktif secara keseluruhan [13].

Oleh karena itu, perlu dilakukan uji karakterisasi fisik dari karbon aktif ampas tebu dan kulit pisang kepok yang telah dibuat untuk memastikan produk tersebut memenuhi standar yang ditetapkan. Berikut hasil uji karakterisasi dari kedua karbon aktif yang telah dilakukan sebagai berikut :

**Tabel 1.** Hasil Karakterisasi Karbon Aktif

Jenis Karbon Aktif	Indikator	Hasil Uji	Standar Syarat	Keterangan
Ampas Tebu	Kadar Air	2,24%	Maks 15%	Memenuhi
	Kadar Abu	8,4%	Maks 10%	Memenuhi
Kulit Pisang Kepok	Kadar Air	3%	Maks 15%	Memenuhi

Jenis Karbon Aktif	Indikator	Hasil Uji	Standar Syarat	Keterangan
	Kadar Abu	8%	Maks 10%	Memenuhi

Sumber : SNI 06-3730-1995 & Hasil Analisis, 2024

Berdasarkan **Tabel 1** diatas dapat diketahui bahwa hasil pengujian karakterisasi fisik karbon aktif ampas tebu dan kulit pisang kepek menunjukkan bahwa karbon aktif ampas tebu memiliki kadar air sebesar 2,24% yang jauh di bawah batas maksimum yang ditetapkan. Ini menunjukkan bahwa ampas tebu memiliki sifat fisik yang baik sebagai karbon aktif. Sementara itu, karbon aktif yang dihasilkan dari kulit pisang kepek memiliki kadar air sebesar 3%. Meskipun angka ini juga berada di bawah batas maksimum, kadar air yang lebih tinggi dibandingkan ampas tebu menunjukkan bahwa karbon aktif dari kulit pisang kepek memiliki kelemahan dalam hal kestabilan adsorpsi terutama dalam kondisi yang lembap.

Selanjutnya, kadar abu juga merupakan faktor penting dalam menilai kualitas karbon aktif. Kadar abu yang tinggi dapat mengindikasikan adanya kontaminan atau material lain yang tidak diinginkan yang dapat mengurangi kapasitas adsorpsi. Dalam hal ini, kadar abu pada karbon aktif ampas tebu teruji sebesar 8,4%, sedangkan kulit pisang kepek memiliki kadar abu sebesar 8%. Kedua angka ini berada di bawah batas maksimum yang ditetapkan oleh SNI yang menunjukkan bahwa kedua jenis karbon aktif ini memiliki potensi yang baik.

Perbandingan kadar abu antara kedua sumber karbon aktif ini menunjukkan bahwa meskipun angka kadar abu keduanya sama akan tetapi komposisi dan sifat fisik lainnya memiliki perberbedaan. Kadar abu yang lebih rendah cenderung menunjukkan proses pembakaran yang lebih efisien selama pembuatan karbon aktif yang dapat berkontribusi pada peningkatan kapasitas adsorpsi. Kadar air dan kadar abu tidak hanya memengaruhi karakteristik fisik karbon aktif tetapi juga berpengaruh pada aplikasinya. Karbon aktif dengan kadar air rendah biasanya lebih disukai dalam aplikasi yang memerlukan efisiensi tinggi.

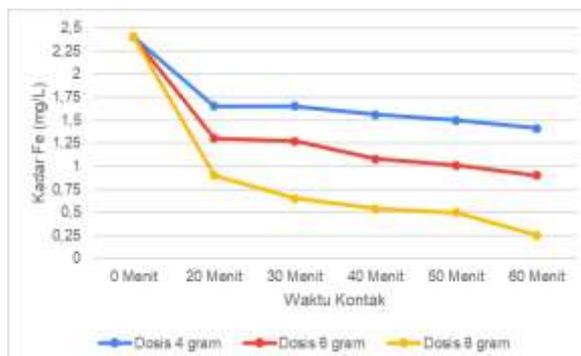
### 3.2. Dosis Optimal Karbon Aktif dalam Menyisihkan Parameter Fe dan Mn

Penelitian pemanfaatan karbon aktif dari ampas tebu dan kulit pisang kepek sebagai agen penyerap besi (Fe) dan mangan (Mn) dalam air sumur bermula dari nilai awal kadar Fe yang cukup tinggi, yaitu 2,4 mg/l dan kadar Mn sebesar 1,91 mg/L. Nilai awal dari kedua kadar logam terlarut ini menunjukkan adanya pencemaran yang signifikan dalam air sumur yang dapat berdampak negatif bagi kesehatan manusia dan ekosistem.

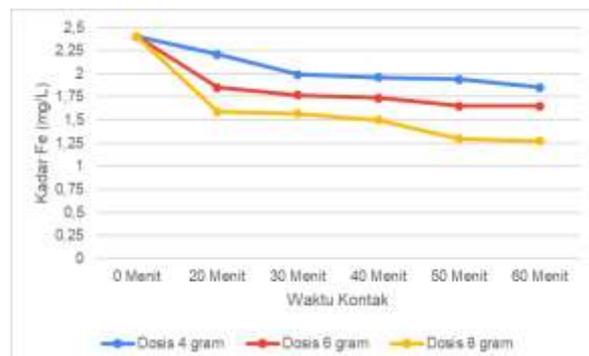
Dalam menganalisis dosis yang paling optimal dalam penelitian ini memvariasikan dosis karbon aktif yang digunakan yaitu sebanyak 4 gram, 6 gram, dan 8 gram. Setiap dosis diuji dalam kondisi yang sama untuk memastikan bahwa perbandingan hasil dapat dilakukan secara adil. Setiap dosis diuji dalam kondisi yang sama untuk memastikan bahwa perbandingan hasil dapat dilakukan secara adil. Dengan menggunakan pendekatan ini maka penelitian tidak hanya bertujuan untuk menemukan dosis optimal tetapi juga untuk memahami hubungan antara jumlah karbon aktif yang digunakan dan kemampuan pengurangan kadar Fe dan Mn dalam air sumur.

Waktu kontak antara karbon aktif dengan air sumur yang terkontaminasi juga merupakan salah satu faktor kunci dalam proses adsorpsi. Dalam penelitian ini, waktu kontak yang diuji bervariasi yang dimulai dari 20, 30, 40, 50, 60 menit. Waktu kontak yang lebih lama menjadikan karbon aktif berinteraksi lebih intens dengan ion besi (Fe) dan mangan (Mn) yang dapat meningkatkan kemampuan adsorpsi yang efektif.

Berikut dibawah ini dapat dilihat grafik hasil pengujian laboratorium kadar Fe dan Mn dari air sumur yang sudah disisihkan melalui proses adsorpsi menggunakan karbon aktif ampas tebu dan kulit pisang kepek yang dilakukan berdasarkan variasi dosis dan waktu kontak yang telah ditentukan sebagai berikut :



**Gambar 1.** Grafik Hubungan Dosis Karbon Aktif Ampas Tebu Terhadap Penyisihan Kadar Fe



**Gambar 2.** Grafik Hubungan Dosis Karbon Aktif Kulit Pisang Kepok Terhadap Penyisihan Kadar Fe

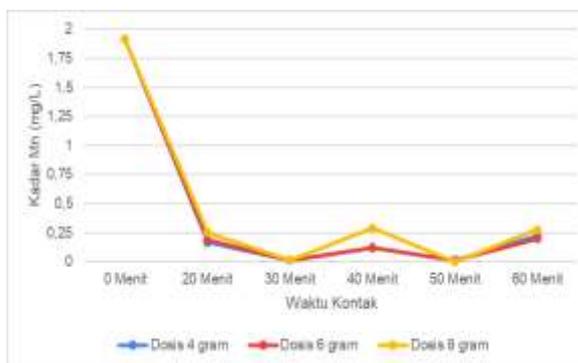
Berdasarkan **Gambar 1 – 2**, dapat diketahui dari grafik yang ada menunjukkan bahwa pada dosis 4 gram terjadi penurunan kadar Fe tidak signifikan dengan hasil nilai kadar Fe yang masih jauh di atas ambang batas yang aman. Ini menandakan bahwa dosis tersebut belum memadai untuk mengatasi kadar besi (Fe) yang ada dalam air sumur. Ketika dosis ditingkatkan menjadi 6 gram terjadi penurunan kadar Fe yang lebih baik tetapi kadar Fe masih tetap tinggi. Hal tersebut menunjukkan bahwa untuk mencapai hasil yang diinginkan diperlukan penyesuaian pada dosis karbon aktif yang digunakan maka dari itu peningkatan dosis menjadi langkah yang diperlukan. Hal ini menjadi penting mengingat salah satu tujuan penelitian adalah menurunkan kadar Fe dari 2,4 mg/l ke level yang lebih aman.

Pada penggunaan dosis 8 gram menjadi titik perhatian dalam penelitian ini yang di mana hasil menunjukkan penurunan kadar Fe yang signifikan. Pada dosis ini, karbon aktif memiliki kapasitas yang cukup untuk mengikat ion besi yang ada dan membuat kadar Fe turun secara drastis. Hal ini menunjukkan bahwa dengan meningkatkan dosis karbon aktif membuat lebih banyak pori-pori yang dapat diisi dengan ion besi sehingga menghasilkan penurunan kadar Fe yang lebih efektif dari angka awal 2,4 mg/l.

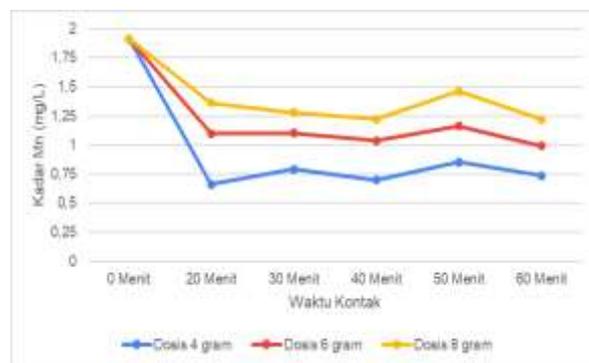
Waktu kontak 60 menit terbukti menjadi periode waktu yang paling efektif dalam penelitian ini. Selama periode ini, karbon aktif memiliki waktu yang cukup untuk berinteraksi dengan ion besi dan melakukan proses adsorpsi secara maksimal. Dengan meningkatnya waktu kontak maka ion besi memiliki lebih banyak kesempatan untuk terikat pada permukaan karbon aktif. Hal ini menunjukkan bahwa tidak hanya dosis yang penting tetapi juga durasi interaksi antara karbon aktif dan air yang terkontaminasi [14].

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa karbon aktif ampas tebu berhasil menurunkan kadar Fe dari 2,4 mg/l menjadi 0,25 mg/l. Penurunan yang signifikan ini menunjukkan bahwa ampas tebu memiliki potensi besar sebagai agen penyerap dalam pengolahan air. Dengan kadar Fe yang kini jauh di bawah batas yang ditetapkan maka proses ini menunjukkan keberhasilan karbon aktif dalam meningkatkan kualitas air. Sementara itu, karbon aktif dari kulit pisang kepok juga menunjukkan hasil yang memuaskan yang di mana kadar Fe berhasil diturunkan menjadi 1,27 mg/l. Meskipun hasilnya tidak seefektif ampas tebu tetapi penurunan kadar Fe ini tetap signifikan mengingat kadar awalnya adalah 2,4 mg/l. Ini menunjukkan bahwa kulit pisang kepok juga dapat dimanfaatkan sebagai alternatif yang baik dalam mengurangi kontaminan dari air sumur.

Selain itu, fokus penelitian ini tidak hanya pada penurunan kadar Fe tetapi juga pada penurunan kadar Mn dari air sumur. Berikut dibawah ini dapat dilihat hasil pengujian kadar Mn dari air sumur yang sudah diadsorpsi menggunakan karbon aktif ampas tebu dan kulit pisang kepok sebagai berikut :



**Gambar 3.** Grafik Hubungan Dosis Karbon Aktif Ampas Tebu Terhadap Penyisihan Kadar Mn



**Gambar 4.** Grafik Hubungan Dosis Karbon Aktif Kulit Pisang Kepok Terhadap Penyisihan Kadar Mn

Berdasarkan **Gambar 3 – 4**, dapat diketahui dari grafik yang ada menunjukkan bahwa pada karbon aktif 4 gram dengan waktu kontak 30 menit memberikan hasil yang paling optimal. Pada kondisi ini, kadar mangan dalam air sumur berhasil diturunkan hingga 0,0145 mg/l untuk karbon aktif ampas tebu. Penurunan kadar ini menunjukkan efisiensi tinggi dari karbon aktif ampas tebu dalam menyerap kontaminan mangan (Mn) dari air sumur.

Sementara itu, karbon aktif yang dihasilkan dari kulit pisang kepok juga menunjukkan hasil yang signifikan. Dalam pengujian dengan dosis yang sama pada waktu kontak 20 menit menghasilkan kadar mangan yang turun menjadi 0,662 mg/l. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun waktu kontak lebih singkat tetapi karbon aktif dari kulit pisang kepok masih mampu memberikan hasil yang efektif.

Namun, ketika dosis karbon aktif meningkat menjadi 6 gram dan 8 gram hasil pengujian menunjukkan kecenderungan fluktuatif yang naik. Hal ini berkaitan dengan kenaikan dosis karbon aktif tidak selalu berbanding lurus dengan penurunan kadar mangan yang mengindikasikan bahwa ada titik

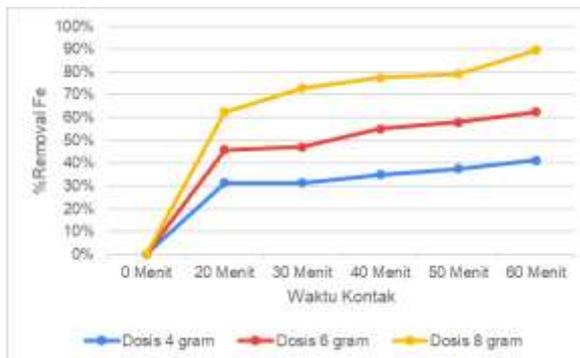
efisiensi tertentu di mana karbon aktif bekerja secara optimal dan ada titik tertentu di mana karbon aktif sudah mengalami kejenuhan penyerapan kontaminan [15].

Selain itu, faktor waktu kontak juga berperan penting dalam efektivitas proses adsorpsi. Waktu kontak yang lebih lama membuat lebih banyak molekul mangan untuk berinteraksi dengan permukaan karbon aktif. Namun, pada titik tertentu peningkatan waktu kontak tidak selalu menghasilkan penurunan kadar mangan yang signifikan. Dari hasil pengujian ini menemukan bahwa penambahan dosis di atas 4 gram dan waktu kontak cenderung tidak meningkatkan performa adsorpsi.

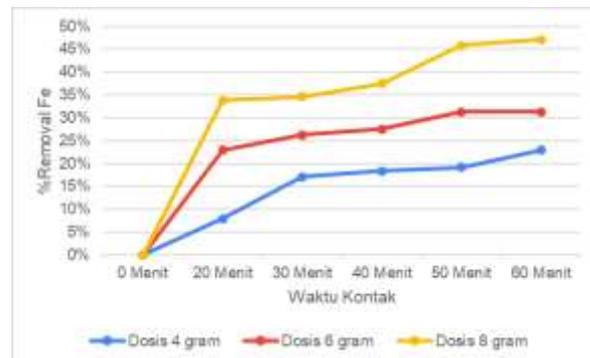
### 3.3. Efektivitas Karbon Aktif dalam Menyisihkan Parameter Fe dan Mn

Efektivitas karbon aktif dalam pengolahan air dapat diukur melalui nilai persentase pengurangan kontaminan yang terjadi (persen removal). Persentase pengurangan ini merupakan indikator penting dalam menilai kemampuan suatu bahan karbon aktif dalam menghilangkan kontaminan. Persen removal juga berfungsi sebagai parameter untuk menilai kualitas air yang telah diolah dengan semakin tinggi persentase nilainya maka semakin baik kondisi air yang dihasilkan. Persen removal dihitung dengan membandingkan konsentrasi kontaminan sebelum dan sesudah proses adsorpsi sehingga memberikan gambaran yang jelas tentang seberapa efektif karbon aktif berfungsi.

Berikut dibawah ini terdapat grafik persentase pengurangan kadar Fe yang dihitung berdasarkan penggunaan variasi dosis dan waktu kontak yang telah digunakan oleh karbon aktif ampas tebu dan kulit pisang kepek sebagai berikut :



**Gambar 5.** Grafik Hubungan Dosis Karbon Aktif Ampas Tebu Terhadap Persentase Removal Kadar Fe



**Gambar 6.** Grafik Hubungan Dosis Karbon Aktif Kulit Pisang Kepek Terhadap Persentase Removal Kadar Fe

Berdasarkan **Gambar 5** dan **6** dapat diketahui dari grafik penelitian ini dimulai pada penggunaan dosis 4 gram dan waktu kontak 20 menit. Hasilnya menunjukkan bahwa karbon aktif ampas tebu mampu menghilangkan kadar Fe sebesar 31%. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun dosis dan waktu yang digunakan relatif rendah tetapi ampas tebu sudah menunjukkan potensi sebagai bahan karbon aktif yang efektif.

Pada dosis 4 gram dan waktu kontak 20 menit karbon aktif kulit pisang kepek hanya berhasil mencapai persen removal sebesar 8% terhadap pengurangan kadar Fe. Hasil ini menunjukkan bahwa kulit pisang kepek memiliki kemampuan adsorpsi yang lebih rendah dibandingkan ampas tebu yang dapat disebabkan oleh struktur pori dan komposisi kimia yang berbeda antara kedua bahan tersebut.

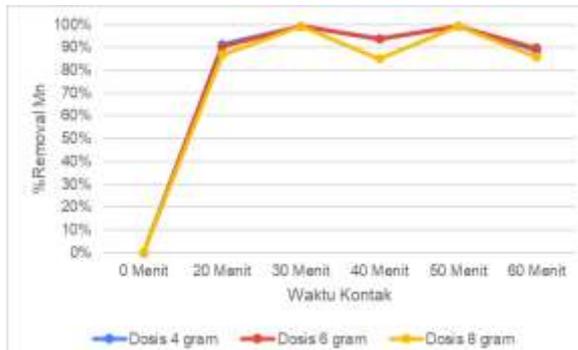
Seiring dengan peningkatan dosis dan waktu kontak, hasil yang diperoleh juga mengalami peningkatan yang signifikan. Ketika dosis karbon aktif ditingkatkan menjadi 8 gram dan waktu kontak diperpanjang menjadi 60 menit, karbon aktif ampas tebu berhasil mencapai persen removal sebanyak 90%. Angka ini menunjukkan efektivitas yang sangat tinggi dalam menghilangkan kadar Fe dari air sumur. Di sisi lain, karbon aktif kulit pisang kepek pada dosis dan waktu yang sama hanya mampu mencapai persen removal sebesar 47%. Meskipun begitu, hasil ini masih lebih baik bila dibandingkan dengan pengujian awal. Namun perbandingan antara kedua karbon aktif tersebut tetap menunjukkan selisih yang signifikan dalam efektivitasnya.

Keberhasilan karbon aktif ampas tebu dalam mencapai persen removal sebesar 90% berkaitan dengan struktur pori yang lebih besar dan lebih banyak yang membuat lebih banyak ion Fe teradsorpsi. Sebaliknya, karbon aktif kulit pisang kepek meskipun menunjukkan peningkatan persen removal tetapi masih terhambat oleh karakteristik fisik.

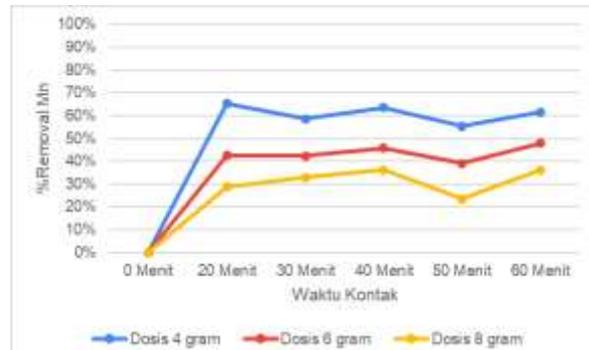
Kombinasi antara dosis yang lebih tinggi dan waktu kontak yang lebih lama terbukti efektif dalam meningkatkan kemampuan adsorpsi kedua bahan karbon aktif tersebut dalam mengurangi kadar Fe dalam

air sumur. Namun, perbedaan yang mencolok dalam hasil akhir menunjukkan bahwa ampas tebu lebih unggul dan lebih cocok digunakan sebagai bahan karbon aktif dalam pengolahan air yang mengandung kadar Fe. Dari hasil ini menegaskan pentingnya pemilihan jenis karbon aktif dalam aplikasinya.

Dalam penelitian ini juga menganalisis efektivitas karbon aktif ampas tebu dan kulit pisang kepok untuk menurunkan kadar Mn dari air sumur yang dapat dilihat pada grafik dibawah ini sebagai berikut :



**Gambar 7.** Grafik Hubungan Dosis Karbon Aktif Ampas Tebu Terhadap Persentase Removal Kadar Mn



**Gambar 1.** Grafik Hubungan Dosis Karbon Aktif Kulit Pisang Kepok Terhadap Persentase Removal Kadar Fe

Berdasarkan **Gambar 7** dan **8** dapat diketahui dari grafik menunjukkan bahwa dosis 4 gram karbon aktif ampas tebu dengan waktu kontak 30 menit mencapai persen removal yang sangat tinggi yaitu 99%. Hal ini menunjukkan bahwa karbon aktif ampas tebu sangat efektif dalam menghilangkan kadar mangan dari air sumur dengan dosis dan waktu yang cenderung sedikit. Efisiensi pengurangan kadar mangan ini berkaitan dengan struktur porositas yang baik dan kemampuan adsorpsi yang tinggi dari karbon aktif ampas tebu.

Pada karbon aktif kulit pisang kepok menunjukkan hasil yang berbeda. Dengan dosis 4 gram dan waktu kontak 20 menit persen removal yang dicapai adalah 65%. Meskipun hasil ini menunjukkan hasil yang efektif tetapi angka tersebut jauh lebih rendah dibandingkan dengan karbon aktif ampas tebu. Hal ini disebabkan oleh perbedaan dalam komposisi kimia dan struktur fisik antara kedua jenis karbon aktif yang digunakan.

Saat dosis karbon aktif meningkat menjadi 6 gram dan 8 gram dapat dilihat pada grafik bahwa efisiensi penurunan kadar mangan cenderung fluktuatif dan bahkan menurun. Penurunan ini disebabkan oleh efek jenuh yang membuat peningkatan dosis karbon aktif tidak lagi meningkatkan kapasitas adsorpsi tetapi malah mengganggu interaksi antara kadar mangan dan permukaan karbon aktif.

Selain itu, waktu kontak yang lebih lama juga tidak selalu menjamin peningkatan persen removal dari karbon aktif yang digunakan. Pada dosis yang lebih tinggi dan waktu kontak diperpanjang, pengaruhnya terhadap efektivitas karbon aktif menjadi kurang signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa ada titik optimal dan titik jenuh karbon aktif yang harus dipertimbangkan secara cermat untuk mencapai hasil yang maksimal.

Dari hasil penelitian ini juga menggarisbawahi pentingnya memperhatikan karakteristik fisik dan kimia dari bahan baku yang digunakan untuk membuat karbon aktif. Karbon aktif ampas tebu dengan strukturnya yang lebih berpori dan luas permukaan yang lebih besar menunjukkan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan karbon aktif kulit pisang kepok. Hal ini menunjukkan bahwa pemilihan bahan baku sangat mempengaruhi efektivitas karbon aktif.

#### 4. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian adsorpsi ini yaitu karakteristik karbon aktif yang dibuat dari ampas tebu dan karbon aktif kulit pisang kepok sudah sesuai dengan SNI 06-3730-1995. Dosis optimal karbon aktif ampas tebu yaitu untuk parameter Fe terdapat pada dosis 8 gram dengan persen removal mencapai 90% dan untuk parameter Mn terdapat pada dosis 4 gram dengan persen removal mencapai 99%. Lalu, dosis optimal karbon aktif kulit pisang kepok yaitu untuk parameter Fe terdapat pada dosis 8 gram dengan persen removal mencapai 47% dan untuk parameter Mn terdapat pada dosis 4 gram dengan persen removal mencapai 65%.

## 5. Referensi

- [1] Effendi, H. (2003). *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya Dan Lingkungan Perairan* (1st Ed.). Pt. Kanisius.
- [2] Tampubolon, M. G. (2017) Pengaruh Kadar Mangan (Mn) Pada Air Baku dan Air Reservoir dengan Menggunakan Metode Colorimetri Laboratorium Instalasi Pengolahan Air Minum PDAM Tirtanadi Sunggal, balita BGM. Skripsi Universitas Sumatera Utara.
- [3] Said, N.I. (2005). Metode Menghilangkan Zat Besi dan Mangan di dalam Penyediaan Air Minum Domestik. *Jurnal Air Indonesia (JAI)*. 1(5): 239-250.
- [4] Atikah, A. (2017). Efektifitas Bentonit Sebagai Adsorben Pada Proses Peningkatan Kadar Bioetanol. *Jurnal Distilasi*, 2(2), 23–32.
- [5] Nurkholifa, A. (2019). Pembuatan Karbon Aktif dari Ampas Sagu sebagai Adsorben Logam Fe dalam Limbah Laboratorium Kimia. Skripsi. Ambon: Universitas Pattimura.
- [6] Kateren. (1987). *Pengantar Teknologi dan Lemak Pangan Edisi 1*. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- [7] Ali, F., Fithri, A. R., & Adhitya, R. H. (2017). Pemanfaatan Limbah Karet Alam Dan Ampas Tebu Sebagai Adsorben Crude Oil Spills. *Teknik Kimia*, 23 (1), 9-16.
- [8] Sukowati, A., Sutikno, S., & Rizal, S. (2014). Produksi Bioetanol dari Kulit Pisang Melalui Hidrolisis Asam Sulfat. *Jurnal Teknologi Dan Industri Hasil Pertanian*, 19(3), 274–288.
- [9] Hasanah, H., Sirait, R., & Lubis, R. Y. (2022) Pengaruh Konsentrasi Aktivator H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> Terhadap Karbon Aktif Ampas Tebu. *Journal Online Of Physics*, 8(1):11-15.
- [10] Sariwahyuni. Yusuf, A. A., Khulwa, S. M., Latifah. (2023). Pemanfaatan Karbon Aktif Kulit Pisang (Musa Paradisiacara R) Sebagai Adsorben Untuk Menyisihkan Padatan Terlarut dan Logam Besi (FE) Pada Air Sungai Tello. *Politeknik ATI Makassar. JTKM 2* (2): 93-97.
- [11] Ariyanti, S. P., Anas, M., Erniwati. (2020). Analisis Kandungan Logam Berat pada Air Sumur Gali Dusun IV Desa Poasaa Kabupaten Konawe . *Jurnal Penelitian Pendidikan Fisika* 5(1), 72–77.
- [12] Badan Standardisasi Nasional. (1995). SNI 06-3730-1995: Arang Aktif Teknis. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- [13] Sabrina, M. (2019). Sintesis Dan Karakterisasi Biosorben Dari Limbah Sabut Pinang (Areca Catechu L.). *Fakultas Tarbiyah Dan Keguruan Universitas Islam Negeri Sultan Thaha Saifuddin Jambi*. Skripsi.
- [14] Bangun, H. A., Sitorus, M. E. J., Manurung, K., & Ananda, Y. R. (2022). Penurunan Kadar Besi ( Fe ) Dengan Metode Aerasi- Filtrasi Air Sumur Bor Masyarakat Kelurahan Tanjung Rejo. *Human Care Journal*, 7(2), 450–459.
- [15] Imani, A., Sukwika, T., & Febrina, L. (2020). Karbon Aktif Ampas Tebu Sebagai Adsorben Penurun Kadar Besi Dan Mangan Limbah Air Asam Tambang. *Jurnal Teknologi*, 13(1), 33–42. <https://Dx.Doi.Org/10.24853/Jurtek.13.1.33-42>.