

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Umum Air Bersih

1. Pengertian Air Bersih

Air menutupi sekitar 71% permukaan bumi, dengan 1,4 triliun kilometer kubik air yang tersedia. Air adalah elemen yang tidak bisa dipisahkan dari kehidupan manusia, agar manusia dapat bertahan hidup, air harus dalam jumlah yang banyak (Marlinae et al. 2021). Air memiliki peran vital dalam meningkatkan kesehatan masyarakat karena dapat menjadi media penyebaran berbagai penyakit, terutama penyakit yang berkaitan dengan perut. Air dari sumber yang bersih dan aman dapat dikonsumsi, tetapi jika mengandung bibit penyakit, bahan kimia atau limbah industri air tersebut dianggap tercemar (Widyaningsih 2022). Air menjadi masalah penting dalam kehidupan, yang dibutuhkan untuk kebutuhan sehari-hari (Triana and Sani 2023).

Air juga merupakan senyawa kimia yang berperan dalam keberlangsungan hidup makhluk bumi, air permukaan tawar dan air tanah murni adalah air yang paling banyak digunakan oleh manusia (Willar, Prabowo, and Pambudi 2023). Air bersih wajib masuk standar kimia, mikrobiologi, dan fisika. (Marlinae et al. 2021) standar kualitas air bersih menurut Peraturan Menteri Kesehatan No. 2 tahun 2023 tentang Kesehatan Lingkungan. Dalam mengukur kualitas air terdapat tiga aspek yang diukur, yaitu: aspek kimia, fisika dan biologi (Elvida 2021)

Sumber air muncul dari air permukaan yaitu air sungai dan danau. Kualitas sumber air bervariasi tergantung faktor dan aktivitas manusia. Air bawah tanah

dan permukaan berkualitas jika tanah sekitarnya tidak tercemar (Marlinae et al. 2021). Saat ini, ada dua sistem yang dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan air bersih di kota yaitu dengan sistem perpipaan dan sistem non perpipaan (Silangen, Tilaar, and Sembel 2020).

Air sumur adalah salah satu sumber air tanah yang menyumbang sekitar 0,6% dari total air di bumi, itu artinya jika digabungkan seluruh air di atmosfer, air tanah bisa melampaui air sugai dan danau (Marlinae et al. 2021).

2. Standar Baku Mutu Air Bersih

Air bersih dipersyaratkan untuk keperluan higiene dan sanitasi dengan ketentuan yaitu air yang digunakan untuk keperluan higiene perorangan dan/atau rumah tangga yang airnya diakses secara mandiri atau yang memiliki sumber air sendiri untuk keperluan sehari-hari sehingga penetapan Standar baku mutu kesehatan lingkungan yang diatur dalam PERMENKES Nomor 2 Tahun 2023 Tentang Peraturan pelaksanaan peraturan pemerintah nomor 66 tahun 2014 tentang kesehatan lingkungan, dapat dilihat pada Tabel 2.1

Tabel 2 1 Parameter air bersih

Jenis Parameter	Batas maksimum yang diizinkan	Satuan
Fisik		
Kekeruhan	<3	NTU
Warna	10	TCU
Bau	Tidak Berbau	-
Kimia		
pH	6,5 – 8,5	-
Besi (Fe) (terlarut)	0,2	mg/L
Mangan (Mn) (terlarut)	0,1	mg/L

Sumber : Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor : 2 Tahun 2023

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 telah dipersyaratkan kandungan logam berat Besi (Fe) berada pada 0,2 mg/L, Mangan (Mn) 0,1 mg/L dan pH 6,5 – 8,5.

3. Ciri-Ciri Air Bersih

a. Ciri Kimia

1. Derajat Keasaman (pH)

Potensi hidrogen (pH) merupakan suatu ukuran kuantitatif yang mengindikasikan tingkat keasaman atau kebasaan suatu larutan. pH dengan nilai rendah <6,5 mampu membuat korosifitas logam mejadi bertambah dan lebih buruk lagi jika tercampur bahan kimia lain dapat berubah menjadi racun, yang dapat membahayakan kesehatan manusia (Elvida 2021). Suhernomo dkk (Suhernomo et al. 2014) menyatakan bahwa pH dari sampling air tanah yang diambil masih di bawah 6,5 yang disebabkan oleh logam terlarut khususnya besi dalam bentuk ion Fe^{2+} atau Fe^{3+} . Sumber kelarutan ini adalah air tanah, yang tidak mendapatkan oksigen dari udara, tetapi dari aktivitas mikrobia yang mengubah bahan organik. Selain itu, potensi reduksi memengaruhi hasil pH air. Nilai korelasi -0,75 atau hubungan kuat negative yang berarti bahwa pH air akan menurun atau menjadi asam saat kondisi air kekurangan oksigen atau reduksi yang meningkat. Pada suhu 25⁰ Celcius, pH air murni adalah 7,0 dan larutan dengan pH kurang dari 7 disebut asam, dan larutan dengan pH lebih dari 7 disebut basa atau alkali (Widyaningsih 2022).

2. Besi (Fe)

Besi (Fe) berdasarkan massa unsur paling umum di bumi yang membentuk sebagian besar bagian inti luar dan dalam bumi. Fe^{2+} atau Fe^{3+} merupakan bentuk besi di dalam air terlarut di dalamnya. Besi adalah logam berat yang menghambat proses desinfeksi. Besi adalah logam yang termasuk dalam deret transisi pertama. Dalam air, ketika ion besi tereduksi, ia berbentuk *ferro* (ion besi valensi II). Namun, jika bersanding dengan oksidator yaitu oksigen berasal dari udara, besi menjadi cepat teroksidasi berubah menjadi ion *ferric* (bervalensi III) yang kemudian dapat bereaksi kembali menjadi oksida yang tidak larut. Pada pH besi <3,5, ion *ferric* akan tetap larut dalam larutan asam (Hafiz 2023).

Salah satu parameter kimia yang diperhitungkan saat mengevaluasi kemurnian air bersih adalah zat besi (Fe). Peningkatan kadar zat besi (Fe) di atas ambang batas yang direkomendasikan (0,2 mg/L) bisa menyebabkan kekeruhan, rasa, warna (kuning), sedimentasi pada dinding pipa, dan penurunan fungsi paru-paru (Said 2005).

3. Mangan (Mn)

Mangan (Mn) adalah satu dari sekian parameter kimia yang dipakai untuk mengevaluasi kualitas air bersih. Kadar mangan (Mn) yang melebihi ambang batas yang dianjurkan (0,1 mg/L) bisa menyebabkan masalah kesehatan, seperti gangguan neurologis, gangguan perilaku, dan gangguan pada sistem reproduksi (Elvida 2021). Gangguan pada pembuluh vaskuler, jantung dan sistem saraf (Karuniawan and Ali 2021).

B. Tinjauan Umum Adsorpsi

Adsorpsi adalah proses penyerapan atom, ion, atau molekul dalam larutan pada permukaan zat penyerap ini terjadi antara fase gas-padat ataupun cair-padat. Adsorbat disebut zat yang diserap, sedangkan adsorben adalah zat yang menyerap (Saputri 2020). Bahan yang dijadikan adsorben adalah bahan yang berpori karena proses adsorpsi akan berlangsung pada dinding pori. Adsorben murni memiliki kemampuan serap yang lebih baik. Selain itu, luas permukaan dan volume pori adalah parameter penting dalam menentukan kualitas bahan adsorben (Azizah, Suwandi, and Fitriyanti 2019). Semakin lebar permukaan adsorben maka volume pori semakin meningkat jumlah molekul adsorbat. Adsorbat dapat berupa zat padat, zat cair, dan gas (Abdi, Khair, and Saputra 2015).

Penelitian yang dilakukan kali ini menggunakan adsorben berupa karbon aktif dari kulit pisang kepok. Proses adsorpsi dimulai ketika massa cairan berpindah ke permukaan butir. Selanjutnya, terjadi pertukaran dari permukaan butir menuju bagian dalam butir melalui pori-pori. Massa cairan dalam pori berpindah ke dinding pori, dan proses adsorpsi akhirnya terjadi di dinding pori tersebut. Menurut Ismiyati (Ismiyati 2020) Tahap adsorpsi dilakukan dua metode: pengadukan dan filtrasi.

Menurut Ismiyati (Ismiyati 2020) pemicu yang terdapat pada tahap adsorpsi, yakni:

1. Proses pengadukan

Jika proses pengadukan relative kecil maka adsorben susah menembus lapisan film antara permukaan adsorben dan *Film diffusion*. Sebaliknya Jika pengadukan

dilakukan dengan baik, hal ini akan meningkatkan *film diffusion* hingga mencapai titik *pore diffusion*, yang merupakan faktor pembatas dalam sistem *batch* dengan pengadukan intensif. *Film diffusion* merupakan faktor pembatas yang dapat memperlambat kecepatan penyerap.

2. Ciri adsorben

Ciri adsorben adalah ukuran partikel dan luas permukaannya. Ukuran partikel dan luas permukaan memiliki hubungan negatif; semakin kecil diameter adsorben, semakin besar luas permukaannya untuk berinteraksi dengan logam berat, dan sebaliknya.

3. Kelarutan adsorben

Dalam larutan yang terpisah, molekul-molekul terikat pada permukaan adsorben melalui proses adsorpsi. Bagian yang terlarut memiliki pengaruh terhadap cairan, sedangkan unsur yang sulit larut cenderung lebih mudah diserap oleh adsorben dibandingkan unsur yang terlarut.

4. Waktu kontak

Diperlukannya waktu kontak untuk mencapai kesetimbangan adsorpsi. Jika larutan berisi adsorben diam, maka perpindahan adsorbat melalui permukaan adsorben akan berjalan lambat. Oleh karena itu, pengadukan diperlukan untuk mempercepat proses adsorpsi.

5. Temperatur

Jenis penyerapan memengaruhi hubungan antara suhu dan proses adsorpsi. Dengan bertambahnya suhu maka penghilangan logam meningkat selama proses

endoterm. Tetapi, jika bertambahnya suhu logam berat mengalami penurunan karena adsorpsi berjalan secara eksoterm.

6. pH

Karakteristik air bersih bisa dinilai dengan memanfaatkan tingkat pH (derajat keasamaan). Air harus bebas dari sifat asam atau basa untuk mencegah logam berat dan korosi pada distribusi air. Tingkat pH 6,5 hingga 9 sangat ideal untuk air bersih. Air bersih yang memiliki pH sekitar 7 dianggap netral. Ini bermakna air itu tidak terlalu asam atau basa dan cocok untuk banyak penggunaan, termasuk minum dan memasak.

7. Massa adsorben

Massa adsorben memiliki pengaruh besar kepada efisiensi penghilangan kandungan berat dari air limbah. Dengan peningkatan massa bioadsorben, jumlah partikel dan luas permukaan bioadsorben juga meningkat, yang meningkatkan jumlah situs ion pengikat logam dan akibatnya meningkatkan efisiensi penghilangan logam.

C. Arang Aktif

Karbon aktif mempunyai permukaan besar antara 300-2500 m²/gram dan memiliki struktur dengan daya serap tinggi terhadap larutan atau uap. Hal ini disebabkan oleh permukaan dalam karbon yang besar, sehingga dapat menyerap dengan baik. Suatu partikel karbon aktif terbentuk dari berbagai lapisan pori (Tani 2023). Karbon aktif mempunyai bentuk mikrokristalin dan non-grafit. Non-grafit ialah hidrogen yang berukuran kecil atau oksigen (Lubis, Nasution, and Zubir 2020).

Karbon aktif dapat menjernihkan air karena terdiri dari karbon, selulosa, kandungan air dan kadar debu. Karbon aktif biasanya digunakan dalam pengolahan air limbah untuk menghilangkan bau, warna, dan polusi zat organik dan anorganik. Selain itu, karbon aktif sering dimanfaatkan untuk mengurangi berbagai logam berat, pendinginan elektrokatalis, berperan dalam tahap pemurnian gas, dan penjernihan air yang dikenal sebagai tahap pemurnian air. (Elvida 2021) (Lubis et al. 2020).

Arang aktif adalah karbon yang sangat kuat menyerap anion, kation, dan molekul dalam larutan dan gas. Hal tersebut berlaku untuk senyawa organik dan anorganik. Arang aktif mempunyai permukaan relatif bebas dari deposit, dengan luas permukaan dan pori-pori terbuka, sehingga mempunyai daya serap tinggi. Arang biasa diubah menjadi arang aktif melalui proses aktivasi. Bahan baku arang aktif dapat berasal dari tumbuh-tumbuhan, limbah atau mineral yang mengandung karbon yang kemudian dapat dibuat menjadi karbon aktif (Budiman, Yulianti, and Jati 2018).

Sedangkan menurut Elvida (Elvida 2021) pada saat membuat karbon aktif, digunakan proses karbonisasi, proses pemecahan dari bentuk bahan organik ke karbon dengan pembakaran pada suhu 400-900 °C. Proses ini bertujuan untuk menguapkan zat *volatile* yang berguna untuk membuka pori pori permukaan dari bahan. Setelah karbonisasi, dilakukan proses aktivasi untuk memperlebar diameter pori-pori, meningkatkan volume yang diserap, dan mengoptimalkan kinerja adsorpsi. Tahap tahap yang mempengaruhi daya serap arang aktif meliputi sifat

larutan, adsorbat, sifat karbon aktif, sistem kontak, serta metode aktivasi yang digunakan pada karbon aktif.

D. Tinjauan Umum Kulit Pisang Kepok (*Musa acuminata*. L)

Pisang adalah tanaman buah yang paling umum di Indonesia dan tinggi nutrisi dibandingkan dengan buah lain. Kategori tanaman ini adalah monokotil karena dapat ditanam dan tumbuh di berbagai jenis tanah, termasuk tanah miring dan datar. Tanaman ini menjulang hingga antara 2-9 meter dan memiliki akar serabut (Hafiz 2023). Adapun taksonomi tanaman pisang sebagai berikut :

Devisi	: <i>Spermatophyte</i>
Sub Devisi	: <i>Angiospermae</i>
Kelas	: <i>Monocotyledonae</i>
Famili	: <i>Musaceae</i>
Genus	: <i>Musa</i>
Spesies	: <i>Musa Spp</i>

Kulit pisang biasanya berwarna hijau, hijau kekuningan, atau kuning tergantung pada bahan yang ada di dalamnya. Komponen umum kulit pisang adalah protein, serat kasar, lemak kasar, abu, kadar air, karbohidrat, lemak dan lainnya. Kulit pisang kepok dapat diubah menjadi karbon aktif, Menurut analisis Van Soest dan Tanin, kandungan lignin, selulosa, dan hemiselulosa dalam kulit pisang masing-masing adalah 20,21%, 9,525%, dan 7,48%. Kandungan *lignoselulosa* menunjukkan bahwa kulit pisang mengandung banyak karbon. Material tersebut memiliki kandungan karbon 35% hingga 40%. Senyawa ini dapat menjadikan kulit pisang sebagai sumber karbon aktif (Azizah et al. 2019).

Nilai karbonisasi kulit pisang kepok adalah 96,56% ketika digunakan sebagai karbon aktif (Qorina et al. 2023).

Kulit pisang ialah limbah yang bermanfaat bagi komponen biokimia, seperti pigmen klorofil, hemiselulosa, zat pektin, dan selulosa yang memiliki arabinosa, rhamnosa, asam galakturonat. Asam galakturonat merupakan gugus fungsi gula karboksilat yang mampu mengikat ion logam. (Manurung et al. 2023). Penelitian ini menunjukkan bahwa selulosa memungkinkan pengikatan logam berat. Ion logam berat dan kadar kekeruhan air yang terkontaminasi dapat dikurangi dengan menggunakan limbah kulit pisang yang dicincang (Erwinsyah, Waryati, and Meicahayanti Ika 2019). Limbah kulit pisang yang telah dicincang dapat digunakan untuk menahan tembaga dan ion timbal dari air yang terkontaminasi, dengan konsentrasi Cu dan Pb mencapai keseimbangan dalam waktu hanya 20 menit. Kulit pisang kepok ini efektif sebagai ekstraktor logam berat. (Abdi et al. 2015).

Menurut penelitian Hafiz (Hafiz 2023) seperti penjelasan diatas kulit pisang kepok dapat menyerap ion logam karena memiliki senyawa *Selulosa* didalam kulit pisang tersebut. Logam akan terikat dengan muatan positif karena gugus *Hidroksil* yang kaya dengan elektron. Kulit pisang kepok memiliki 77% karbon, 11,48% karbohidrat, 17,04% *Selulosa*, 73,60% kandungan air, tiap 10 gram mengandung 52,1% zat pektin dinilai mampu mengurangi kadar besi dan kadmium dalam air sumur. Zat pektin dan *Selulosa* dapat menyerap kandungan logam berat yang ada di kulit pisang yang sudah matang.

Kulit pisang kepok menyerap logam mangan (Mn) dengan baik. Dengan menggunakan kulit pisang kepok sebagai karbon aktif, logam mangan dan besi dalam air sumur dapat dikurangi, seperti pada penelitian Qorina dkk (Qorina et al. 2023) Menurut hasil kualitas air sumur gali setelah pemfilteran yang optimal, sampel C memiliki bahan karbon aktif kulit pisang kepok sebesar 75% dan zeolit sebesar 25%. Nilai kadar besi sebesar 0,07543 mg/L dan nilai mangan sebesar 0,03021 mg/L, dengan hasil presentase penurunan kadar besi 97,88% dan mangan 98,25%.

E. Tinjauan Umum Filtrasi

Filtrasi adalah proses penggunaan media filter dengan pori-pori atau celah kecil yang bisa menampung partikel padat untuk memisahkan zat padat dari cairan atau gas. Pasir atau campuran pasir, kerikil, batu, kertas atau kain, sabut kelapa, dan arang aktif biasanya dijumpai dalam media filtrasi. Semua media filter dipakai untuk menyaring zat padat polutan dari air, dan ini adalah tujuan umumnya (Ratna N.N. and Purnomo 2019). Ukuran pori media pemfilteran memengaruhi kualitas air yang dihasilkannya. Filtrasi mampu menurunkan bakteri, termasuk mangan, besi, bau, warna dan rasa. Selama proses filtrasi, pengotor yang terdapat dalam media filter akan menyebabkan penyumbatan di lubang pada material, yang dapat menyebabkan tekanan lebih rendah (Jumiati and Tambunan 2022). Adanya tumpukan partikel yang terhambat pada pori media maka akan membuat air menjadi lebih bersih.

Dalam pengolahan air bahan media filter dapat berupa pasir, batu, arang, plastik, dan zeolit. Setiap bahan media filter digunakan untuk menyaring padatan

pencemar dari air tanah. Bahan media filter yang tepat bahkan dapat menghilangkan partikel kimiawi dan organik seperti berkarat, berlumpur, berminyak, kekeruhan, dan berwarna dari air (Mulia 2021). Selain berfungsi secara mekanis dalam menjernihkan air, filter juga berperan secara biologis dalam mengubah senyawa amonia yang berbahaya menjadi senyawa nitrat yang tidak berbahaya melalui proses yang dikenal sebagai nitrifikasi. Filter dapat berfungsi dengan tiga cara yaitu penyerapan, berikatan dan pertukaran ion (Ria R 2022).

Pada kulit pisang, prinsip dasar filtrasi adalah menyaring molekul padat yang tercampur dalam larutan. Selama proses filtrasi dengan media pori, filtrasi air dapat memisahkan atau menyaring bahan agar tidak terendapkan secara fisika, kimia, atau biologis. Penjernihan kulit pisang meningkatkan pH air menjadi 7,0–8,5 untuk memenuhi kriteria dan tidak mengganggu rasa dan bau (Sihite et al. 2023). Cara kerja dari filtrasi adalah pertama air kotor masuk melalui pipa input kemudian air tersebut mengalir ke dasar tabung yang melewati media filter seperti krikil, arang aktif kulit pisang kepok, pasir silika dan zeolite, setelah melewati proses tersebut air akan keluar melalui kran output dan bisa langsung digunakan (Dinata 2021). Arang aktif berfungsi untuk memisahkan kandungan amonia dengan menyerap zat racun dalam air (Ria R 2022).

F. State Of Art (Matriks Penelitian)

Literasi terdiri dari penelitian sebelumnya sebagai dasar untuk membuat kerangka penelitian yang akan dilakukan. Berikut disajikan penelitian terdahulu dalam **Tabel 2.2.**

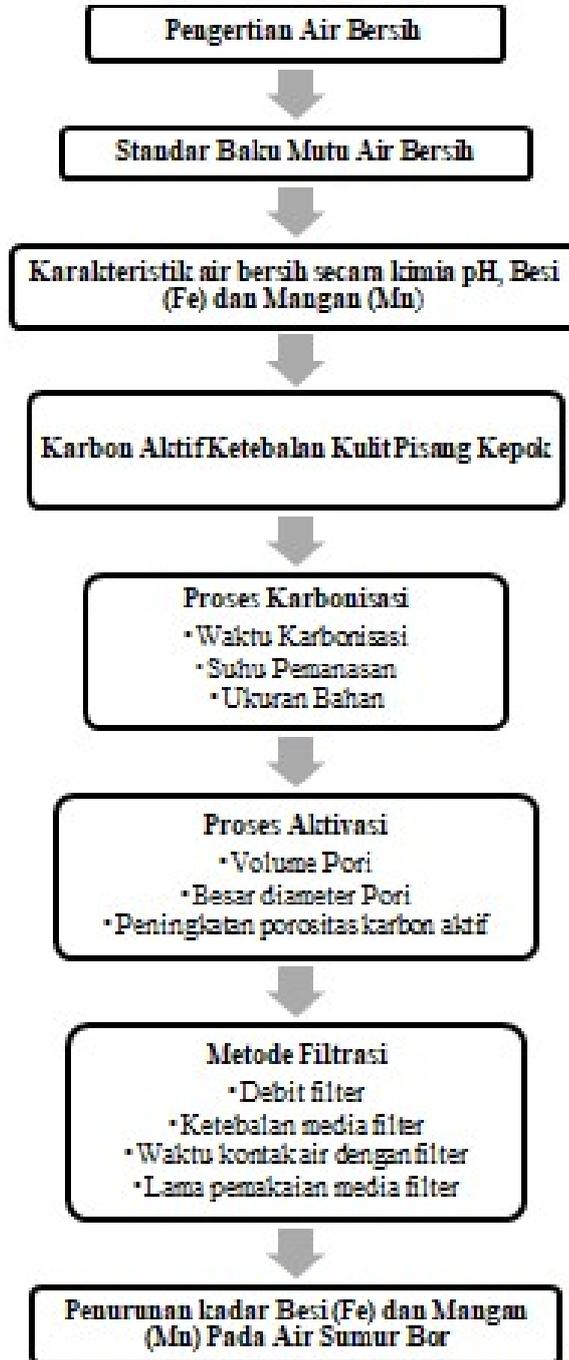
Tabel 2 2. State Of Art

No.	Judul	Nama Penulis	Tahun	Metode	Hasil
1.	Aktivitas Penurunan Kadar Fe dan Mn Pada Air Sumur Gali Kelurahan Jati Utomo Kota Binjai Dengan Metode Filtrasi	Rizki Qorina, Masthura, Ety Jumiati	2023	Ekperimen	Berdasarkan hasil kualitas air sumur gali setelah pemfilteran diperoleh sampel C dengan komposisi karbon aktif kulit pisang kapok sebesar 75% dan zeolite 25% yang memiliki nilai kadar Fe sebesar 0,07543 mg/L, Mn sebesar 0,03021 mg/L dengan presentase kadar Fe sebesar 97,88%, Mn sebesar 98,25% yang sesuai dengan standar mutu air bersih menurut PERMENKES RI No.02 Tahun 2023
2.	Kombinasi <i>Tray Aerator</i> Dan Filtrasi Untuk Menurunkan Kadar Besi (Fe) Dan Mangan (Mn) Pada Air Sumur	Muhammad Al Kholif, Sugito, Pungut, dan Joko Sutrisno	2020	Ekperimen	Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem <i>aerasi tray</i> mampu menurunkan kadar besi sebesar 98,34% dan kadar Mn sebesar 97,40%. Penerapan filtrasi karbon aktif mampu menurunkan kadar besi sebesar 98,48% dan kadar Mn sebesar 98,25%. Proses filtrasi dengan pasir zeolit mampu menurunkan kadar besi sebesar 98,43% dan kadar Mn sebesar 97,44%.
3.	Pemanfaatan Arang Aktif Kulit Pisang Kepok Sebagai Adsorben Terhadap Penurunan Kadar Polutan Air Sumur Gali Dengan Sistem Air Mengalir	Triatmi Sri Widyarningsih, S.T., M.T.	2022	Ekperimen	Hasil yang diperoleh penurunan dalam waktu kontak 20 menit mampu menurunkan kadar Fe sebesar 98,64% (tanpa aktivator) dan melalui proses aktivator mengalami penurunan hingga 95,23% pH 6,5 – 7,5. Disimpulkan bahwa arang kulit kapok tanpa memakai aktivator dapat digunakan sebagai adsorben dan mudah diaplikasikan di masyarakat.

No.	Judul	Nama Penulis	Tahun	Metode	Hasil
4.	Uji Efektivitas Nanopartikel Karbon Aktif Dari Kulit Pisang Kepok (<i>Musa acuminata</i>) Untuk Pengolahan Air Bersih	Desi Elvida	2021	Eksperimen	Hasil Penelitian menunjukkan bahwa ukuran karbon, massa dan waktu kontak mempengaruhi efektivitas dan kapasitas adsorpsi. Nanopartikel karbon aktif kulit pisang kapok memiliki nilai efektivitas dalam mereduksi kekeruhan sebesar 100%, mereduksi kesadahan 99,60%, menormalisasikan pH 7 dan menurunkan kandungan Mn sebesar 99,89%.
5.	Kinerja Beberapa Variasi Kulit Pisang Jenis Lokal Terhadap Reduksi Besi (Fe) Dalam Air	Melin Nekawati Manurung, Ahmad Fikri, Bambang Murwanto, Prayudhy Yushananta	2023	Spectrophotometry	Kinerja reduksi terbaik diperoleh pada penggunaan kulit pisang kapok, dosis 30% dan waktu kontak 6 jam, sebesar 69,66%. Uji statistic <i>two-way anova</i> menunjukkan ada pengaruh jenis kulit pisang dengan variasi dosis dan waktu kontak dalam reduksi Fe.

G. Kerangka Teori

Berikut Kerangka Teori Studi ini, yaitu:



Gambar 2. 1. Kerangka Teori Penelitian