

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Air bersih salah satu sumber daya yang penting bagi kehidupan makhluk hidup. Air bersih rata-rata digunakan oleh penduduk Indonesia yang berasal dari sumur bor/pompa dengan persentase (35,04%) dan sumur terlindung/sumur tak terlindung (30,13%) (Susenas, 2020). Kualitas air bersih sering menjadi masalah bagi masyarakat dikarenakan belum sesuai dengan persyaratan air bersih menurut Permenkes RI Nomor 32 Tahun 2017 (Febrina & Astrid, 2014).

Masyarakat masih banyak menggunakan air bersih dengan sumber dari air tanah yang dangkal. Letaknya yang tidak terlalu dalam di permukaan tanah. Sehingga, memudahkan terjadinya proses peresapan air (Bekti Oktiana *et al.*, 2019). Air tanah yang dangkal tidak disarankan menurut Permenkes RI Nomor 32 Tahun 2017. Karena mudah terjadinya kontaminasi melalui rembesan maka perlu dilakukan pengolahan (Hardyanti *et al.*, 2016).

Kadar Fe (besi) merupakan salah satu masalah yang terdapat dalam penggunaan air bersih. Dalam semesta ini ditemukan logam-logam di darat yang terlarut bersama dengan air, sehingga dapat mencemari air tersebut. Hal itu terjadi akibat sumber pencemaran yang berhubungan dengan logam seperti peleburan logam dan pertambangan (Maria A, 2017). Tingginya kadar Fe (besi) dapat ditemukan di salah satu air tanah yang berlokasi di Gempol Kabupaten Pasuruan. Menurut BPS, Pendataan Potensi Desa (Podes) 2020 terdapat 7 desa yang menggunakan sumur yaitu desa Gempol, Kejapanan, Bulusari, Carat, Winong, Legok, dan Randupitu dimana masyarakat menggunakan sumur sebagai penyediaan air bersih. Dari survey pendahuluan yang dilakukan di 7 desa terdapat kadar Fe sebesar 7,82 mg/l di desa Gempol, 6,87 mg/l di desa Legok, 0,08 mg/l di desa Bulusari, 0,36 mg/l di desa Carat, 0,01 mg/l di desa Winong, 0,33 mg/l di desa Kejapanan, dan 0,12 mg/l di desa Randupitu. Sehingga survey pendahuluan dilakukan di Desa Gempol

Kecamatan Gempol dengan jumlah satu sampel yang dilakukan pemeriksaan secara kimia didapatkan kadar Fe tinggi sebesar 7,82 mg/l.

Didalam manusia Fe (besi) dibutuhkan untuk metabolisme tubuh sebagai pembentukan eritrosit yang mengikat dan mengalirkan oksigen ke seluruh tubuh dengan jumlah yang kecil yaitu 7-35 mg per hari. Namun, tidak semuanya diperoleh dari air (Bekti Oktiana *et al.*, 2019). Adanya kadar Fe yang tinggi dalam air dapat mengakibatkan dinding bak mandi dan pakaian bewarna kuning akibat kontak dengan udara dan juga berbau tidak sedap seperti bau logam. (Nuryana, *et al.*, 2019). Berdasarkan Permenkes RI Nomor 32 Tahun 2017 kadar Fe yang diperbolehkan sebesar 1,0 mg/l. Jika kadar Fe diatas baku mutu tersebut maka menyebabkan masalah pada manusia seperti gangguan kesehatan, ekonomis maupun teknis (Bekti Oktiana *et al.*, 2019).

Tingginya kandungan Fe mengakibatkan gangguan kesehatan pada manusia seperti merusak dinding usus, bau yang tidak sedap hingga kanker. Selain itu, dapat merusak dinding pembuluh darah (Apriani *et al.*, 2013). Maka, air yang tercemar kandungan Fe yang tinggi perlu dilakukan pengolahan terlebih dahulu.

Pengolahan dilakukan dengan dua cara yaitu kimia dan fisika. Secara fisika, dengan cara aerasi, filtrasi, dan adsorpsi. Sedangkan secara kimia dapat dilakukan dengan menambahkan tawas, dan PAC (Mirwan & Wijayanti, 2011). Metode yang umum digunakan adalah adsorpsi. Pemanfaatan bahan alami sebagai adsorpsi memiliki konsep yang sederhana beberapa keuntungannya antara lain ramah lingkungan, aman bagi kesehatan dan lebih ekonomis sehingga dapat diterapkan dengan mudah di masyarakat (Dwi Arista N *et al.*, 2016). Salah satu proses adsorpsi alami dapat dilakukan menggunakan kulit pisang.

Menurut BPS (2013) pisang salah satu tanaman yang digemari oleh penduduk dunia, terutama indonesia dengan jumlah ketersediaan pisang 2.074.305 tangkai/tahun. Maka dari itu, pisang mudah didapatkan dan memiliki nilai gizi yang tinggi (Ekafitri *et al.*, 2013). Pisang memiliki berbagai manfaat mulai dari buah yang dimanfaatkan sebagai bahan makanan,

daun sebagai pembungkus makanan, sedangkan batangnya dapat di manfaatkan didunia medis (Pramesti, 2016).

Umumnya kulit pisang belum dimanfaatkan secara nyata dan hanya dibuang saja atau sebagai makanan hewan seperti, kerbau dan kambing. Jumlah kulit adalah sepertiga dari buah pisang. Sehingga, termasuk bahan buangan yang cukup banyak jumlahnya (Lubis, 2012).

Pada penelitian Wulandari (2013) disebutkan bahwa kulit pisang dapat dimanfaatkan sebagai media penjernihan air. Hal ini dibuktikan dengan penurunan kekeruhan pada air sungai yang awalnya 7,51 NTU kemudian menjadi 3,01 NTU. Selain itu, berdasarkan penelitian Richfa Yani (2017) kulit pisang dapat diolah sebagai bahan baku pembuatan kerupuk dikarenakan terdapat vitamin dan mineral sebagai bahan baku.

Pisang di Indonesia terdapat banyak jenisnya salah satunya adalah pisang raja (*Musa textilia*). Selama ini kulit pisang raja dibuang percuma sehingga perlu dilakukan pemanfaatan yang berguna bagi masyarakat. Didalam kulit pisang raja terdapat kandungan selulosa, pectin, dan hemiselulosa yang dapat mengikat logam berat (Ongelina, 2013). Castro *et al.*, (2011) dalam penelitiannya menyebutkan bahwa kulit pisang terdapat gugus aktif yang dapat mengikat Fe yaitu (-OH), (-COOH) dan (-NH₃).

Berdasarkan uraian penjelasan latar belakang tersebut, penulis menggunakan metode alami Hal ini dilakukan secara alami dikarenakan agar mudah diterapkan oleh masyarakat dan lebih ekonomis. Penulis melakukan penelitian yang berjudul **“Pemanfaatan Serbuk Selulosa dari Kulit Pisang Raja (*Musa textilia*) Dalam Menurunkan Fe (Besi) Pada Air Bersih”**

B. Identifikasi dan Batasan Masalah

1. Identifikasi Masalah

- a. Menurut BPS, Pendataan Potensi Desa (Podes) 2020 terdapat 7 desa yang menggunakan sumur yaitu desa Gempol, Kejapanan, Bulusari, Carat, Winong, Legok, dan Randupitu dimana masyarakat menggunakan sumur sebagai penyediaan air bersih. Dari survey pendahuluan yang dilakukan di 7 desa terdapat kadar Fe sebesar 7,82

mg/l di desa Gempol, 6,87 mg/l di desa Legok, 0,08 mg/l di desa Bulusari, 0,36 mg/l di desa Carat, 0,01 mg/l di desa Winong, 0,33 mg/l di desa Kejapanan, dan 0,12 mg/l di desa Randupitu. Sehingga Survey pendahuluan dilakukan di desa Gempol Kecamatan Gempol dengan jumlah satu sampel yang dilakukan pemeriksaan secara kimia didapatkan kadar Fe tinggi sebesar 7,82 mg/l.

- b. Selama ini kulit pisang dibuang percuma sehingga perlu dilakukan pemanfaatan yang berguna bagi masyarakat. Didalam kulit pisang raja terdapat kandungan selulosa, pectin, dan hemiselulosa yang dapat mengikat logam berat (Ongelina, 2013).
- c. Pemanfaatan bahan alami sebagai adsorpsi memiliki konsep yang sederhana beberapa keuntungannya antara lain ramah lingkungan, aman bagi kesehatan dan lebih ekonomis sehingga dapat diterapkan dengan mudah di masyarakat (Dwi Arista N *et al.*, 2016). Salah satu proses adsorpsi Fe dalam air secara alami dapat dilakukan menggunakan kulit pisang.

2. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini hanya menggunakan ekstrak serbuk selulosa kulit pisang raja (*Musa textilia*) yang berwarna kuning sebagai bahan alami dalam menurunkan kadar Fe air bersih di Kecamatan Gempol.

C. Rumusan Masalah

Dari paparan masalah yang telah penulis uraikan sebelumnya, rumusan permasalahan yang disusun oleh penulis adalah: Apakah ada penurunan kadar Fe (besi) pada air bersih yang menggunakan serbuk selulosa dari kulit pisang raja (*Musa textilia*)?

D. Tujuan

1. Tujuan Umum

Mengetahui perbedaan kadar Fe pada air bersih dengan menggunakan variasi konsentrasi serbuk selulosa kulit pisang raja (*Musa textilia*)

2. Tujuan Khusus

- a. Mengukur penurunan kadar Fe pada air bersih yang diberi perlakuan serbuk selulosa kulit pisang raja (*Musa textilia*) dengan konsentrasi 0 gr/L selama 2 jam.
- b. Mengukur penurunan kadar Fe pada air bersih yang diberi perlakuan serbuk selulosa kulit pisang raja (*Musa textilia*) dengan konsentrasi 7 gr/L selama 2 jam.
- c. Mengukur penurunan kadar Fe pada air bersih yang diberi perlakuan serbuk selulosa kulit pisang raja (*Musa textilia*) dengan konsentrasi 10 gr/L selama 2 jam.
- d. Mengukur penurunan kadar Fe pada air bersih yang diberi perlakuan serbuk selulosa kulit pisang raja (*Musa textilia*) dengan konsentrasi 13 gr/L selama 2 jam.
- e. Mengukur penurunan kadar Fe pada air bersih yang diberi perlakuan serbuk selulosa kulit pisang raja (*Musa textilia*) dengan konsentrasi 16 gr/L selama 2 jam.
- f. Menganalisis perbedaan penurunan kadar Fe pada air bersih di berbagai variasi konsentrasi serbuk selulosa kulit pisang raja (*Musa textilia*)
- g. Menganalisis efektivitas serbuk selulosa kulit pisang raja (*Musa textilia*) dalam menurunkan kadar Fe pada air bersih.

E. Manfaat

1. Bagi Instansi Terkait

Penulis berharap temuan penelitian ini akan menjadi rujukan informasi bagi instansi terkait pemanfaatan serbuk selulosa dari kulit pisang raja digunakan sebagai adsorpsi bahan alami dan ramah lingkungan dalam menurunkan kadar Fe (besi) sehingga dapat diimplementasikan kepada masyarakat.

2. Bagi Masyarakat

Sebagai sumber informasi dan penambahan wawasan kepada masyarakat untuk menggunakan adsorpsi bahan alami dalam menurunkan kadar Fe (besi) pada air bersih.

3. Bagi Peneliti Lain

Penelitian ini dapat sebagai dijadikan dasar pertimbangan untuk melakukan penelitian lanjutan.

F. Hipotesis Penelitian

Ha: Ada perbedaan penurunan kadar Fe (besi) pada air bersih dengan berbagai variasi konsentrasi serbuk selulosa kulit pisang raja (*Musa textilia*).

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Hasil Penelitian Terdahulu

1. Khoiriyah Imamatul, 2018 dalam penelitian tersebut berjudul “Pemanfaatan Serbuk Selulosa Kulit Pisang Raja (*Musa textilia*) untuk menurunkan Timbal (Pb) (Studi Sumur Monitoring TPA Pakusari Jember)”. Tujuan penelitian tersebut untuk mengetahui perbedaan penurunan logam Pb yang menggunakan serbuk dengan kontrol. Jenis penelitian *true experiment*. Terdapat empat kelompok yaitu 4 g/L, 7 g/L, dan 10 g/L dan kontrol, dimana masing masing kelompok dilakukan replikasi enam kali dengan waktu pengontakan selama 2 jam. Hasil penelitian menunjukkan serbuk selulosa kulit pisang raja 10 gr/L memiliki penurunan kadar Pb tertinggi sebesar 74%.

Perbedaan penelitian terdahulu dan sekarang terletak pada parameter yang diteliti. Jika penelitian terdahulu mengurangi parameter Timbal (Pb) sedangkan penelitian sekarang mengurangi parameter Fe (besi).

2. Azzumrotul Baroroh, 2017 dalam penelitian tersebut berjudul “Pemanfaatan Serbuk Selulosa Kulit Kakao Sebagai Adsorben Logam Berat Ni pada Limbah Cair Elektroplating”. Penelitian bertujuan untuk mengetahui perbedaan penurunan logam Ni yang menggunakan serbuk dengan kontrol. Jenis penelitian *true experiment*. Terdapat empat kelompok yaitu 4 g/L, 7 g/L, dan 10 g/L dan kontrol, dimana masing masing kelompok dilakukan replikasi enam kali dengan waktu pengontakan selama 2 jam. Hasil penelitian menunjukkan serbuk selulosa kulit pisang raja 10 gr/L memiliki penurunan kadar Ni (Nikel) tertinggi sebesar 69,66%.

Perbedaan penelitian terdahulu dan sekarang terletak pada parameter dan jenis serbuk selulosa yang diteliti. Jika penelitian terdahulu mengurangi parameter Ni (Nikel) menggunakan ekstrak serbuk selulosa kulit Kakao sedangkan penelitian sekarang mengurangi parameter Fe (besi) menggunakan serbuk selulosa kulit pisang raja (*Musa Textillia*).

3. Miftahul Jannah, 2017 dalam penelitian dengan judul “Penentuan Konsentrasi Optimum Selulosa Sekam Padi dalam Pembuatan Film Bioplastik”. Penelitian tersebut bertujuan mengetahui konsentrasi selulosa pada sekam padi yang optimum. Penelitian ini mengekstrak selulosa sekam padi dengan menambahkan sorbitol dan kitosan. Pada penelitian tersebut terdapat lima variasi konsentrasi yakni 0,4 gram, 0,6 gram, 1 dan 1,2 gram. Hasil dari penelitian yaitu pada konsentrasi 1,25% dalam kitosan dan sorbitol dan kuat tarik 0,03 Kgf/cm² yang optimum.

Perbedaan penelitian terdahulu dan sekarang terletak tujuan penelitiannya, Jika penelitian terdahulu mengetahui konsentrasi selulosa sekam padi yang optimum dalam pembuatan film bioplastik sedangkan dalam penelitian ini mengetahui kemampuan serbuk selulosa dari kulit pisang raja dalam penurunan kadar Fe pada air bersih.

4. Nirmala, Vanny M.A. Tiwow, dan Suherman, 2017 dalam penelitian tersebut berjudul “Adsorpsi Ion Tembaga (Cu) Dan Ion Besi (Fe) Dengan Menggunakan Arang Hayati (Biocharcoal) Kulit Pisang Raja”. Tujuan penelitian tersebut untuk menentukan waktu kontak, pH, dan konsentrasi optimum larutan Cu dan Fe dari kulit pisang raja. Metode penelitian ini eksperimen laboratorium menggunakan kolorimeter. Pada penelitian tersebut terdapat dua pengaruh variasi larutan Cu dan Fe. Yakni yang pertama pengaruh jenis pH larutan Cu dan Fe yaitu 2, 3, 4 dan 5 atau hingga Cu dan Fe sampai bewarna keruh. Yang kedua pengaruh jenis konsentrasi ion Cu dan Fe dengan konsentrasi 10, 20, 30 dan 40 ppm untuk Cu dan untuk Fe 1, 2, 3 dan 4 ppm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi waktu Cu dan Fe terjadi pada 60 menit dan 30 menit (99,64% dan 99,54%). Variasi pH Cu dan Fe terjadi pada pH 4 dan pH 3 (99,62% dan 99,58%) dan variasi pH konsentrasi Cu dan Fe terjadi pada 20 ppm dan 1 ppm (80,74% dan 96,81%).

Perbedaan penelitian terdahulu dan sekarang terletak bentuk adsorpsi penelitiannya, Jika penelitian terdahulu dalam bentuk arang aktif, sedangkan dalam penelitian ini dalam bentuk serbuk selulosa.

5. Arifa Ibrahim, 2016 dalam penelitian tersebut berjudul “Penurunan Kadar Ion Besi (Fe^{2+}) dalam air menggunakan serbuk kulit pisang kepok”. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan variasi konsentrasi dan lama kontak dalam menurunkan kadar Fe. Penelitian ini menggunakan berbagai variasi (10% b/v, 15% b/v, 20% b/v, 25% b/v 30% b/v) dan waktu kontak (2 jam, 3 jam, 4 jam, 5 jam, 6 jam). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penurunan Fe pada konsentrasi 10% b/v selama 6 jam 46,98%.

Perbedaan penelitian terdahulu dan sekarang terletak pada jenis pisang dalam menurunkan parameter Fe. Jika penelitian terdahulu menggunakan pisang kepok sedangkan penelitian sekarang menggunakan pisang raja (*Musa textilia*).

6. Berti Oktiana, Herman Sanjtoko, Choirul Amri, 2019 dalam penelitian tersebut berjudul “Sachlet Kulit Pisang sebagai media penurunan kandungan Besi (Fe) Air Sumur Gali di Dusun Tempursari, Sardonoharjo, Ngaglik, Sleman”. Tujuan penelitian tersebut untuk menentukan optimum saachlet kulit pisang dalam penurunan kadar Fe. Jenis penelitian Quasi Experiment dengan design *PreTest Post-Test with Control Group*. Hasil dari penelitian pada penurunan Fe sebesar 32%.

Perbedaan penelitian terdahulu dan sekarang terletak pada media penurunan parameter Fe. Jika penelitian terdahulu menggunakan sachet kulit pisang raja. Sedangkan, penelitian sekarang menggunakan serbuk selulosa kulit pisang raja (*Musa textilia*).

B. Telaah Pustaka Lain yang Sesuai

1. Air

a. Pengertian Air

Makhluk hidup sangat membutuhkan air terutama manusia. Pada manusia terdapat 60-70% air dikarenakan sebagai media penyaluran zat makanan. Kegiatan manusia hampir semuanya membutuhkan air mulai dari minum, mandi dan kegiatan lainnya (Achmad, 2004).

Menurut Berti Oktiana (2019) terdapat beberapa batasan sumber air yang bersih, aman dan terjaga saat dikonsumsi oleh manusia, yaitu:

- 1) Tidak ada bakteri di air.
- 2) Air tidak berbahaya bagi tubuh.
- 3) Memenuhi keperluan domestik
- 4) Memenuhi baku mutu yang ditentukan oleh aturan yang berlaku.

b. Sumber Daya Air

Menurut Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2019 sumber daya air yaitu air, sumber air, dan daya air yang tertera di dalamnya. Terdapat tiga pendayagunaan sumber daya air, meliputi:

1) Air permukaan

Merupakan air yang berasal dari air angkasa yang jatuh ke permukaan bumi. Contohnya sungai, danau, dan mata air (Khoiriyah, 2018).

2) Air Tanah pada Cekungan air tanah

Merupakan Air tanah berasal dari air hujan yang jatuh ke bumi dan diserap oleh tanah. Sehingga terjadi filtrasi alami. Biasanya terbebas oleh kuman dan bibit penyakit dikarenakan telah terjadi purifikasi (Khoiriyah, 2018).

3) Air hujan

Merupakan air angkasa sumber utama bumi. Pencemaran berlangsung saat di atmosfer misalnya akibat partikel debu, CO₂, N dan mikroorganisme (Khoiriyah, 2018).

c. Pencemaran Air

Menurut PP No 82 Tahun 2001, pencemaran air merupakan tercampurnya atau dicampurkannya organisme hidup, zat, energi, atau komponen lain ke dalam air sebagai akibat dari aktivitas manusia, yang mengakibatkan penurunan kualitas air yang mencegah air berfungsi sebagaimana mestinya.

Tabel II.1
Bahan Pencemaran Air Secara Umum

Jenis bahan pencemar	Pengaruhnya
Unsur-unsur renik	Transpor logam
Senyawa organ logam	
Polutan anorganik	Toksisitas, biota akuatik
Patogen	Kesehatan manusia
Detergen	Introfikasi, estetika
Rasa, bau, dan warna	Estetika

Sumber : Khoiriyah, 2018

d. Persyaratan Penyediaan Air Bersih Secara Kimia

Persyaratan penyediaan air bersih secara kimia yang diatur oleh Permenkes Nomor 32 Tahun 2017, meliputi:

Tabel II.2
Persyaratan Penyediaan Air Bersih Secara Kimia

No	Parameter Wajib	Unit	Standar Baku Mutu (kadar maksimum)
Wajib			
1.	pH	mg/l	6,5-8,5
2.	Besi	mg/l	1
3.	Fluorida	mg/l	1,5
4.	Kesadahan (CaCO ₃)	mg/l	500
5.	Mangan	mg/l	0,5
6.	Nitrat, sebagai N	mg/l	10
7.	Nitrit, sebagai N	mg/l	1
8.	Sianida	mg/l	0,1
9.	Detergen	mg/l	0,05
10.	Pestisida total	mg/l	0,1
Tambahan			
1.	Air raksa	mg/l	0,001
2.	Arsen	mg/l	0,05
3.	Kadmium	mg/l	0,005
4.	Kromium (valensi 6)	mg/l	0,05
5.	Selenium	mg/l	0,01
6.	Seng	mg/l	15
7.	Sulfat	mg/l	400
8.	Timbal	mg/l	0,05
9.	Benzene	mg/l	0,01
10.	Zat Organik (KMNO ₄)	mg/l	10

Sumber: Permenkes Nomor 32 Tahun 2017

e. Metode Pengambilan Sampel Air

Terdapat beberapa metode pengambilan sampel air menurut SNI 6989.59:2008 yaitu:

1) Contoh sesaat (*grab sample*)

Sampel yang diambil pada saat itu

2) Contoh gabungan waktu (*Composite Time Sample*)

Kombinasi sampel dikumpulkan dari lokasi yang sama pada waktu yang berbeda dan dengan volume yang sama.

3) Contoh gabungan tempat (*Composite Place Sample*)

Kombinasi sampel yang dikumpulkan dari beberapa lokasi pada waktu dan volume yang sama.

4) Contoh gabungan waktu dan tempat (*Integerated Sample*)

Kombinasi sampel yang dikumpulkan dari banyak lokasi pada tempat dan waktu yang sama, dengan volume yang sama.

2. Logam Berat

Menurut Palar (2012), Logam Berat dikelompokkan menjadi 4 golongan yaitu:

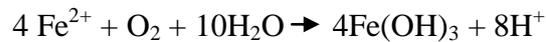
- a. Sangat beracun, merupakan logam yang menyebabkan kematian tetapi pemulihan gangguan kesehatannya dalam waktu singkat. Contohnya Pb, Cr, dan As.
- b. Moderat, merupakan logam yang menyebabkan gangguan kesehatan dengan pemulihan relatif waktu yang lama. Contohnya Cu, Au, Li, Mn, Co, dan Rb.
- c. Kurang beracun, yaitu logam yang menyebabkan gangguan kesehatan jika jumlahnya besar. Contohnya Fe, Mg, K, dan Zn
- d. Tidak beracun, yaitu logam yang tidak menyebabkan gangguan kesehatan. Contohnya Na, Sr, dan Ca.

3. Fe (Besi)

a. Definisi Fe (Besi)

Fe (besi) adalah bentuk pelapukan batuan yang didalam air berupa garam feri atau garam fero yang bervaalensi 2 (Asmadi, 2011). Berdasarkan Permenkes Nomor 32 Tahun 2017 kadar maksimum

untuk logam Fe (besi) pada air bersih adalah 1,00 mg/L. Dengan rumus kimia:



Air yang terdapat kandungan besi berbentuk fero (Fe^{2+}) dan kondisi air dibiarkan terbuka atau dalam keadaan dipompa sehingga berkontak dengan udara (O_2) maka besi (Fe^{2+}) teroksidasi menjadi ($\text{Fe}(\text{OH})_3$). Hal tersebut menyebabkan terjadinya endapan pada air, warna air yang keruh, dan berbau (Laila, 2014). Sehingga, menimbulkan bercak pada perabotan atau pakaian yang warna putih (Kacaribu, 2008).

b. Sifat Besi (Fe)

Sifat fisik dan kimia besi (Fe)

Simbol	: Fe
Massa Atom	: 55,845 u
Nomor atom	: 26
Golongan, periode	: 8,4
Kepadatan	: 7,874 g/cm ³
Titik lebur	: 1.538 °C
Konfigurasi electron	: [Ar] 3d ⁶ 4s ²
Penampilan	: Metalik mengkilap keabu-abuan
Fase	: Padat

Menurut Joko (2010), Fe terdapat sifat-sifat Fe yang terkandung dalam air antara lain:

- 1) Besi (III) sulfat atau Besi (II) sulfat sebagai media pelarutan
- 2) Tersuspensi sebagai butiran koloidal atau lebih besar seperti Fe_2O_3 , O_2 , dan $\text{Fe}(\text{OH})_3$.

c. Faktor Tingginya Kadar Fe (Besi) dalam Air

Tingginya kadar Fe (besi) disebabkan oleh beberapa antara lain: (Joko, 2010)

- 1) pH kurang dari 7 dapat menyebabkan larutnya logam di air.
- 2) Tingginya temperature menyebabkan mudah terjadinya korosif
- 3) Gas terlarut dalam air contohnya CO_2 akan bersifat korosif.

- 4) Bakteri besi (*Thiobacillus Ferrooxidans*). Hal tersebut terjadi dikarenakan bakteri membutuhkan makanan dengan cara oksidasi besi hingga larut.

d. Dampak Fe (Besi) dalam Air

Tingginya kandungan Fe (besi) di dalam air menimbulkan beberapa gangguan, antara lain: (Joko, 2010)

- 1) Gangguan Teknis
 - a) Menimbulkan bercak-bercak kuning pada bak mandi
 - b) Terjadi endapan pada saluran pipa dikarenakan besi sifatnya korosif.
- 2) Gangguan Fisik
 - a) Menimbulkan bau yang tidak enak seperti bau logam
 - b) Menimbulkan rasa dan warna, sehingga tidak terasa enak saat di jadikan sebagai air minum.
- 3) Gangguan Kesehatan
 - a) Jika dikonsumsi terus menerus maka akan merusak dinding usus hingga kematian.
 - b) Merusak mata dan kulit

e. Metode Penurunan Fe (Besi) Dalam Air

Terdapat beberapa metode menghilangkan Fe dalam air, yaitu dengan metode: (Bekti Oktiana *et al.*, 2019)

- 1) Oksidasi
 - a) Aerasi
Merupakan cara mengelola air dengan mengontakkan ke udara. Cara ini telah dilakukan dalam menurunkan kandungan Fe pada air.
 - b) Klorinasi
Terjadi kecepatan saat oksidasi terutama yang berikatan dengan zat organik.
 - c) Klordioksida
Dapat mengoksidasi besi dan mangan yang berikatan dengan zat organic. Namun, bersifat mudah meledak.

d) Potassium Permanganat

Merupakan Oksidan kuat, karena membutuhkan waktu yang cepat sekitar 5-10 menit. Namun proses ini termasuk mahal.

e) Ozonisasi.

Dapat mengoksidasi besi pada kecepatan oksidasi tinggi.

2) *Ion Exchange*

Air yang terdapat kandungan Fe lebih kecil dari 0,5 mg/l dapat diturunkan dengan cara *ion exchange* yaitu menukarkan satu ion kedalam beberapa bentuk. Contohnya kation dengan kation.

3) Filtrasi

Penyaringan air yang digunakan untuk mengurangi bahan organik ataupun anorganik pada air.

4) Adsorpsi

Pengumpulan substansi terlarut yang terdapat pada benda penyerap. Sehingga membentuk ikatan antar substansi dan penyerap.

4. Metode Adsorpsi

a. Pengertian Adsorpsi

Merupakan ikatan fluida (cair atau gas) dengan padatan hingga membentuk lapisan tipis yang terletak di permukaan padatan tersebut. Berbeda dengan absorpsi, yaitu fluida (cair atau gas) diserap oleh fluida lain hingga membentuk larutan. Terdapat dua istilah dalam proses adsorpsi yaitu istilah adsorbat (substansi yang dipisahkan dengan pelarut) dan adsorben (media penyerap) (Syauqiah *et al.*, 2011).

b. Mekanisme Adsorpsi

Proses adsorpsi dapat terjadi dikarenakan molekul adsorben pindah ke permukaan interface. Kemudian adsorben dipindahkan lagi ke permukaan luar dari adsorben dan mulai menyebar ke pori-pori adsorben. Terdapat molekul adsorbat yang menempel pada adsorben (Imtisal, 2015).

c. Jenis Adsorpsi

Menurut kekuatan dalam berinteraksi, adsorpsi dibedakan menjadi dua, yaitu: (Syauqiah *et al.*, 2011)

1) Adsorpsi fisika (fisiosorpsi)

Pengikatan adsorbat oleh adsorben dengan energi yang dilepaskan sebesar 20 kJ/mol. Gaya yang digunakan gaya *van der waals* atau ikatan hidrogen (Syauqiah *et al.*, 2011).

2) Adsorpsi kimia (kemisorpsi)

Proses diawali dengan adsorpsi fisika kemudian terjadi adsorpsi kimia. Interaksi antara adsorbat dan adsorben dilakukan dalam bentuk ikatan kimia (Syauqiah *et al.*, 2011).

Tabel II.3
Perbedaan Fisiosorpsi dan Kemisorpsi

Fisiosorpsi	Kemisorpsi
Energi yang dilepaskan kecil (<20 KJ/mol)	Energi yang dilepaskan besar (40-400 KJ/mol)
Temperatur dibawah titik didih	Temperatur tinggi
Tidak melibatkan energi aktivasi	Melibatkan energi aktivasi

Sumber: Bansal 2005

d. Faktor yang Mempengaruhi Proses Adsorpsi

Terdapat faktor yang mengakibatkan laju proses adsorpsi, antara lain: (Baroroh *et al.*, 2017).

1) Media Adsorben

Besar kecilnya partikel dan massa dari adsorben mempengaruhi dalam proses adsorpsi. Semakin banyak zat teradsorpsi adalah tanda semakin besarnya luas permukaan adsorben (Syauqiah *et al.*, 2011). Adsorben dan adsorbat berinteraksi pada permukaan adsorben (Fatmawati, 2006).

2) Massa Adsorben

Semakin banyak jumlah konsentrasi adsorben maka akan meningkatkan jumlah substansi permukaan adsorben (Syauqiah *et al.*, 2011).

3) Waktu Pengontakkan

Terjadi pada waktu kesetimbangan yang dipengaruhi oleh ukuran dan fisiologi biomassa (Syauqiah *et al.*, 2011).

4) Kapasitas suatu adsorben untuk melakukan penyerapan dan pengikatan logam berat. Kemampuan tarik menarik senyawa polar lebih baik daripada senyawa nonpolar. Dikarenakan senyawa polar adalah senyawa kovalen dari 2 unsur yang berbeda (Syauqiah *et al.*, 2011).

5) Jenis Adsorpsi

Adsorpsi fisika dan adsorpsi kimia adalah dua jenis adsorpsi (Syauqiah *et al.*, 2011).

5. Tanaman Pisang Raja (*Musa textilia*)

a. Toksonomi Pisang Raja

Pisang merupakan tanaman dari Asia Tenggara salah satunya adalah Indonesia. Tanaman buah ini telah berada dikawasan Amerika, Afrika, hingga Benua Amerika (Suyanti & Supriyadi, 2008). Adapun klasifikasi tanaman pisang raja menurut (Suyanti & Supriyadi, 2008)

Kerajaan	: Plantae
Sub kingdom	: Tracheobionta
Divisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Monocotylidoneae
Sub kelas	: Commelinidae
Ordo	: Zingiberales
Famili	: Musaceae
Genus	: Musa



Gambar II.1 Pisang Raja (Sumber: Sayurbox)

b. Komposisi Kulit Pisang Raja

Kulit pisang sendiri mengandung 40% dari buahnya dan kaya dengan protein, karbohidrat, dan mineral (Okorie, 2015). Hasil analisis kimia dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel II.4
Komposisi Zat Gizi Kulit Pisang Raja (*Musa textilia*) per 100 Gram Bahan

No	Zat Gizi	Kadar
1	Air (gr)	68.9
2	Karbohidrat (g)	18.5
3	Lemak (g)	2.11
4	Protein (g)	0.32
5	Kalsium (mg)	715
6	Fosfor (mg)	117
7	Zat besi (mg)	1.6
8	Vitamin B (mg)	0.12
9	Vitamin C (mg)	17.5
10	Serat Kasar (g)	12.6

Sumber : Ongelina (2013)

Kulit pisang raja (*Musa textilia*) memiliki karbohidrat sebesar 18,5 gram. Kandungan karbohidrat yang cukup tinggi ini dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif. Dapat dijelaskan sebagai berikut:

Tabel II.5
Komposisi Karbohidrat pada Kulit Pisang Raja (*Musa textilia*)

Sumber Karbon	Konsentrasi
Glukosa (nmol/L)	2,4
Fruktosa (nmol/L)	6,2
Sukrosa (nmol/L)	2,6
Maltosa (nmol/L)	0
Pati (nmol/L)	1,2
Selulosa (nmol/L)	8,4
Gula total (nmol/L)	29
Lignin (%)	6 – 12
Pektin (%)	10 – 21
Hemiselulosa (%)	6,4 – 9,4

Sumber : Ongelina (2013)

c. Manfaat Kulit Pisang Raja

Kulit pisang memiliki banyak khasiat yang berguna dan penting terutama pada manusia salah satunya yaitu dapat digunakan di

dunia medis sebagai obat penyakit *jaundice*, diare, hingga gangguan pada pencernaan (Mag). Dalam dunia kecantikan kulit pisang juga dapat dimanfaatkan untuk melembapkan dan menghaluskan kulit. Selain itu, masih banyak manfaat dari kulit pisang yaitu sebagai tepung dalam olahan makanan (Cahyono, 2009).



Gambar II.2 Kulit Pisang Raja (*Musa textilia*) (Sumber: Merdeka)

6. Ekstraksi Maserasi

Ekstraksi merupakan bahan yang memisahkan dari bahan lainnya dengan pelarut yang sesuai. jika telah terjadi kesetimbangan maka proses berhenti antara pelarut dan sel tanaman. Setelah itu dilakukan pemisahan pelarut dengan penyaringan (Mukhtarini, 2011).

Maserasi adalah metode ekstraksi yang paling sederhana dan mudah digunakan dalam skala kecil maupun besar. Proses maserasi terjadi dengan serbuk dan pelarut dimasukkan ke inert hingga tercapai kesetimbangan. Namun, kerugian dari penggunaan maserasi adalah membutuhkan waktu yang lama, dan pelarut yang banyak (Mukhtarini, 2011).

7. Serbuk

a. Proses Adsorpsi dengan Serbuk

Laju proses adsorpsi dipengaruhi oleh luas permukaan adsorben. zat padat cepat bereaksi jika dijadikan serbuk. Hal tersebut bertujuan agar mengoptimalkan proses penyerapan antara adsorben dengan larutannya. Maka, luas permukaan yang besar pada adsorben akan membuat bidang kontak yang besar juga antara adsorben dengan adsorbatnya maka adsorbatnya terserap banyak (Imtisal, 2015).

Dalam bentuk serbuk, ukuran kecil dan jumlahnya banyak, sehingga luas tumbukan antara reaktan akan jauh lebih besar. Ketika

suatu bahan dimasukkan ke dalam suatu larutan, permukaan zat tersebut akan menyentuh larutan tersebut. Menurut teori tumbukan, semakin besar luas permukaan suatu zat yang bersentuhan dengan partikel lain, maka semakin besar pula jumlah reaksi adsorpsi yang terjadi, sehingga semakin cepat pula respon antara zat dan larutan (Imtisal, 2015). Adsorpsi terjadi karena adanya sejumlah besar ion H^+ di sekitar permukaan adsorben (serbuk), yang dapat menyebabkan permukaan adsorben menjadi bermuatan positif dan menolak ion logam. Hal ini mengindikasikan bahwa ion logam bersaing dengan ion H^+ untuk mencapai sisi aktif biosorben yang masih tersedia untuk berikatan (Reddy *et al.*, 2011).

Besar kemampuan adsorpsi terjadi karena banyaknya permukaan serbuk selolusa yang berinteraksi dengan ion logam berat, selain terkait dengan luas permukaan adsorben, dengan penambahan variasi konsentrasi akan meningkatkan jumlah adsorben. Sehingga dengan jumlah adsorben yang banyak maka dapat menyerap adsorbat dengan maksimal, dan komponen yang terserap akan masuk ke dalam rongga pori yang terdapat di permukaan adsorben. Peristiwa desorpsi terjadi dikarenakan masuknya adsorbat ke dalam rongga pori dari permukaan adsorben; peristiwa ini telah mencapai titik jenuh karena proses adsorpsi telah melampaui periode optimalnya. Sebaliknya, adsorbat akan terlepas satu per satu dari permukaan adsorben selama proses adsorpsi. Selain itu, ukuran molekul adsorbat yang akan diserap bertujuan agar lebih kecil atau sama dengan ukuran molekul pada permukaan adsorben yang digunakan, sehingga adsorben dapat menyerap adsorbat dengan baik (Rahmawati, 2021).

Menurut teori adsorpsi Langmuir, situs aktif pada permukaan adsorben sebanding dengan luas permukaannya. Jika situs aktif pada adsorben tidak jenuh dengan adsorbat, maka konsentrasi adsorbat akan tumbuh secara linier pada penambahan. Namun demikian, jika situs aktif pada adsorben sudah jenuh, maka adsorben tidak akan mampu lagi menyerap molekul. Oleh karena itu, penambahan

konsentrasi tidak akan meningkatkan jumlah adsorbat yang teradsorpsi (Arninda *et al.*, 2014).

b. Proses Serbuk Kulit Pisang Raja dengan Besi (Fe)

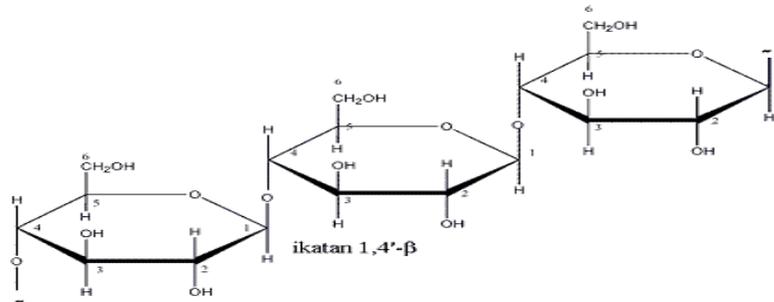
(-OH), (-COOH), dan (-NH₃) merupakan gugus aktif yang dapat mengikat Fe (Castro *et al.*, 2011). Susilawati *et al* (2016) melaporkan bahwa kulit pisang kepok merupakan biomaterial yang dapat menyerap ion logam. Selulosa salah satu zat penyusun penyusun pisang kepok. Kulit pisang kepok menyerap ion logam karena adanya selulosa. Gugus hidroksil yang kaya elektron menahan ion logam bermuatan positif pada tempatnya. Limbah kulit pisang memiliki kemampuan untuk menurunkan kadar Fe. Kulit pisang raja (*Musa textilia*), juga terdapat selulosa sebesar 8,4 nmol/L sehingga dapat menyerap ion logam Fe

Pada selulosa serbuk kulit pisang raja terdapat gugus aktif OH⁻ yang bertanggung jawab atas polaritas adsorben. (Anggraeni *et al.*, 2010). Mekanisme adsorpsi yang terjadi antara gugus OH yang terikat pada permukaan dengan ion logam yang bermuatan positif (kation) (Aprilini, 2010), dimana pada penelitian ini gugus OH⁻ yang ada di dalam selulosa kulit pisang raja terikat oleh ion logam yang memiliki muatan positif yaitu Fe sehingga terjadi adsorpsi.

8. Selulosa

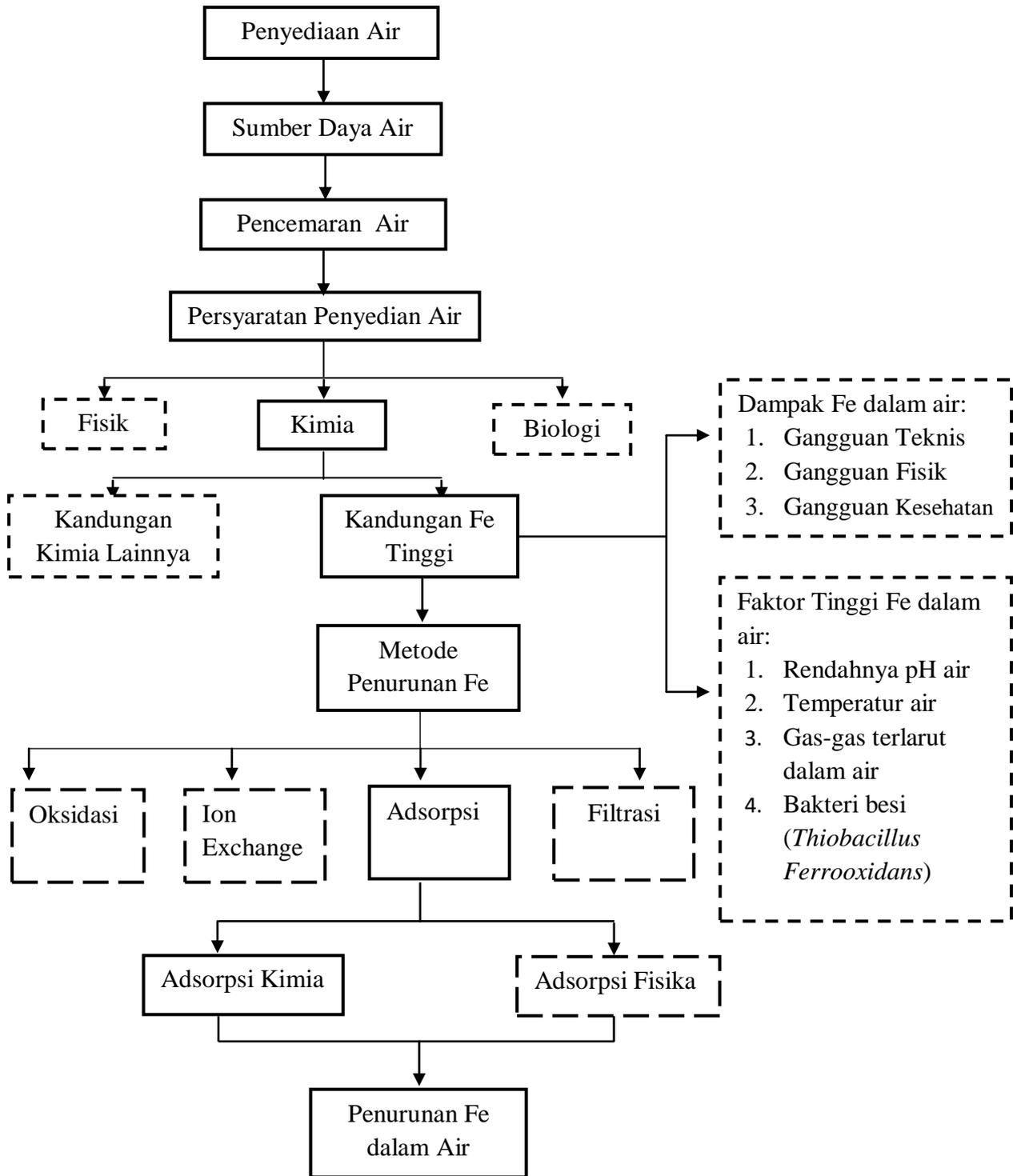
Selulosa β (*Betha Cellulose*) adalah struktur kimia selulosa, yang merupakan rantai linier yang terdiri dari unit β -D-Glukopiranosida dan ikatan glikosida 1,4. Pemeriksaan sinar-X menunjukkan bahwa selulosa terdiri dari rantai paralel panjang yang dihubungkan oleh ikatan hidrogen tunggal, sehingga membentuk rantai panjang. Sifat selulosa adalah tidak

berwarna dan tercerna sempurna dalam suasana asam untuk menghasilkan glukosa, tetapi jika hidrolisis tidak sempurna akan dihasilkan maltosa (Khoiriyah, 2018).



Gambar II.3 Struktur Selulosa (Sumber: kimia.upi.edu)

C. Kerangka Teori

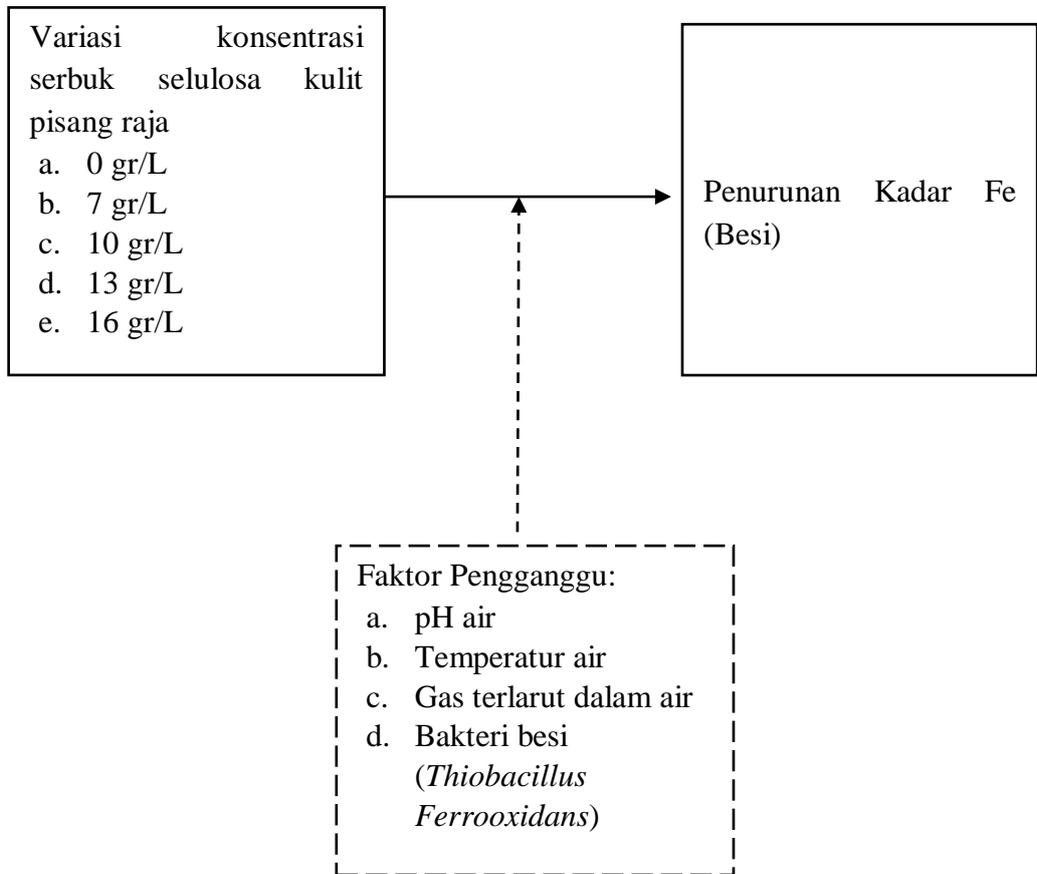


Keterangan :

- : Diteliti
- : Tidak diteliti

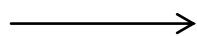
Gambar II.4 Kerangka Teori

D. Kerangka Konsep

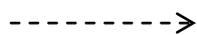


Gambar II.5 Kerangka Konsep

Keterangan :



: Diteliti



: Tidak diteliti

BAB III METODE PENELITIAN

A. Jenis dan Desain Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen dikarenakan untuk mencari pengaruh perlakuan dalam kondisi yang terkendali (Sugiyono,2011). Studi ini bersifat *Quasi eksperimental*. Penulis menggunakan desain *Posttest-Only Control Designs* yang mana desain ini Dalam desain ini, baik kelompok eksperimen maupun kelompok kontrol tidak dipilih secara acak. Kelompok eksperimen diberi perlakuan, sedangkan kelompok kontrol tidak (Sugiyono,2011). Kelompok eksperimen yaitu serbuk selulosa kulit pisang raja dengan konsentrasi 7 gr/L, 10 gr/L,13 gr/L, dan 16 gr/L. Sedangkan grup kontrol yaitu grup yang tidak mendapatkan *treatment*. Masing-masing kelompok dilakukan lima kali replikasi dengan lama kontak pada air selama 2 jam. Skema dapat digambarkan sebagai berikut:

Tabel III.1
Desain Penelitian *Posttest- Only Control Designs*

	Perlakuan	Post Test
Kelompok eksperimen	P	O ₁
Kelompok control		O

Keterangan :

- P : Kelompok yang diberi perlakuan serbuk selulosa kulit pisang raja dengan berbagai konsentrasi
- O₁ : Hasil kadar Fe pada kelompok eksperimen
- O : Hasil kadar Fe pada kelompok control

B. Lokasi dan Waktu Penelitian

1. Lokasi Penelitian

- a. Pengambilan sampel : Air sumur warga Gempol Kabupaten air Pasuruan
- b. Pembuatan Ekstraksi : Laboratorium Penelitian dan Konsultasi Industri Surabaya
- c. Mengukur kadar Fe : Laboratorium Penelitian dan Konsultasi

2. Waktu Penelitian

Waktu Penelitian ini dilaksanakan pada September 2021– April 2022

3. Anggaran Penelitian

Sebesar Rp.1.830.000,-

C. Variabel dan Definisi Operasional

1. Klasifikasi Variabel

a. Variabel bebas

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah konsentrasi perlakuan serbuk selulosa kulit pisang raja (*Musa textilia*) sebesar 0 gr/L, 7 gr/L, 10 gr/L, 13 gr/L, 16 gr/L

b. Variabel Terikat

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah Air sumur warga Gempol, Kabupaten Pasuruan yang mengandung Fe dan waktu 2 jam.

c. Variabel Pengganggu

Variabel pengganggu adalah variabel yang mempengaruhi baik variabel bebas maupun variabel terikat. Dalam penelitian ini, variabel pengganggu meliputi:

- 1) Rendahnya pH air
- 2) Temperatur air
- 3) Gas-gas terlarut dalam air
- 4) Bakteri besi (*Thiobacillus Ferrooxidans*)

2. Definisi Operasional Penelitian

Tabel III.2
Definisi Operasional Penelitian

No	Variabel	Definisi Operasional	Skala	Alat Pengukuran	Satuan
1.	Serbuk selulosa kulit pisang raja (<i>Musa textilia</i>)	Serbuk didapatkan dari kulit pisang raja yang matang dengan cara ekstraksi selulosa metode maserasi. variasi konsentrasi serbuk selulosa kulit pisang raja (<i>Musa textilia</i>) yaitu adalah, 7 gr/L, 10 gr/L, 13 gr/L, dan 16 gr/L dan kontrol	Rasio	Timbangan Analitik	gr/L
2.	Fe	Jumlah logam berat Fe dalam air bersih sebanyak 1000 ml yang dinyatakan dengan satuan mg/l.	Rasio	Spektrometri	mg/l

Tabel III.3
Definisi Operasional Variabel Pengganggu

No	Variabel	Definisi Operasional	Kategori	Metode Pengendalian
1.	Rendahnya pH air	pH air normal yang tidak menyebabkan masalah adalah ≥ 7 . Air yang mempunyai pH ≤ 7 dapat melarutkan logam termasuk besi.	pH air tidak dapat diteliti	Dapat dikendalikan pH air dengan mengambil sampel air yang sama
2.	Temperatur air	Temperatur air tinggi mengakibatkan tingginya derajat korosif	Temperatur air tidak diteliti	Dapat dikendalikan Temperatur air dengan dengan mengambil sampel air yang sama
3.	Gas-gas terlarut dalam air	Adanya gas-gas terlarut diantaranya adalah CO ₂ yang bersifat korosif.	Terdapat Gas-gas yang larut dalam air yang tidak diteliti	Dikendalikan dengan menutup air agar tidak teroksidasi dengan udara. Sehingga air tidak keruh
4.	Bakteri besi (<i>Thiobacillus Ferrooxidans</i>)	Yaitu bakteri yang hidupnya membutuhkan makanan dengan mengoksidasi besi sehingga larut.	Terdapat Bakteri besi (<i>Thiobacillus Ferrooxidans</i>) dalam air	Dikendalikan dengan menggunakan bakteri penghasil siderofor sebagai agen pengangkut besi (III).

D. Rancangan Sampel

1. Populasi dan Sampel

Populasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah air bersih yang mengandung besi (Fe) yang didapat dari hasil air sumur warga di Desa Gempol Kecamatan Gempol Kabupaten Pasuruan. Dan untuk kulit pisang raja didapatkan dari Pasuruan.

2. Besar Sampel

Formula *Federer* (1963) digunakan untuk menghitung ukuran sampel. Dengan menggunakan formula ini, jumlah ulangan atau ulangan yang diperlukan pada setiap konsentrasi dapat ditentukan.:

$$(r-1)(t-1) \geq 15$$

Keterangan :

r : Replikasi

t : Jumlah kelompok perlakuan

15: Faktor nilai derajat kebebasan

Sebanyak 5 kelompok perlakuan dipelajari dalam studi ini, maka:

$$(r-1)(t-1) \geq 15$$

$$(t-1)(5-1) \geq 15$$

$$4r-4 \geq 15$$

$$4r \geq 15+4$$

$$r \geq 19/4$$

$$r \geq 5$$

Berdasarkan temuan yang telah dihasilkan dari perhitungan sejumlah lima kali replikasi, dengan jumlah sampel pada masing-masing glass beaker yang berisi air bersih yang mengandung Fe sebanyak 1000 ml, dan kelompok konsentrasi 7 gr/L serbuk selulosa membutuhkan 35 gram, kelompok konsentrasi 10 gr/L serbuk selulosa membutuhkan 50 gram, kelompok konsentrasi 13 gr/L serbuk selulosa membutuhkan 65 gram, dan kelompok konsentrasi 16 gr/L serbuk selulosa membutuhkan 80

gram sehingga besar konsentrasi serbuk selulosa kulit pisang raja (*Musa textilia*) yang dibutuhkan sebanyak kurang lebih 253 gram.

3. Teknik Pengambilan sampel

Grab Samples adalah teknik yang digunakan dalam mengambil sampel, yang diambil pada saat itu di salah satu sumur warga di Desa Gempol Kecamatan Gempol Kabupaten Pasuruan.

E. Alur Penelitian

1. Langkah-langkah Penelitian

Penelitian dilakukan mulai dari uji pendahuluan hingga penyusunan laporan KTI, sebagai berikut:

- a. Pengumpulan data dengan mengecek kadar Fe air bersih di kecamatan gempol yang menggunakan air sumur pada Desa Gempol, Kejapanan, Bulusari, Carat, Winong, Legok, dan Randupitu Kecamatan Gempol.
- b. Pengambilan sampel air bersih di Desa Gempol Kecamatan Gempol Sesuai dengan SNI 6989.58:2008 tentang metode pengambilan contoh air tanah:
 - 1) Siapkan alat dan tempat/titik pengambilan sampel
 - 2) Bilas alat (Jerigen) sebanyak 3 kali agar sampel air yang diambil homogen
 - 3) Ambil sampel air penuh atau sesuai dengan peruntukannya atau, hindari terjadinya aerasi
 - 4) Tempelkan label (instansi, nama pengambil, pemeriksaan, tanggal, jam, lokasi, dan tanda tangan)
 - 5) Bawa ke laboratorium untuk diperiksa
- c. Pengesktrakan serbuk selulosa kulit pisang raja (*Musa textilia*) menggunakan metode Maserasi, dengan prosedur kerja sebagai berikut: (Jannah, 2017)
 - 1) Mencari limbah kulit pisang raja (*Musa textilia*), kemudian disortir kulit pisang yang berwarna kuning dengan membuang kulit yang rusak.
 - 2) Mencuci kulit pisang untuk membersihkan kotoran yang

- menempel pada kulit pisang (*Musa textilia*). Memotong kulit pisang (*Musa textilia*) dengan ukuran ± 1 cm untuk mempermudah proses pengeringan.
- 3) Mengeringkan kulit pisang dibawah sinar matahari sampai kering.dengan menggunakan oven.
 - 4) Haluskan kulit pisang raja (*Musa textilia*) yang sudah kering sampai halus menjadi bubuk menggunakan blender.
 - 5) Memasukkan sampel (bubuk) ke dalam wadah maserasi dan didiamkan sampai 4 hari dan diaduk setiap hari.
 - 6) Disaring kembali dan residu dicuci dengan Aquades dan disaring menggunakan kertas saring.
 - 7) Dilakukan pengeringan pada oven dengan durasi 60 menit pada suhu 105°C
 - 8) Hidrolisis dengan durasi waktu tiga jam dilakukan menggunakan asam klorida 5 persen
 - 9) Dibersihkan Kembali menggunakan aquades
 - 10) Dilakukan pengeringan pada oven dengan durasi 60 menit pada suhu 105°C
 - 11) Diayak menggunakan ayakan ukuran 60 mesh.
 - 12) Menimbang massa serbuk selulosa kulit pisang raja (*Musa textilia*) sebesar 7 gr/L 10 gr/L, 13 gr/L, dan 16 gr/L.
- d. Proses Penelitian Penurunan Kadar Fe (proses Adsorpsi)
- 1) Mengontakkan serbuk selulosa kulit pisang raja (*Musa textilia*) dengan air yang mengandung Fe selama 2 jam
 - 2) Melakukan pemisahan adsorben dengan air sumur yang mengandung Fe menggunakan kertas saring.
- e. Pemeriksaan Kadar Fe (besi) dengan menggunakan metode Spektrofotometri, dengan prosedur kerja sebagai berikut:
- 1) Ambil 50 ml sampel dimasukkan dalam elenmenyer 250 ml.
 - 2) Tambahkan 2 ml H_2SO_4 4 N dan KMnO_4 0,1 N tetes sampai warna rose.
 - 3) Tambahkan KCNS 20%, dikocok sampai homogen.

- 4) Dibaca pada spektrofotometer dengan panjang gelombang 450nm
- f. Pengolahan data, analisis dan penyusunan laporan KTI

2. Alat dan Bahan Penelitian

- a. Pengambilan sampel air bersih. Alat dan bahan yang digunakan:
 - 1) Jeriken plastik
 - 2) Alat tulis
 - 3) Label

- b. Pengeskrakan serbuk selulosa kulit pisang raja (*Musa textilia*) menggunakan metode Maserasi (Jannah, 2017)

Alat yang digunakan:

- 1) Blender
- 2) Tabung Erlenmeyer
- 3) Gelas ukur
- 4) Oven
- 5) Ayakan
- 6) Neraca analitik
- 7) Beaker Glass

Bahan yang digunakan:

- 1) Kulit pisang raja (*Musa textilia*) yang matang bewarna kuning
- 2) HCl 5%
- 3) Metanol
- 4) Aquades
- 5) Kertas Saring

- c. Pemeriksaan Kadar Fe (besi)

Alat yang digunakan:

- 1) Spektrofotometer
- 2) Elenmenyer 250 ml
- 3) Gelas ukur 100 ml
- 4) Pipet ukur 5/10 ml
- 5) Pipet tetes

Bahan yang digunakan:

- 1) H_2SO_4 4N

- 2) KMnO_4 0,1N
- 3) KCNS 20 % atau NH_4CNS 20%

F. Pengumpulan Data

1. Jenis Data

a. Data Primer

Data primer melalui observasi atau pengamatan. Maka, data primer yang didapat peneliti adalah pengukuran kadar Fe pada air bersih sebelum dan setelah diberi perlakuan dan pembuatan ekstrak serbuk selulosa kulit pisang raja yang dilaksanakan di Laboratorium Penelitian dan Konsultasi Industri Surabaya.

b. Data Sekunder

Data Sekunder yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelusuran studi kepustakaan baik dari buku, jurnal, atau referensi dari penelitian sebelumnya. Maka, data sekunder yang didapat peneliti adalah pengetahuan mengenai selulosa, kulit pisang raja, dan adsorpsi.

2. Alat Pengumpul Data

Alat ukur pengukuran data yang digunakan saat penelitian adalah alat Spektrofotometer sebagai alat ukur hasil kadar Fe pada air bersih dan Tabel penelitian penurunan kadar Fe.

3. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data melalui observasi atau pengamatan dan pengukuran kadar Fe air bersih Desa Gempol Kecamatan Gempol Kabupaten Pasuruan.

G. Pengolahan dan Analisa Data

1. Pengolahan Data

a. Koding

koding dengan cara memberikan kode setelah data yang diperoleh dari hasil pemeriksaan.

P_0 : Kelompok Kontrol

P_1 : Kelompok yang diberi perlakuan serbuk selulosa kulit

- pisang raja (*Musa textilia*) 7 gr/L
- P₂ : Kelompok yang diberi perlakuan serbuk selulosa kulit pisang raja (*Musa textilia*) 10 gr/L
- P₃ : Kelompok yang diberi perlakuan serbuk selulosa kulit pisang raja (*Musa textilia*) 13 gr/L
- P₄ : Kelompok yang diberi perlakuan serbuk selulosa kulit pisang raja (*Musa textilia*) 16 gr/L
- O : Hasil Kadar Fe pada kelompok kontrol
- O₁ : Hasil kadar Fe pada Kelompok yang diberi perlakuan serbuk selulosa kulit pisang raja (*Musa textilia*) 7 gr/L
- O₂ : Hasil kadar Fe pada Kelompok yang diberi perlakuan serbuk selulosa kulit pisang raja (*Musa textilia*) 10 gr/L
- O₃ : Hasil kadar Fe pada Kelompok yang diberi perlakuan serbuk selulosa kulit pisang raja (*Musa textilia*) 13 gr/L
- O₄ : Hasil kadar Fe pada Kelompok yang diberi perlakuan serbuk selulosa kulit pisang raja (*Musa textilia*) 16 gr/L

b. Tabulating

Tabulating pada penelitian ini adalah apabila data dari setiap sumber telah diisi, dibuat tabel-tabel data sesuai dengan tujuan penelitian yang dilakukan oleh peneliti.

2. Analisis Data

Data peneliti termasuk data kuantitatif dikarenakan data yang menggambarkan jumlah. Setelah dilakukan penelitian dengan mengetahui penurunan Fe pada air bersih maka dilakukan analisis dengan cara:

a. Analisis Deskriptif

Dari hasil pemeriksaan laboratorium penurunan Fe maka dianalisis dengan menggunakan rumus efektivitas penurunan menurut Bastian A S dan R.R Moekarni (2011):

$$\sum P = \frac{A-B}{A} \times 100\%$$

Keterangan:

$\sum P$: Efektifitas penurunan Fe (%)

A : Fe (besi) awal

B : Fe (besi) sesudah diberi perlakuan

b. Uji Statistik

Analisis data menggunakan uji statistik dengan bantuan aplikasi STATA yaitu uji statistik *Anova One Way* dikarenakan distribusi data (distribusi data) normal dan varians data homogen. Oleh karena itu, jika persyaratan terpenuhi, maka dilanjutkan uji beda nyata terkecil (BNT)

Uji Anova satu arah dengan rumus:

$$JKP \text{ (between)} = \sum \frac{(\sum X_i)^2}{n_k} - \left\{ \frac{\sum (\sum X_i)^2}{N} \right\}$$

$$JKT \text{ (total)} = \sum (\sum X_i^2 - \frac{\sum (\sum X_i)^2}{N})$$

$$JKS \text{ (within)} = JKT - JKP$$

Keterangan :

JKP = Banyaknya kuadrat perlakuan

JKT = Banyaknya kuadrat total

JKS = Banyaknya kuadrat sisa

n_k = Banyaknya sampel per kolom

K = Total kolom

N = Total sampel keseluruhan

$\sum X_i$ = Total besaran temuan perkolom

$\sum \sum X_i$ = Total besaran temuan keseluruhan

Tabel III.4
Perhitungan Uji Statistik Anova One Way Secara Manual

Sumber keragaman (SK)	Jumlah Kuadrat (JK)	Derajat Bebas (db)	Kuadrat Tengah (KT)	F hitung
<i>between</i> (P)	$JKP = \sum_{n_k} \frac{(\sum Xi)^2}{N}$	$Db\ JKP = k - 1$	$KTP = JKP / db$	$F\ hitung = KTP / KTS$
<i>Within</i> (S)	$JKS = JKT - JKP$	$Db\ JKS = N - k$	$KTS = JKS / db$	
Total (T)	$JKT = \sum (\sum Xi^2) / N$	$Db\ JKT = N - 1$		

Jika data tidak normal, pengujian alternatif dapat dilakukan dengan menggunakan uji Kruskal-Wallis, khususnya statistik non-parametrik untuk sampel independen dalam kelompok proses (Junaidi, 2010).

c. Kesimpulan Penelitian

H_a diterima jika p -value lebih kecil ($<$) dari alpha ($\alpha=0.05$), atau jika F hitung $>$ F tabel, sehingga ada perbedaan penurunan kadar Fe (besi) pada air bersih dengan berbagai variasi konsentrasi serbuk selulosa kulit pisang raja (*Musa textilia*).

BAB IV
HASIL PENELITIAN

A. Mengukur Penurunan Kadar Fe pada Air Bersih yang Diberi Perlakuan Serbuk Selulosa Kulit Pisang Raja (*Musa Textilia*) dengan Konsentrasi 0 gr/L Selama 2 Jam.

Hasil pengukuran kadar Fe pada air bersih yang Diberi Perlakuan Serbuk Selulosa Kulit Pisang Raja (*Musa Textilia*) dengan Konsentrasi 0 gr/L Selama 2 Jam dengan lima kali replikasi disajikan dalam tabel IV.1 berikut:

Tabel IV.1
Hasil Kadar Fe pada Air Bersih yang Diberi Perlakuan Serbuk Selulosa Kulit Pisang Raja (*Musa textilia*) dengan Konsentrasi 0 gr/L

Variasi konsentrasi serbuk selulosa pisang raja	Hasil kadar Fe pada replikasi (mg/l)					Σ	Rata-rata
	R1	R2	R3	R4	R5		
Tidak diberi perlakuan serbuk selulosa kulit pisang raja (<i>Musa textilia</i>)	9,36	9,40	9,35	9,42	9,43	46,96 mg/l	9,39 mg/l

Sumber: Data Primer

Kadar Fe pada air bersih yang diberi perlakuan serbuk selulosa kulit pisang raja (*musa textilia*) dengan konsentrasi 0 gr/L selama 2 jam didapatkan hasil rata rata sebesar 9,39 mg/l. Dengan kadar terendah yaitu 9,35 mg/l dan tertinggi 9,43 mg/l (SD = 0,03) maka, persebaran kadar Fe tidak terdapat penyimpangan atau homogen.

B. Mengukur Penurunan Kadar Fe pada Air Bersih yang Diberi Perlakuan Serbuk Selulosa Kulit Pisang Raja (*Musa Textilia*) dengan Konsentrasi 7 gr/L Selama 2 Jam.

Tabel IV.2

Hasil Kadar Fe pada Air Bersih yang Diberi Perlakuan Serbuk Selulosa Kulit Pisang Raja (*Musa textilia*) dengan Konsentrasi 7 gr/L

Variasi konsentrasi serbuk selulosa pisang raja	Hasil kadar Fe pada replikasi (mg/l)					Σ	Rata-rata
	R1	R2	R3	R4	R5		
Diberi perlakuan serbuk selulosa kulit pisang raja (<i>Musa textilia</i>) dengan konsentrasi 7 gr/L	6,05	6,10	5,98	6,15	6,03	30,31 mg/l	6,06 mg/l

Penurunan kadar Fe pada air bersih yang diberi perlakuan serbuk selulosa kulit pisang raja (*Musa textilia*) dengan konsentrasi 7 gr/L selama 2 jam didapatkan hasil rata rata sebesar 6,06 mg/l. Dengan kadar terendah yaitu 5,98 mg/l dan tertinggi 6,15 mg/l (SD = 0,06) maka, persebaran kadar Fe pada perlakuan serbuk selulosa kulit pisang raja (*Musa textilia*) dengan konsentrasi 7 gr/L tidak terdapat penyimpangan atau homogen.

C. Mengukur Penurunan Kadar Fe pada Air Bersih yang Diberi Perlakuan Serbuk Selulosa Kulit Pisang Raja (*Musa Textilia*) dengan Konsentrasi 10 gr/L Selama 2 Jam.

Hasil pengukuran Fe pada air bersih yang diberi perlakuan serbuk selulosa kulit pisang raja (*Musa textilia*) dengan konsentrasi 10 gr/L selama 2 jam dan lima kali replikasi disajikan dalam tabel IV.3 berikut:

Tabel IV.3

Hasil Kadar Fe pada Air Bersih yang Diberi Perlakuan Serbuk Selulosa Kulit Pisang Raja (*Musa textilia*) dengan Konsentrasi 10 gr/L

Variasi konsentrasi serbuk selulosa pisang raja	Hasil kadar Fe pada replikasi (mg/l)					Σ	Rata-rata
	R1	R2	R3	R4	R5		
Diberi perlakuan serbuk selulosa kulit pisang raja (<i>Musa textilia</i>) dengan konsentrasi 10 gr/L	3,11	3,10	3,05	2,98	2,88	15,12 mg/l	3,02 mg/l

Sumber: Data Primer

Kadar Fe pada air bersih yang diberi perlakuan serbuk selulosa kulit pisang raja (*Musa textilia*) dengan konsentrasi 10 gr/L selama 2 jam didapatkan hasil rata rata sebesar 3,02 mg/l. Dengan kadar terendah yaitu 2,88 mg/l dan tertinggi 3,11 mg/l (SD = 0,09) maka, persebaran kadar Fe pada perlakuan serbuk selulosa kulit pisang raja (*Musa textilia*) dengan konsentrasi 10 gr/L tidak terdapat penyimpangan atau homogen.

D. Mengukur Penurunan Kadar Fe pada Air Bersih yang Diberi Perlakuan Serbuk Selulosa Kulit Pisang Raja (*Musa Textilia*) dengan Konsentrasi 13 gr/L Selama 2 Jam.

Tabel IV.4
Hasil Kadar Fe pada Air Bersih yang Diberi Perlakuan Serbuk Selulosa Kulit Pisang Raja (*Musa textilia*) dengan Konsentrasi 13 gr/L

Variasi konsentrasi serbuk selulosa pisang raja	Hasil kadar Fe pada replikasi (mg/l)					Σ	Rata-rata
	R1	R2	R3	R4	R5		
Diberi perlakuan serbuk selulosa kulit pisang raja (<i>Musa textilia</i>) dengan konsentrasi 13 gr/L	2,01	1,65	1,68	1,76	1,80	8,90 mg/l	1,78 mg/l

Sumber: Data Primer

Penurunan kadar Fe pada air bersih yang diberi perlakuan serbuk selulosa kulit pisang raja (*Musa textilia*) dengan konsentrasi 13 gr/L selama 2 jam didapatkan hasil rata rata sebesar 1,78 mg/l. Dengan kadar terendah yaitu 1,65 mg/l dan tertinggi 2,01 mg/l (SD = 0,14) maka, persebaran kadar Fe pada perlakuan serbuk selulosa kulit pisang raja (*Musa textilia*) dengan konsentrasi 13 gr/L tidak terdapat penyimpangan atau homogen.

E. Mengukur Penurunan Kadar Fe pada Air Bersih yang Diberi Perlakuan Serbuk Selulosa Kulit Pisang Raja (*Musa Textilia*) dengan Konsentrasi 16 gr/L Selama 2 Jam.

Hasil pengukuran Fe pada air bersih yang diberi perlakuan serbuk selulosa kulit pisang raja (*Musa textilia*) dengan konsentrasi 16 gr/L selama 2 jam dan lima kali replikasi disajikan dalam tabel IV.5 berikut:

Tabel IV.5
Hasil Kadar Fe pada Air Bersih yang Diberi Perlakuan Serbuk Selulosa Kulit Pisang Raja (*Musa textilia*) dengan Konsentrasi 16 gr/L

Variasi konsentrasi serbuk selulosa pisang raja	Hasil kadar Fe pada replikasi (mg/l)					Σ	Rata-rata
	R1	R2	R3	R4	R5		
Diberi perlakuan serbuk selulosa kulit pisang raja (<i>Musa textilia</i>) dengan konsentrasi 16 gr/L	0,11	0,09	0,10	0,15	0,12	0,57 mg/l	0,11 mg/l

Sumber: Data Primer

Kadar Fe pada air bersih yang diberi perlakuan serbuk selulosa kulit pisang raja (*Musa textilia*) dengan konsentrasi 16 gr/L selama 2 jam didapatkan hasil rata rata sebesar 0,11 mg/l. Dengan kadar terendah yaitu 0,09 mg/l dan tertinggi 0,15 mg/l (SD = 0,02) maka, persebaran kadar Fe pada perlakuan serbuk selulosa kulit pisang raja (*Musa textilia*) dengan konsentrasi 16 gr/L tidak terdapat penyimpangan atau homogen.

F. Perbedaan Penurunan Kadar Fe pada Air Bersih Di Berbagai Variasi Konsentrasi Serbuk Selulosa Kulit Pisang Raja Air (*Musa Textilia*)

Hasil uji homogenitas variasi serbuk selulosa kulit pisang raja (*Musa textilia*) dalam penurunan kadar Fe disajikan pada tabel di bawah ini:

Tabel IV.6
Hasil Uji Homogenitas Varians

Levene Statistic	Nilai ρ
2,552	0,071

Berdasarkan tabel IV.5 Didapatkan bahwa hasil perhitungan uji homogenitas variasi menunjukkan nilai $\rho=0.071$ karena nilai ρ lebih besar daripada $\alpha = 0.05$ sehingga data dikatakan homogen dan dapat dilanjutkan dengan Uji Statistik *Anova One Way*.

Perbedaan penurunan kadar Fe pada air bersih di berbagai variasi konsentrasi serbuk selulosa kulit pisang raja (*Musa textilia*) dapat dilihat pada table IV.7 berikut ini:

Tabel IV.7
Uji Statistik Anova One Way Penurunan Kadar Fe pada Air Bersih di Berbagai Variasi Konsentrasi Serbuk Selulosa Kulit Pisang Raja (*Musa textilia*)

Sumber keragaman (SK)	Jumlah Kuadrat (JK)	Derajat Bebas (db)	Kuadrat Tengah (KT)	F hitung	Prob
Perlakuan	271.399019	4	67,8497547	9596.86	0,00
Sisa	0,141399941	20	0,007069997		
Total	271.540419	24	11.3141841		

Sumber: Data Primer

Hasil analisis uji Anova satu arah didapatkan nilai sebesar $F = 9596.86$ ($p = 0,00$) maka menerima hipotesis alternatif. Jadi ada perbedaan penurunan kadar Fe pada air dengan berbagai variasi konsentrasi serbuk selulosa kulit pisang raja (*Musa textilia*). Sedangkan perbedaan antar variasi konsentrasi dapat dilihat pada table IV.8 berikut ini:

Tabel IV.8
Perbedaan Penurunan Fe pada Air Bersih di Berbagai Variasi Konsentrasi Serbuk Selulosa Kulit Pisang Raja (*Musa textilia*)

Konsentrasi serbuk selulosa	0 gr/L	7 gr/L	10 gr/L	13 gr/L
7 gr/L	-3.33 ($P= 0.00$)			
10 gr/L	-6.36 ($P= 0.00$)	-3.03 ($P= 0.00$)		
13 gr/L	-7.61 ($P= 0.00$)	-4.28 ($P= 0.00$)	1.24 ($P= 0.00$)	
16 gr/L	-9.27 ($P= 0.00$)	-5.94 ($P= 0.00$)	-2.91 ($P= 0.00$)	-1.66 ($P= 0.00$)

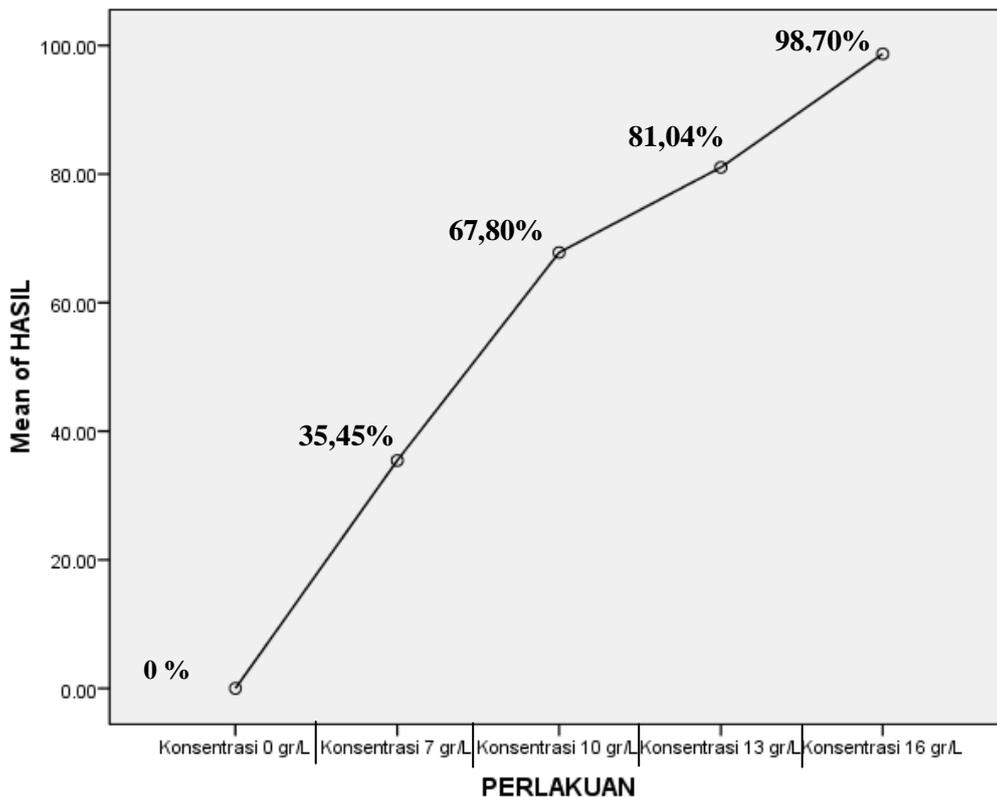
Perbedaan penurunan kadar Fe konsentrasi 0 gr/L dengan konsentrasi 7 gr/L, 10 gr/L, 13 gr/L, 16 gr/L didapatkan nilai $P= 0.00$ maka, terdapat perbedaan yang nyata penurunan kadar Fe konsentrasi 0 gr/L dengan konsentrasi 7 gr/L, 10 gr/L, 13 gr/L, 16 gr/L. Perbedaan penurunan kadar Fe yang paling tinggi yaitu pada konsentrasi 16 gr/L dengan selisih rata-rata - 9.27 mg/l.

Perbedaan penurunan kadar Fe konsentrasi 7 gr/L dengan konsentrasi 10 gr/L, 13 gr/L, 16 gr/L didapatkan nilai $P= 0.00$ maka, terdapat perbedaan yang nyata penurunan kadar Fe konsentrasi 7 gr/L dengan konsentrasi 10gr/L,

13 gr/L, 16 gr/L. Perbedaan penurunan kadar Fe yang paling tinggi yaitu pada konsentrasi 16 gr/L dengan selisih rata-rata -5.94 mg/l.

Perbedaan penurunan kadar Fe konsentrasi 10 gr/L dengan konsentrasi 13 gr/L, 16 gr/L didapatkan nilai $P= 0.00$ maka, terdapat perbedaan yang nyata penurunan kadar Fe konsentrasi 10 gr/L dengan konsentrasi 13 gr/L, 16 gr/L. Perbedaan penurunan kadar Fe yang paling tinggi yaitu pada konsentrasi 16 gr/L dengan selisih rata-rata -2.91 mg/l.

Perbedaan penurunan kadar Fe konsentrasi 13 gr/L dengan konsentrasi 16 gr/L didapatkan nilai $P= 0.00$ maka, terdapat perbedaan yang nyata penurunan kadar Fe konsentrasi 13 gr/L dengan konsentrasi 16 gr/L. Adapun selisih rata-rata penurunan kadar Fe -1.66 mg/l. Penurunan kadar Fe berbagai variasi konsentrasi dapat dilihat pada gambar IV.1 di bawah ini:



Gambar IV.1 Grafik presentase penurunan kadar Fe pada berbagai variasi konsentrasi serbuk selulosa kulit pisang raja (*Musa textilia*) (Sumber: SPSS Anova One Way)

Penurunan kadar Fe tertinggi berdasarkan grafik di atas pada konsentrasi 16gr/L serbuk selulosa kulit pisang raja (*Musa textilia*). Sehingga, Semakin besar konsentrasi perlakuan maka semakin besar rata-rata penurunan kadar Fe pada air bersih.

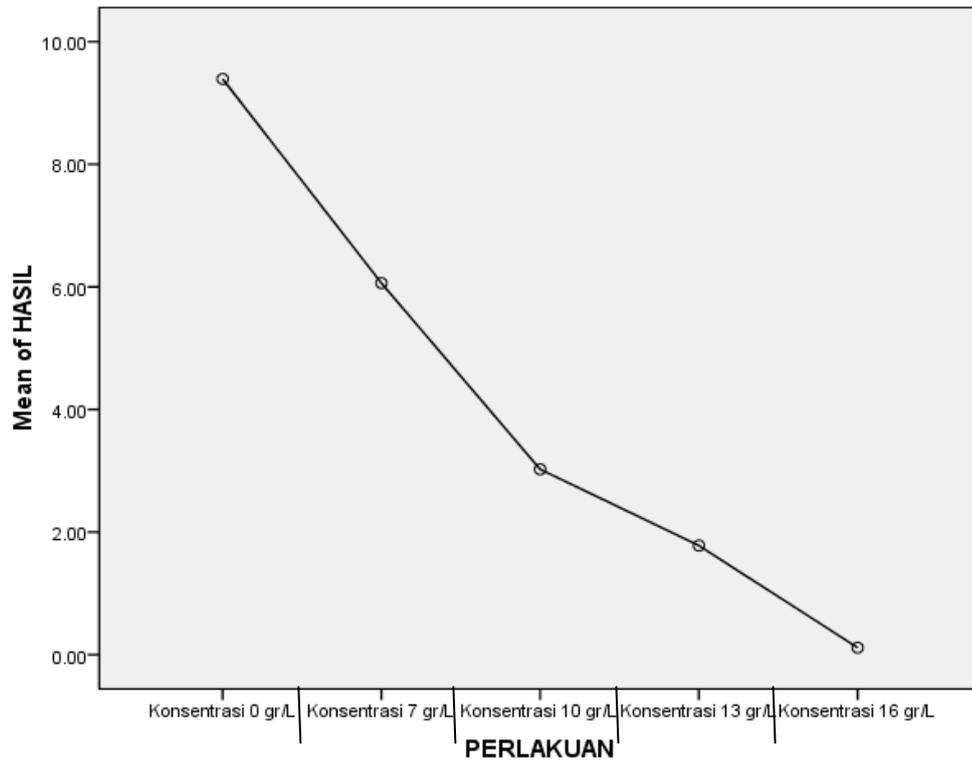
G. Efektivitas Serbuk Selulosa Kulit Pisang Raja (*Musa Textilia*) dalam Menurunkan Kadar Fe pada Air Bersih

Tabel IV.9
Penelitian Efektivitas Penurunan Kadar Fe

Konsentrasi	Sebelum di beri Perlakuan (A)	Setelah diberi Perlakuan (B)	Selisih Sebelum dan Setelah diberi Perlakuan (A-B)	Efektivitas Penurunan Kadar Fe (%)
7	9,39	6,06	3,33	35,45
10	9,39	3,02	0,67	67,80
13	9,39	1,78	7,61	81,04
16	9,39	0,11	9,27	98,70

Sumber : Data Primer

Hasil efektivitas penurunan kadar Fe tertinggi terdapat pada konsentrasi 16 gr/L dengan persentase penurunan kadar Fe sebesar 98,70% dan terendah terdapat pada konsentrasi 7 gr/ L sebesar 35,455%. Syarat dapat dilihat pada grafik hasil kadar Fe pada penelitian sebagai berikut:



Gambar IV.2 Grafik rata-rata penurunan kadar Fe pada berbagai variasi konsentrasi serbuk selulosa kulit pisang raja (*Musa textilia*) (Sumber: SPSS Anova One Way)

Pada konsentrasi 0gr/L sampai konsentrasi 13gr/L hasil kadar Fe tidak sesuai dengan standar dan baku mutu menurut Permenkes No. 32 Tahun 2017 sedangkan pada konsentrasi 16 gr/L sesuai dengan standar dan baku mutu menurut Permenkes No. 32 Tahun 2017.

BAB V

PEMBAHASAN

A. Kadar Fe pada Air Bersih yang Diberi Perlakuan Serbuk Selulosa Kulit Pisang Raja (*Musa Textilia*) dengan Konsentrasi 0 gr/L Selama 2 Jam.

Kadar Fe pada air bersih yang diberi perlakuan serbuk selulosa kulit pisang raja (*Musa textilia*) dengan konsentrasi 0 gr/L selama 2 jam didapatkan hasil rata rata sebesar 9,39 mg/l, dengan kadar terendah yaitu 9,35 mg/l dan tertinggi 9,43 mg/l. Hasil pengukuran ini menggambarkan bahwa kadar Fe antar sampel air bersih tidak terdapat penyimpangan yang jauh kadarnya.

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 32 Tahun 2017, kadar Fe sebesar 1,00 mg/l. Maka kadar Fe sampel air bersih yang terletak di Desa Gempol, Kecamatan Gempol, Kabupaten Pasuruan diatas baku mutu yang ditetapkan. Kondisi fisik sampel air bersih tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut warna air kuning kecoklatan, pH sebesar 6 dan temperatur air 29,3⁰C. Masih tingginya kadar Fe didalam sampel air bersih ini dikarenakan beberapa faktor yaitu pH yang rendah kurang dari 7 sehingga bisa menyebabkan larutnya logam di air, tingginya temperatur mengakibatkan mudah terjadinya korosif, gas-gas terlarut dalam air contohnya CO₂ akan bersifat korosif, dan terdapat bakteri besi (*Thiobacillus Ferrooxidans*) yang membutuhkan makanan dengan cara oksidasi besi hingga larut (Joko, 2010).

Tingginya kadar Fe didalam air akan menimbulkan beberapa gangguan yaitu gangguan teknis dengan timbulnya bercak-bercak kuning pada bak mandi dan endapan disaluran pipa, gangguan fisik dengan timbulnya rasa, warna, bau yang tidak enak (Joko, 2010). Fe merupakan logam berat yang termasuk dalam golongan kurang beracun namun dapat menimbulkan gangguan kesehatan jika dalam jumlah yang besar dan bila air tersebut dikonsumsi terus menerus, seperti merusak dinding usus, mata dan kulit, dengan sifat mengganggu kesehatan ini maka perlu dilakukan penurunan kadar Fe pada air.

Kadar Fe yang terkandung dalam air bersih pada sampel peneliti masih diatas baku mutu Permenkes No. 32 Tahun 2017, maka diperlukan

pengolahan yang dapat menurunkan kadar Fe pada air bersih agar tidak menimbulkan gangguan kesehatan pada masyarakat yang memanfaatkannya.

B. Kadar Fe Pada Air Bersih yang Diberi Perlakuan Serbuk Selulosa Kulit Pisang Raja (*Musa Textilia*) dengan Konsentrasi 7 gr/L Selama 2 Jam.

Hasil penurunan kadar Fe pada air bersih yang diberi perlakuan serbuk selulosa kulit pisang raja (*Musa textilia*) dengan konsentrasi 7 gr/L selama dua jam didapatkan hasil rata rata sebesar 6,06 mg/l, dengan persentase penurunan kadar Fe sebesar 35,455%.

Penambahan serbuk selulosa kulit pisang raja (*Musa textilia*) dengan konsentrasi 7 gr/L waktu kontak selama dua jam dapat menurunkan kadar Fe pada air bersih di desa Gempol, Kecamatan Gempol, Kabupaten Pasuruan. Sejalan dengan penelitian Susilawaty, *et al* (2016) bahwa kulit pisang mengandung selulosa, maka ia mereka menyerap ion logam. Gugus hidroksil padat elektron mengikat ion logam bermuatan positif. Sehingga serbuk selulosa kulit pisang raja dapat juga menurunkan kadar Fe dengan konsentrasi 7 gr/L selama dua jam. Sejalan juga dengan penelitian yang dilakukan oleh Arifa Ibrahim (2016) yang dapat menurunkan kadar Fe menggunakan serbuk kulit pisang kepok yang membedakan hanya jenis pisangnya. Namun hasil kadar Fe dalam penelitian ini masih diatas baku mutu Permenkes No. 32 Tahun 2017. Sejumlah besar ion H^+ mengelilingi permukaan adsorben, menyebabkan permukaan menjadi bermuatan positif dan menyebabkan ion logam ditolak. Dengan kata lain, ion logam dalam sistem bersaing dengan ion H^+ untuk mencapai situs aktif biosorben. masih tersedia untuk ikatan (Reddy *et al.*, 2011).

Faktor yang mempengaruhi kemampuan laju proses adsorpsi, antara lain adalah bentuk media adsorben, massa adsorben, waktu pengontakan, kemampuan adsorben dalam menyerap dan mengikat logam berat, dan jenis adsorpsi. (Baroroh *et al.*, 2017).

Faktor pertama adalah bentuk media adsorben. Media adsorben yang dimaksud dalam penelitian ini adalah ukuran dari selulosa. Pada penelitian ini ukuran yang dipakai adalah 60 mesh dan berdasarkan penelitian Baroroh

(2017) tentang penurunan logam berat Ni menggunakan serbuk selulosa kulit kakao berukuran 60 mesh. Semakin luas permukaan adsorben maka banyak logam berat yang akan teradsorpsi (Syauqiah *et al.*, 2011). karena interaksi antara adsorben dengan adsorbat hanya terjadi pada permukaan adsorben (Fatmawati, 2006).

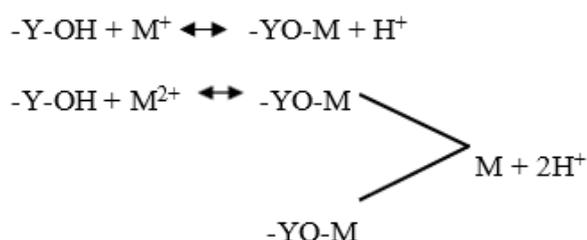
Faktor kedua adalah massa adsorben. Pada penelitian ini menggunakan serbuk selulosa dengan konsentrasi 7 gr/L. Penelitian ini sejalan dengan penelitian Khoiriyah (2018) yang menggunakan massa adsorben 7 gr/L dalam pemanfaatan serbuk selulosa kulit pisang raja sebagai adsorben logam berat Pb dengan hasil persentase penurunan 44,68%. Pada konsentrasi ini persentase penurunan logam berat masih rendah. sedikit massa adsorben (konsentrasi selulosa), maka semakin rendah penurunan Fe. Proses penurunan ini dikarenakan gugus aktif OH⁻ yang terdapat pada selulosa kulit pisang raja dapat mengikat Fe dalam air bersih. Tetapi, terdapat endapan dan perubahan warna pada penelitian ini, warna yang lebih keruh dan endapan pada air sehingga perlu adanya filtrasi pada penelitian selanjutnya.

Faktor ketiga adalah waktu pengontakkan. Dalam penelitian ini menggunakan waktu kontak selama dua jam yang sesuai dengan studi oleh Baroroh (2017) dan Khoiriyah (2018) bahwa semakin tinggi frekuensi tumbukan antara partikel adsorbat dan adsorben, semakin lama durasi kontak. Setelah kesetimbangan tercapai, hubungan antara gugus aktif pada permukaan biosorben dan ion logam melemah, sehingga terjadi desorpsi. Menurut Sirilert dan Maikrang (2018) pada waktu 2-10 menit terjadi penurunan logam berat yang pesat. Namun, pada waktu 20 menit telah tercapai kesetimbangan. Sehingga penelitian selanjutnya dapat mengaplikasikan waktu 20 menit dalam proses adsorpsi.

Faktor ke empat adalah kemampuan adsorben dalam menyerap dan mengikat logam berat. Pada penelitian ini menggunakan serbuk selulosa kulit pisang raja. Kulit pisang raja terdapat kandungan selulosa sebesar 8,4 nmol/L. Gugus aktif yang dapat mengikat Fe yaitu (-OH), (-COOH) dan (-NH₃) (Castro *et al.*, 2011). Pada selulosa serbuk kulit pisang raja terdapat gugus aktif OH⁻ yang menyebabkan terjadinya sifat polar pada adsorben. (Anggraeni *et al.*,

2010). Sejalan dengan penelitian Baroroh (2017) tentang penurunan kadar Ni menggunakan serbuk selulosa kulit kakao maka terdapat sisi aktif negatif yaitu serbuk selulosa kulit kakao OH⁻ dan ion logam bermuatan positif Ni²⁺, keduanya berinteraksi dan membentuk kompleks selulosa dan Ni. Pada penelitian serbuk kulit pisang mengandung juga sisi aktif negatif yaitu OH⁻ yang dapat mengikat ion logam bermuatan positif Fe²⁺, sehingga terjadi interaksi yang membentuk kompleks selulosa dan Fe.

Faktor ke lima adalah jenis adsorpsi. Pada penelitian ini menggunakan adsorpsi kimia. Interaksi antara adsorbat dan adsorben dilakukan dalam bentuk ikatan kimia (Syauqiah *et al.*, 2011). Aksi adsorpsi yang terjadi antara ion logam bermuatan positif dan gugus OH yang menempel pada permukaan (Aprilini, 2010), dimana pada penelitian ini gugus OH⁻ yang terdapat pada selulosa kulit pisang raja terikat oleh ion logam bermuatan positif yaitu Fe sehingga terjadi adsorpsi kimia sebagai berikut:



M⁺ dan M²⁺ pada karya ilmiah ini merupakan ion Fe, adapun -OH merupakan gugus hidorksil, dan Y merupakan matrik tempat gugus -OH yang terikat. Ion logam Fe memiliki orbitaal D kosong yang akan diisi oleh elektron bebas dari atom oksigen pada gugus OH-. Lignoselulosa mengacu pada zat yang terdiri dari lignin, selulosa, dan hemiselulosa. Komponen dinding sel lignoselulosa. Hemiselulosa dan selulosa merupakan polisakarida yang dapat didegradasi menjadi monosakarida. Monosakarida ini selanjutnya dapat digunakan sebagai elemen utama dalam sintesis bahan kimia, bahan bakar, biopolimer, bahan pakan, dan enzim. Hemiselulosa dan selulosa terikat atau ditutupi oleh lignin dalam struktur bahan lignoselulosa (Daulay, 2009). Selulosa β (*Betha Cellulose*) berfungsi sebagai ligan yang dapat memberikan pasangan elektron bebas kepada ion logam, sedangkan ion logam Fe berfungsi

sebagai atom inti dalam pembentukan senyawa kompleks (Aprilini, 2010). Banyaknya gugus OH⁻ membuat pH pada penelitian ini menjadi basa yaitu 9. sehingga pada penelitian selanjutnya dapat dilakukan penurunan pH menjadi 7 atau netral.

Masih rendahnya penurunan kadar Fe pada perlakuan ini dikarenakan konsentrasi selulosa yang sedikit sehingga jumlah kandungan gugus aktif OH⁻ yang dapat mengikat Fe juga sedikit, mengakibatkan masih rendahnya penurunan kadar Fe.

C. Kadar Fe pada Air Bersih yang Diberi Perlakuan Serbuk Selulosa Kulit Pisang Raja (*Musa Textilia*) dengan Konsentrasi 10 gr/L Selama 2 Jam.

Hasil penurunan kadar Fe pada air bersih yang diberi perlakuan serbuk selulosa kulit pisang raja (*Musa textilia*) dengan konsentrasi 10 gr/L selama dua jam didapatkan hasil rata-rata sebesar 3,02 mg/l. Dengan persentase penurunan kadar Fe sebesar 67,802%.

Sama halnya dengan konsentrasi 7 gr/L pada konsentrasi 10 gr/L juga dapat menurunkan kadar Fe pada air bersih di desa Gempol, Kecamatan Gempol, Kabupaten Pasuruan. Sejalan dengan penelitian Susilawaty, *et al* (2016) bahwa kulit pisang mengandung selulosa, maka ia mereka menyerap ion logam. Gugus hidroksil padat elektron mengikat ion logam bermuatan positif Sejalan juga dengan penelitian yang dilakukan oleh Arifa Ibrahim (2016) yang dapat menurunkan kadar Fe menggunakan serbuk kulit pisang kepok yang membedakan hanya jenis pisangnya. Namun, hasil kadar Fe dalam penelitian ini masih diatas baku mutu Permenkes No. 32 Tahun 2017. Sejumlah besar ion H⁺ mengelilingi permukaan adsorben, menyebabkan permukaan menjadi bermuatan positif dan menyebabkan ion logam ditolak. Dengan kata lain, ion logam dalam sistem bersaing dengan ion H⁺ untuk mencapai situs aktif biosorben. masih tersedia untuk ikatan (Reddy *et al.*, 2011).

Faktor yang mempengaruhi kemampuan laju proses adsorpsi, antara lain adalah bentuk media adsorben, massa adsorben, waktu pengontakan,

kemampuan adsorben dalam menyerap dan mengikat logam berat, dan jenis adsorpsi. (Baroroh *et al.*, 2017).

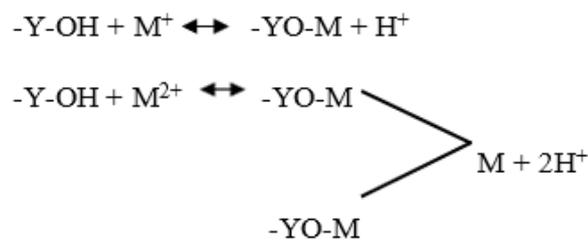
Faktor pertama adalah bentuk media adsorben. Media adsorben yang dimaksud dalam penelitian ini adalah ukuran dari selulosa. Pada penelitian ini ukuran yang dipakai adalah 60 mesh dan berdasarkan penelitian Baroroh (2017) tentang penurunan logam berat Ni menggunakan serbuk selulosa kulit kakao berukuran 60 mesh. Semakin luas permukaan adsorben maka banyak logam berat yang akan teradsorpsi (Syauqiah *et al.*, 2011). Karena interaksi antara adsorben dengan adsorbat hanya terjadi pada permukaan adsorben (Fatmawati, 2006).

Faktor kedua adalah massa adsorben. Pada penelitian ini menggunakan serbuk selulosa dengan konsentrasi 10 gr/L. Penelitian ini sejalan dengan penelitian Khoiriyah (2018) yang menggunakan massa adsorben 10 gr/L dalam pemanfaatan serbuk selulosa kulit pisang raja sebagai adsorben logam berat Pb dengan hasil persentase penurunan 74,47%. Pada konsentrasi ini persentase penurunan logam berat masih rendah. Proses penurunan ini dikarenakan gugus aktif OH^- yang terdapat pada selulosa kulit pisang raja dapat mengikat Fe dalam air bersih. Sehingga semakin banyak massa adsorben maka semakin banyak gugus aktif OH^- yang dihasilkan yang dapat mengikat ion Fe. Tetapi, terdapat endapan dan perubahan warna pada penelitian ini, warna yang lebih keruh dan endapan pada air sehingga perlu adanya filtrasi pada penelitian selanjutnya.

Faktor ketiga adalah waktu pengontakan. Dalam penelitian ini menggunakan waktu kontak selama dua jam. Hal itu sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Baroroh (2017) dan Khoiriyah (2018) bahwa semakin tinggi frekuensi tumbukan antara partikel adsorbat dan adsorben, semakin lama durasi kontak. Setelah kesetimbangan tercapai, hubungan antara gugus aktif pada permukaan biosorben dan ion logam melemah, sehingga terjadi desorpsi. Menurut Sirilert dan Maikrang (2018) pada waktu 2-10 menit terjadi penurunan logam berat yang pesat. Namun, pada waktu 20 menit telah tercapai kesetimbangan. Sehingga penelitian selanjutnya dapat mengaplikasikan waktu 20 menit dalam proses adsorpsi.

Faktor ke empat adalah kemampuan adsorben dalam menyerap dan mengikat logam berat. Pada penelitian ini menggunakan serbuk selulosa kulit pisang raja. Kulit pisang raja terdapat kandungan selulosa sebesar 8,4 nmol/L. Gugus aktif yang dapat mengikat Fe yaitu (-OH), (-COOH) dan (-NH3) (Castro *et al.*, 2011). Pada selulosa serbuk kulit pisang raja terdapat gugus aktif OH⁻ yang menyebabkan terjadinya sifat polar pada adsorben. (Anggraeni *et al.*, 2010). Sejalan dengan penelitian Baroroh (2017) tentang penurunan kadar Ni menggunakan serbuk selulosa kulit kakao maka terdapat sisi aktif negatif yaitu serbuk selulosa kulit kakao OH⁻ dan ion logam bermuatan positif Ni²⁺, keduanya berinteraksi dan membentuk kompleks selulosa dan Ni. Pada penelitian serbuk kulit pisang mengandung juga sisi aktif negatif yaitu OH⁻ yang dapat mengikat ion logam bermuatan positif Fe²⁺, sehingga terjadi interaksi yang membentuk kompleks selulosa dan Fe.

Faktor ke lima adalah jenis adsorpsi. Pada penelitian ini menggunakan adsorpsi kimia. Interaksi antara adsorbat dan adsorben dilakukan dalam bentuk ikatan kimia (Syauqiah *et al.*, 2011). Mekanisme adsorpsi yang terjadi antara gugus OH yang terikat pada permukaan dengan ion logam yang bermuatan positif (kation) (Aprilini, 2010), dimana pada penelitian ini gugus OH⁻ yang terdapat pada selulosa kulit pisang raja terikat oleh ion logam bermuatan positif yaitu Fe sehingga terjadi adsorpsi kimia sebagai berikut:



M⁺ dan M²⁺ pada penelitian ini adalah ion Fe, sedangkan -OH adalah gugus hidoksil, dan Y adalah matrik tempat gugus -OH yang terikat. Ion logam Fe memiliki orbital D kosong yang akan diisi oleh elektron bebas dari atom oksigen pada gugus OH-. Lignoselulosa merupakan nama yang digunakan untuk bahan yang mengandung lignin, selulosa, dan hemiselulosa. Lignoselulosa merupakan komponen penyusun dinding sel. Hemiselulosa dan

selulosa merupakan polisakarida yang dapat diurai menjadi monosakarida yang selanjutnya dapat digunakan sebagai bahan utama pembuatan bahan kimia, bahan bakar, biopolimer, bahan pakan, dan produksi enzim. Hemiselulosa dan selulosa pada struktur bahan lignoselulosa terikat atau diselubungi oleh lignin (Daulay, 2009). Selulosa β (*Betha Cellulose*) berperan sebagai ligan yang dapat menyumbangkan sepasang elektron bebas pada ion logam, sedangkan ion logam Fe berperan sebagai atom pusat dalam pembentukan senyawa kompleks (Aprilini, 2010). Banyaknya gugus OH⁻ membuat pH pada penelitian ini menjadi basa yaitu 9. sehingga pada penelitian selanjutnya dapat dilakukan penurunan pH menjadi 7 atau netral.

Terjadi peningkatan pada perlakuan ini dikarenakan konsentrasi selulosa yang banyak yaitu 10 gr/L sehingga jumlah kandungan gugus aktif OH⁻ yang dapat mengikat Fe juga banyak mengakibatkan masih peningkatan penurunan kadar Fe.

D. Kadar Fe pada Air Bersih yang Diberi Perlakuan Serbuk Selulosa Kulit Pisang Raja (*Musa Textilia*) dengan Konsentrasi 13 gr/L Selama 2 Jam.

Hasil penurunan kadar Fe pada air bersih yang diberi perlakuan serbuk selulosa kulit pisang raja (*Musa textilia*) dengan konsentrasi 13 gr/L selama dua jam didapatkan hasil rata-rata sebesar 1,78 mg/l. Dengan presentase penurunan kadar Fe sebesar 81,047%.

Pada konsentrasasi 13 gr/L telah terjadi penurunan kadar Fe. Hal ini, sejalan dengan penelitian Susilawaty, *et al* (2016) bahwa kulit pisang mengandung selulosa, maka ia mereka menyerap ion logam. Gugus hidroksil padat elektron mengikat ion logam bermuatan positif. Sehingga serbuk selulosa kulit pisang raja dapat juga menurunkan kadar Fe dengan konsentrasi 13 gr/L selama dua jam. Sejalan juga dengan penelitian yang dilakukan oleh Arifa Ibrahim (2016) yang dapat menurunkan kadar Fe menggunakan serbuk kulit pisang kepok yang membedakan hanya jenis pisangnya. Namun hasil kadar Fe dalam penelitian ini masih diatas baku mutu Permenkes No. 32 Tahun 2017. Sejumlah besar ion H⁺ mengelilingi permukaan adsorben, menyebabkan permukaan menjadi bermuatan positif dan menyebabkan ion logam ditolak.

Dengan kata lain, ion logam dalam sistem bersaing dengan ion H^+ untuk mencapai situs aktif biosorben. masih tersedia untuk ikatan (Reddy *et al.*, 2011).

Faktor yang mempengaruhi kemampuan laju proses adsorpsi, antara lain adalah bentuk media adsorben, massa adsorben, waktu pengontakan, kemampuan adsorben dalam menyerap dan mengikat logam berat, dan jenis adsorpsi. (Baroroh *et al.*, 2017).

Faktor pertama adalah bentuk media adsorben. Media adsorben yang dimaksud dalam penelitian ini adalah ukuran dari selulosa. Pada penelitian ini ukuran yang dipakai adalah 60 mesh dan berdasarkan penelitian Baroroh (2017) tentang penurunan logam berat Ni menggunakan serbuk selulosa kulit kakao berukuran 60 mesh. Semakin luas permukaan adsorben maka banyak logam berat yang akan teradsorpsi (Syauqiah *et al.*, 2011). Karena interaksi antara adsorben dengan adsorbat hanya terjadi pada permukaan adsorben (Fatmawati, 2006).

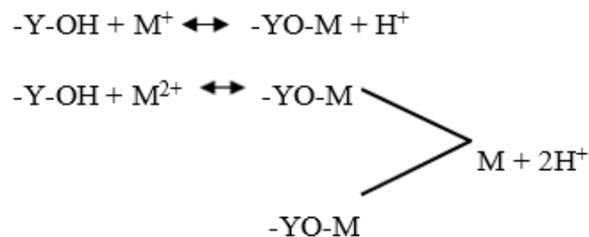
Faktor kedua adalah massa adsorben. Pada penelitian ini menggunakan serbuk selulosa dengan konsentrasi 13 gr/L. Penelitian ini menambah jumlah konsentrasi serbuk selulosa dengan penelitian Khoiriyah (2018) yang menggunakan massa adsorben 10 gr/L menjadi 13 gr/L. Penelitian Khoiriyah (2018) penurunan kadar Pb sebesar 74,47% dengan massa adsorben 10 gr/L. Pada konsentrasi ini persentase penurunan logam berat meningkat. Semakin besar massa adsorben (konsentrasi selulosa), maka semakin besar penurunan Fe. Proses penurunan ini dikarenakan gugus aktif OH^- yang terdapat pada selulosa kulit pisang raja dapat mengikat Fe dalam air bersih. Sehingga semakin banyak massa adsorben maka semakin banyak gugus aktif OH^- yang dihasilkan yang dapat mengikat ion Fe. Tetapi, terdapat endapan dan perubahan warna pada penelitian ini, warna yang lebih keruh dan endapan pada air sehingga perlu adanya filtrasi pada penelitian selanjutnya.

Faktor ketiga adalah waktu pengontakan. Dalam penelitian ini menggunakan waktu kontak selama dua jam. Hal itu sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Baroroh (2017) dan Khoiriyah (2018) bahwa semakin tinggi frekuensi tumbukan antara partikel adsorbat dan adsorben, semakin lama

durasi kontak. Setelah kesetimbangan tercapai, hubungan antara gugus aktif pada permukaan biosorben dan ion logam melemah, sehingga terjadi desorpsi. Menurut Sirilert dan Maikrang (2018) pada waktu 2-10 menit terjadi penurunan logam berat yang pesat. Namun, pada waktu 20 menit telah tercapai kesetimbangan. Sehingga penelitian selanjutnya dapat mengaplikasikan waktu 20 menit dalam proses adsorpsi.

Faktor ke empat adalah kemampuan adsorben dalam menyerap dan mengikat logam berat. Pada penelitian ini menggunakan serbuk selulosa kulit pisang raja. Kulit pisang raja terdapat kandungan selulosa sebesar 8,4 nmol/L. Gugus aktif yang dapat mengikat Fe yaitu (-OH), (-COOH) dan (-NH₃) (Castro *et al.*, 2011). Pada selulosa serbuk kulit pisang raja terdapat gugus aktif OH⁻ yang menyebabkan terjadinya sifat polar pada adsorben. (Anggraeni *et al.*, 2010). Sejalan dengan penelitian Baroroh (2017) tentang penurunan kadar Ni menggunakan serbuk selulosa kulit kakao maka terdapat sisi aktif negatif yaitu serbuk selulosa kulit kakao OH⁻ dan ion logam bermuatan positif Ni²⁺, keduanya berinteraksi dan membentuk kompleks selulosa dan Ni. Pada penelitian serbuk kulit pisang mengandung juga sisi aktif negatif yaitu OH⁻ yang dapat mengikat ion logam bermuatan positif Fe²⁺, sehingga terjadi interaksi yang membentuk kompleks selulosa dan Fe.

Faktor ke lima adalah jenis adsorpsi. Pada penelitian ini menggunakan adsorpsi kimia. Interaksi antara adsorbat dan adsorben dilakukan dalam bentuk ikatan kimia (Syauqiah *et al.*, 2011). Aksi adsorpsi yang terjadi antara ion logam bermuatan positif dan gugus OH yang menempel pada permukaan (Aprilini, 2010), dimana pada penelitian ini gugus OH yang terdapat pada selulosa kulit pisang raja terikat oleh ion logam bermuatan positif yaitu Fe sehingga terjadi adsorpsi kimia sebagai berikut:



M^+ dan M^{2+} pada penelitian ini adalah ion Fe, sedangkan -OH adalah gugus hidroksil, dan Y adalah matrik tempat gugus -OH yang terikat. Ion logam Fe memiliki orbital D kosong yang akan diisi oleh elektron bebas dari atom oksigen pada gugus OH⁻. Lignoselulosa merupakan nama yang digunakan untuk bahan yang mengandung lignin, selulosa, dan hemiselulosa. Lignoselulosa merupakan komponen penyusun dinding sel. Hemiselulosa dan selulosa merupakan polisakarida yang dapat diurai menjadi monosakarida yang selanjutnya dapat digunakan sebagai bahan utama pembuatan bahan kimia, bahan bakar, biopolimer, bahan pakan, dan produksi enzim. Hemiselulosa dan selulosa pada struktur bahan lignoselulosa terikat atau diselubungi oleh lignin (Daulay, 2009). Selulosa β (*Betha Cellulose*) berperan sebagai ligan yang dapat menyumbangkan sepasang elektron bebas pada ion logam, sedangkan ion logam Fe berperan sebagai atom pusat dalam pembentukan senyawa kompleks (Aprilini, 2010). Banyaknya gugus OH⁻ membuat pH pada penelitian ini menjadi basa yaitu 9. sehingga pada penelitian selanjutnya dapat dilakukan penurunan pH menjadi 7 atau netral.

Meningkatnya penurunan kadar Fe pada perlakuan ini dikarenakan konsentrasi selulosa yang banyak sehingga jumlah kandungan gugus aktif OH⁻ yang dapat mengikat Fe juga banyak mengakibatkan meningkatnya penurunan kadar Fe.

E. Kadar Fe pada Air Bersih yang Diberi Perlakuan Serbuk Selulosa Kulit Pisang Raja (*Musa Textilia*) dengan Konsentrasi 16 gr/L Selama 2 Jam.

Hasil penurunan kadar Fe pada air bersih yang diberi perlakuan serbuk selulosa kulit pisang raja (*Musa textilia*) dengan konsentrasi 16 gr/L selama dua jam didapatkan hasil rata rata sebesar 0,11 mg/l. Dengan presentase penurunan kadar Fe sebesar 98,7%.

Penambahan serbuk selulosa kulit pisang raja (*Musa textilia*) dengan konsentrasi 16 gr/L waktu kontak selama 2 jam dapat menurunkan kadar Fe pada air bersih di desa Gempol, Kecamatan Gempol, Kabupaten Pasuruan. Sejalan dengan penelitian Susilawaty, *et al* (2016) bahwa kulit pisang mengandung selulosa, maka ia mereka menyerap ion logam. Gugus hidroksil

padat elektron mengikat ion logam bermuatan positif Sehingga serbuk selulosa kulit pisang raja dapat juga menurunkan kadar Fe dengan konsentrasi 16 gr/L selama 2 jam. Sejalan juga dengan penelitian yang dilakukan oleh Arifa Ibrahim (2016) yang dapat menurunkan kadar Fe menggunakan serbuk kulit pisang kepok yang membedakan hanya jenis pisangnya. Hasil kadar Fe dalam penelitian ini dibawah baku mutu Permenkes No. 32 Tahun 2017. Meningkatnya perolehan persentase adsorpsi ini disebabkan oleh Sejumlah besar ion H^+ mengelilingi permukaan adsorben, menyebabkan permukaan menjadi bermuatan positif dan menyebabkan ion logam ditolak. Dengan kata lain, ion logam dalam sistem bersaing dengan ion H^+ untuk mencapai situs aktif biosorben. masih tersedia untuk ikatan (Reddy *et al.*, 2011).

Faktor yang mempengaruhi kemampuan laju proses adsorpsi, antara lain adalah bentuk media adsorben, massa adsorben, waktu pengontakan, kemampuan adsorben dalam menyerap dan mengikat logam berat, dan jenis adsorpsi. (Baroroh *et al.*, 2017).

Faktor pertama adalah bentuk media adsorben. Media adsorben yang dimaksud dalam penelitian ini adalah ukuran dari selulosa. Pada penelitian ini ukuran yang dipakai adalah 60 mesh dan berdasarkan penelitian Baroroh (2017) tentang penurunan logam berat Ni menggunakan serbuk selulosa kulit kakao berukuran 60 mesh. Semakin luas permukaan adsorben maka banyak logam berat yang akan teradsorpsi (Syauqiah *et al.*, 2011). karena interaksi antara adsorben dengan adsorbat hanya terjadi pada permukaan adsorben (Fatmawati, 2006).

Massa adsorben pada penelitian ini menggunakan serbuk selulosa dengan konsentrasi 16 gr/L. Penelitian ini menambah jumlah konsentrasi serbuk selulosa dengan penelitian Khoiriyah (2018) yang menggunakan massa adsorben 10 gr/L menjadi 16 gr/L. Penelitian Khoiriyah (2018) penurunan kadar Pb sebesar 74,47% dengan massa adsorben 10 gr/L. Pada konsentrasi ini persentase penurunan logam berat meningkat. Semakin besar massa adsorben (konsentrasi selulosa), maka semakin besar penurunan Fe. Hal ini, dikarenakan gugus aktif OH^- yang terdapat pada selulosa kulit pisang raja dapat mengikat Fe dalam air bersih. Sehingga semakin banyak massa adsorben maka semakin

banyak gugus aktif OH^- yang dihasilkan yang dapat mengikat ion Fe. Tetapi, terdapat endapan dan perubahan warna pada penelitian ini, warna yang lebih keruh dan endapan pada air sehingga perlu adanya filtrasi pada penelitian selanjutnya.

Faktor ketiga adalah waktu pengontakkan. Dalam penelitian ini menggunakan waktu kontak selama dua jam. Hal itu sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Baroroh (2017) dan Khoiriyah (2018) bahwa semakin tinggi frekuensi tumbukan antara partikel adsorbat dan adsorben, semakin lama durasi kontak. Setelah kesetimbangan tercapai, hubungan antara gugus aktif pada permukaan biosorben dan ion logam melemah, sehingga terjadi desorpsi. Menurut Sirilert dan Maikrang (2018) pada waktu 2-10 menit terjadi penurunan logam berat yang pesat. Namun, pada waktu 20 menit telah tercapai kesetimbangan. Sehingga penelitian selanjutnya dapat mengaplikasikan waktu 20 menit dalam proses adsorpsi.

Faktor ke empat adalah kemampuan adsorben dalam menyerap dan mengikat logam berat. Pada penelitian ini menggunakan serbuk selulosa kulit pisang raja. Kulit pisang raja terdapat kandungan selulosa sebesar 8,4 nmol/L. Gugus aktif yang dapat mengikat Fe yaitu ($-\text{OH}$), ($-\text{COOH}$) dan ($-\text{NH}_3$) (Castro *et al.*, 2011). Pada selulosa serbuk kulit pisang raja terdapat gugus aktif OH^- yang menyebabkan terjadinya sifat polar pada adsorben. (Anggraeni *et al.*, 2010). Sejalan dengan penelitian Baroroh (2017) tentang penurunan kadar Ni menggunakan serbuk selulosa kulit kakao maka terdapat sisi aktif negatif yaitu serbuk selulosa kulit kakao OH^- dan ion logam bermuatan positif Ni^{2+} , keduanya berinteraksi dan membentuk kompleks selulosa dan Ni. Pada penelitian serbuk kulit pisang mengandung juga sisi aktif negatif yaitu OH^- yang dapat mengikat ion logam bermuatan positif Fe^{2+} , sehingga terjadi interaksi yang membentuk kompleks selulosa dan Fe.

Faktor ke lima adalah jenis adsorpsi. Pada penelitian ini menggunakan adsorpsi kimia. Interaksi antara adsorbat dan adsorben dilakukan dalam bentuk ikatan kimia (Syauqiah *et al.*, 2011). Mekanisme adsorpsi yang terjadi antara gugus OH^- yang terikat pada permukaan dengan ion logam yang bermuatan positif (kation) (Aprilini, 2010), dimana pada penelitian ini gugus OH^- yang

F. Perbedaan Penurunan Kadar Fe pada Air Bersih di Berbagai Variasi Konsentrasi Serbuk Selulosa Kulit Pisang Raja (*Musa Textilia*)

Hasil analisis uji Anova satu arah didapatkan nilai sebesar $F = 9596.86$ ($p = 0,00$) maka menerima hipotesis alternatif. Jadi ada perbedaan penurunan kadar Fe pada air dengan berbagai variasi konsentrasi serbuk selulosa kulit pisang raja (*Musa textilia*).

Hasil penelitian menunjukkan kadar Fe pada air bersih terjadi penurunan disetiap penambahan konsentrasi serbuk selulosa kulit pisang raja. Pada konsentrasi 7 gr/L ke 10 gr/L mengalami peningkatan adsorpsi sebesar 32,34% pada konsentrasi 10 gr/L ke 13 gr/L mengalami peningkatan adsorpsi sebesar 13,24% berbeda dengan konsentrasi 13gr/L ke 16 gr/L yang peningkatannya hanya sedikit yaitu 17,65% pada air bersih di desa Gempol, Kecamatan Gempol, Kabupaten Pasuruan.

Penggunaan metode adsorpsi dipengaruhi oleh luas permukaan adsorben. Untuk mengoptimalkan proses penyerapan antara adsorben dengan larutannya maka adsorben yang dipakai dalam bentuk serbuk, dimana zat padat cepat bereaksi jika dijadikan serbuk. Adsorben memiliki luas permukaan yang besar akan membuat bidang kontak yang besar juga antara adsorben dengan adsorbatnya sehingga adsorbatnya terserap lebih banyak. Dalam bentuk serbuk, ukuran kecil dan jumlahnya banyak, sehingga luas tumbukan antara reaktan akan jauh lebih besar. Ketika suatu bahan dimasukkan ke dalam suatu larutan, permukaan zat tersebut akan menyentuh larutan tersebut. Menurut teori tumbukan, semakin besar luas permukaan suatu zat yang bersentuhan dengan partikel lain, maka semakin besar pula jumlah reaksi adsorpsi yang terjadi, sehingga semakin cepat pula respon antara zat dan larutan (Imtisal, 2015).

Besar kemampuan adsorpsi terjadi karena banyaknya permukaan serbuk selulosa yang berinteraksi dengan ion logam berat, selain terkait dengan luas permukaan adsorben, dengan penambahan variasi konsentrasi akan meningkatkan jumlah adsorben. Sehingga dengan jumlah adsorben yang banyak maka dapat menyerap adsorbat dengan maksimal, dan komponen yang terserap akan masuk kedalam rongga pori yang terdapat di permukaan adsorben. Peristiwa desorpsi terjadi dikarenakan masuknya adsorbat ke dalam

rongga pori dari permukaan adsorben; peristiwa ini telah mencapai titik jenuh karena proses adsorpsi telah melampaui periode optimalnya. Sebaliknya, adsorbat akan terlepas satu per satu dari permukaan adsorben selama proses adsorpsi. Selain itu, ukuran molekul adsorbat yang akan diserap bertujuan agar lebih kecil atau sama dengan ukuran molekul pada permukaan adsorben yang digunakan, sehingga adsorben dapat menyerap adsorbat dengan baik (Rahmawati, 2021).

Penambahan variasi konsentrasi adsorben pada air bersih dalam bentuk serbuk selulosa kulit pisang memberikan berpengaruh dalam penurunan kadar Fe dalam air bersih. Penurunan kadar Fe berbanding lurus dengan penambahan konsentrasi serbuk selulosa kulit pisang. Semakin banyak penambahan konsentrasi bioadsorben yang digunakan dalam proses adsorpsi maka semakin tinggi pula penurunan kadar Fe.

G. Efektivitas Serbuk Selulosa Kulit Pisang Raja (*Musa Textilia*) dalam Menurunkan Kadar Fe pada Air Bersih

Hasil penurunan kadar Fe pada air bersih menggunakan serbuk selulosa kulit pisang raja mulai dari konsentrasi 7 gr/L sampai 16 gr/L yang paling efektif terdapat pada konsentrasi 16 gr/L dengan persentase penurunan kadar Fe sebesar 98,7% dan terendah terdapat pada konsentrasi 7 gr/ L sebesar 35,455%. Sehingga, semakin besar konsentrasi perlakuan maka semakin besar rata-rata penurunan kadar Fe pada air bersih. Dengan demikian, hasil efektivitas penurunan Fe didapatkan dari pengukuran kadar Fe sebelum diberi perlakuan konsentrasi serbuk dikurangi sesudah diberi perlakuan dibagi sebelum diberi perlakuan dikali seratus persen (Moekarni, 2011). Sehingga dari rumus tersebut, diperoleh konsentrasi 16 gr/L serbuk selulosa kulit pisang raja yang paling efektif menurunkan kadar Fe pada air bersih.

Besar kemampuan adsorpsi terjadi karena banyaknya permukaan serbuk selulosa yang berinteraksi dengan ion logam berat, selain terkait dengan luas permukaan adsorben, dengan penambahan variasi konsentrasi akan meningkatkan jumlah adsorben. Oleh karena itu, ketika jumlah adsorben bertambah, maka adsorbat akan mampu menyerap secara maksimal, dan

komponen yang teradsorpsi akan masuk ke dalam rongga pori pada permukaan adsorben. Menurut hipotesis adsorpsi Langmuir, jumlah situs aktif pada permukaan adsorben sebanding dengan luas permukaannya. Jika situs aktif pada adsorben tidak dijenuhkan oleh adsorbat, konsentrasi adsorbat akan naik secara linier pada penambahan. Namun, jika situs aktif pada adsorben jenuh, penyerapan tidak akan terjadi. Oleh karena itu, penambahan konsentrasi yang lebih banyak tidak akan meningkatkan jumlah adsorbat yang teradsorpsi (Arninda *et al.*, 2014). Oleh karena itu, diperlukan penelitian lebih lanjut untuk menentukan konsentrasi selulosa bubuk kulit pisang raja yang optimal untuk menurunkan kadar Fe dalam air bersih.

Tingginya penurunan kadar Fe pada penambahan konsentrasi serbuk selulosa 16 gr/L dikarenakan banyaknya ion logam Fe yang terikat pada adsorben serbuk selulosa kulit pisang raja, sehingga hasil penurunannya didapatkan kadar Fe dalam air bersih yang masih memenuhi baku mutu yang ditetapkan yaitu Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 32 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan Dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Hygiene Sanitasi, Kolam Renang, *Solus Per Aqua* Dan Pemandian Umum. Namun, jika situs aktif adsorbat sudah jenuh, penambahan konsentrasi yang lebih banyak tidak akan meningkatkan jumlah adsorbat yang teradsorpsi dan juga pada penelitian ini ada hasil samping yang berupa endapan yang merupakan hasil ikatan gugus hidroksil dengan ion logam Fe, serta adanya warna yang agak keruh. Maka perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai konsentrasi optimum serbuk selulosa kulit pisang raja yang dapat menurunkan kadar Fe pada air bersih dan perlu adanya proses filtrasi untuk menghilangkan endapan dan yang dihasilkan oleh reaksi adsorben dengan adsorbatnya.

BAB VI

PENUTUP

A. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Kadar Fe pada air bersih yang diberi perlakuan serbuk selulosa kulit pisang raja (*Musa textilia*) dengan konsentrasi 0 gr/L selama 2 jam, didapatkan dengan hasil rata-rata sebesar 9,392 mg/l.
2. Kadar Fe pada air bersih yang diberi perlakuan serbuk selulosa kulit pisang raja (*Musa textilia*) dengan konsentrasi 7 gr/L selama 2 jam didapatkan hasil rata-rata sebesar 6,06 mg/l.
3. Kadar Fe pada air bersih yang diberi perlakuan serbuk selulosa kulit pisang raja (*Musa textilia*) dengan konsentrasi 10 gr/L selama 2 jam didapatkan hasil rata-rata sebesar 3,02 mg/l.
4. Kadar Fe pada air bersih yang diberi perlakuan serbuk selulosa kulit pisang raja (*Musa textilia*) dengan konsentrasi 13 gr/L selama 2 jam didapatkan hasil rata-rata sebesar 1,78 mg/l.
5. Kadar Fe pada air bersih yang diberi perlakuan serbuk selulosa kulit pisang raja (*Musa textilia*) dengan konsentrasi 16 gr/L selama 2 jam didapatkan hasil rata-rata sebesar 0,11 mg/l.
6. Ada perbedaan penurunan kadar Fe pada air dengan berbagai variasi konsentrasi serbuk selulosa kulit pisang raja (*Musa textilia*).
7. Penurunan kadar Fe air bersih dengan serbuk selulosa kulit pisang raja (*Musa textilia*) yang paling efektif adalah pada konsentrasi 16 gr/L sebesar 98,70%.

B. Saran

Dari hasil penelitian dapat disarankan bagi peneliti lainnya untuk melakukan penelitian selanjutnya, yaitu:

1. Mencari konsentrasi titik jenuh dalam menurunkan kadar Fe pada air bersih dengan cara menaikkan konsentrasi serbuk selulosa kulit pisang raja (*Musa textilia*).

2. Adanya endapan dan berubahnya warna air bersih dalam penelitian ini, maka perlu adanya proses filtrasi sebagai proses penelitian lanjutan, untuk menghilangkan endapan dan warnanya.
3. Tinggi nya Ph pada penelitian ini, Sehingga perlu adanya penurunan Ph menjadi netral.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, Rukaesih. (2004). *Kimia Lingkungan*. Jakarta: Andi Press
- Anwar J., Shafique U., Waheed-uzZaman, Salman M., Dar A., Anwar S. (2010). Removal of Pb(II) and Cd(II) from water by adsorption on peels of banana. *Bioresource Technology*, 101, 1752–1755.
- Apriani, R., Diah Faryuni, I., Wahyuni, D., Kunci, K., Aktif, K., Durian, K. Fe, A. (2013). Pengaruh Konsentrasi Aktivator Kalium Hidroksida (KOH) terhadap Kualitas Karbon Aktif Kulit Durian sebagai Adsorben Logam Fe pada Air Gambut.
- Apriliani, A. (2010). Pemanfaatan Arang Ampas Tebu sebagai Adsorben Ion logam Cd, Cr, Cu, dan Pb dalam Air Limbah. Jakarta: Skripsi Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.
- Arninda, Andi. Sjahrul.M, Zakir, M. (2014). Adsorpsi Ion Logam Pb (II) Dengan Menggunakan Kulit Pisang Kepok (*Musa paradisiaca* Linn). Makassar.
- Asmadi, Khayan, Kasjono H.S. (2011). *Teknologi Pengolahan Air Minum*. Yogyakarta: Gosyen Publishing.
- Badan Pusat Data dan Informasi Kementerian Kesehatan RI, (2020). *Infodatin Air dan Kesehatan Tahun 2020*. Jakarta Pusat: Pusat Data dan Informasi Kementerian Kesehatan RI.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Pasuruan, (2021). *Kecamatan Gempol Dalam Angka Tahun 2021*. Pasuruan: Badan Pusat Statistik.
- Badan Pusat Statistik Indonesia. (2013). *Tabel Produksi Tanaman Hias di Indonesia 2013*.
- Bansal, R.C., (2005). *Three-Phase Self-Excited Induction Generators: An Overview, IEEE Transactions On Energy Conversion*.
- Baroroh, Azzumrotul., Anita Dewi Moelyaningrum., E. (2017). Pemanfaatan Serbuk Selulosa Kulit Kakao sebagai Adsorben Logam Berat Ni pada Limbah Cair Elektroplating.
- Berti Oktiana, And Herman Sanjtoko, And Choirul Amri, (2019). *Sachet Kulit Pisang Sebagai Media Penurunan Kandungan Besi (Fe) Air Sumur Gali Di Dusun Tempursari, Sardonoharjo, Ngaglik, Sleman*. Skripsi thesis, Poltekkes Kemenkes Yogyakarta.
- Cahyono, B. (2009). *Pisang*. Yogyakarta: Kanisius.
- Castro et al (2011). *Bananan Peel Applied To The Solid Phase Extraction Of Copper And Lead From River Water: Preconcentration Of Metal Ions With A Fruit Waste*. Brazil: Dept. Quimica.

- Daulay, L.R., 2009. Adhesi Penguat Serbuk Pulp Tandan Kosong Sawit Teresterifikasi Dengan Matriks Komposit Polietilena : Disertasi. Medan : Universitas Sumatera Utara.
- Departemen Kesehatan (2017). *Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 32 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua, dan Pemandian Umum*. Jakarta.
- Dwi Arista Ningsih, Irwan Said Dan Purnama Ningsih Pendidikan (2016). Adsorpsi Logam Timbal (Pb) Dari Larutannya Dengan Menggunakan Adsorben Dari Tongkol Jagung.
- Ekafitri, R., Sarifudin, A., & Surahman, D. N. (2013). Pengaruh Penggunaan Tepung Dan Puree Pisang Terhadap Karakteristik Mutu Makanan Padat Berbasis-Pisang (Effect of Banana Flour and Puree on the Quality Characteristic of Banana-Based Snack Bar).
- Fatmawati. Kajian Adsorpsi Cd (II) (2006). Biomassa Patogen (Rumput naga) yang Termobilisasikan pada Silica Gel. Banjarnegara: Skripsi Universitas Lambung Mangkurat.
- Febrina, A., & Astrid, A. (2014). Studi Penurunan Kadar Besi (Fe) Dan Mangan (Mn) Dalam Air Tanah Menggunakan Saringan Keramik.
- Hardyanti, T., Kandou, G. D., & Joseph, W. B. S. (2016). Gambaran Kualitas Bakteriologis Dan Kondisi Fisik Sumur Gali Di Lingkungan Kelurahan Manembo-Nembo Tengah Kecamatan Matuari Kota Bitung Tahun 2015.
- Harianja, *et al.*, (2015) "Optimasi Jenis dan Konsentrasi Asam pada Hidrolisis Selulosa dalam Tongkol Jagung", 4, no. 4h. 66-71.
- Imamatul Khoiriyah, (2018). Pemanfaatan Serbuk Selulosa Kulit Pisang Raja (*Musa textilia*) untuk menurunkan Timbal (Pb) (Studi Sumur Monitoring TPA Pakusari Jember).
- Intisal, H. (2015). Pemanfaatan Serbuk Pektin Kulit Kakao Sebagai Media Adsorben Logam Berat Pb pada Limbah Cair Industri Elektroplating.
- Jannah, M. (2017). Penentuan Konsentrasi Optimum Selulosa Sekam Padi Dalam Pembuatan Film Bioplastik. Skripsi. Makassar: Universitas Islam Negeri Alauddin.
- Joko T. (2010). Unit Produksi dalam Sistem Penyediaan Air Minum. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Jumiati, J., Susilawaty, A., & Rusmin, M. (2016). Peningkatan Kualitas Air Sumur Gali Berdasarkan Parameter Besi (Fe) dengan Pemanfaatan Kulit Pisang Kepok.

- Junaidi, J. (2010). Statistik Uji Kruskal-Wallis. *Fakultas Ekonomi Universitas Jambi*.
- Kacaribu, K. (2008). *Kandungan Kadar Seng (Zn) Dan Besi (Fe) Dalam Air Minum Dari Depot Air Minum Isi Ulang Air Pegunungan Sibolangit Untuk Memperoleh Gelar Magister Sains dalam Program Studi Ilmu Kimia pada Sekolah Pascasarjana Universitas Sumatera Utara*.
- Lubis. (2012). Pengaruh Penambahan Tepung Kulit Pisang Raja (Musa Paradisiaca) Terhadap Daya Terima Kue Donat, Skripsi Universitas Sumatera Utara.
- Mahvi, A, Naghipor D, Vaezi F, and Nazmara S. (2005). *Teawaste as an Adsorbent for Heavy Metal Removal from Industrial Wastewater*.
- Maria, A. (2017). Analisis Kadar Logam Besi dan Mangan Pada Air Bersih Dengan Metode Inductively Coupled Plasma (ICP). KTI. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Meunier N, Jerome L, Jean-Francois B, and Tyagi R. (2003). *Cocoa shells for heavy metal removal from acidic solutions*.
- Mirwan, A., & Wijayanti, H. (2011). Penurunan Ion Fe Dan Mn Air Tanah Kota Banjarbaru Menggunakan Tanah Lempung Gambut Sebagai Adsorben. *Info Teknik*, 12(1), 45–51.
- Monariqsa, Dian, *et al.* (2012). Ekstraksi Selulosa dari Kayu Gelam (*Melaleuca leucadendron* Linn) dan Kayu Serbuk Industri Mebel. *J. Penelitian Sains* 15, no. 3: h. 96-101.
- Mukhtarini. (2011). Ekstraksi, Pemisahan Senyawa, dan Identifikasi Senyawa Aktif. *Jurnal of Pharmacy*, VII(2), 361.
- Neny Anggraeni (2010). Faraday dan Kelistrikan. Jakarta: Elex Media Komputindo; 2010 from Google book.
- Nuryana, S. D., Hidartan, H., Yuda, H. F., & Riyandhani, C. P. (2019). Penyaringan unsur-unsur logam (fe, mn) air tanah dangkal di kelurahan jembatan lima, tambora, jakarta barat. *Jurnal Abdi Masyarakat Indonesia*, 1(3).
- Oktiana, B. (2019). *Sachet Kulit Pisang Sebagai Media Penurunan Kandungan Besi (Fe) Air Sumur Gali di Dusun Tempursari, Sardonoharjo, Ngaglik, Sleman*. 1–11.
- Okorie, D.O., Eleazu, C.O., dan Nwosu, P. (2015). Nutrient and Heavy Metal Composition of Plantain (*Musa paradisiaca*) and Banana (*Musa paradisiaca*) Peels. *Journal of Nutrition & Food Science*, 5 (370): 1-3.
- Ongeliana, (2013). Daya Hambat Ekstrak Kulit Pisang Raja (*Musa Paradisiaca* var. Raja) Terhadap Polibakteri Ulser Recurrent Aphthous Stomatitis.

Skripsi. Universitas Airlangga.

Palar, H. (2012). *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta: Rineka Cipta.

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 tahun 2001 tentang *Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air*.

Pramesti, A. D. (2016). Efek Fito Protektif Ekstrak Batang Pisang Ambon (*Musa paradisiaca* var. *Sapientum*) Terhadap Gambaran Histopatologi Duodenum Tikus Putih (*Rattus norvegicus*) Yang Diinduksi Indometasin. Skripsi, 1–71.

Rahmawati, P. (2021). *Pemanfaatan Kulit Pisang Kepok-Polivinil Alkohol (PVA) Tersulfonasi Sebagai Adsorben Ion Tembaga (II)* [Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang].

Reddy D.H.K., Ramana D.K.V., Seshaiyah K., Reddy A.V.R. (2011). Biosorption of Ni(II) from aqueous phase by *Moringa oleifera* bark, a low cost biosorbent. *Desalination*, 268, 150– 157.

Sugiyono (2011). *Metode penelitian kuantitatif kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.

Suteu D, Biliuta G, Rusu L, Coseri S, and Nacu G (2015). Cellulose Cellets as New Type of Adsorbent for The Removal of Dyes from Aqueous Media. *Journal Environmental Engineering and Management*.

Suyanti S, dan Supriyadi, A. (2008). *Pisang Budi Daya Pengolahan dan Prospek Pasar*, 10 ed. Jakarta: Penebar Swadaya.

Syauqiah, I., Amalia, M., & Kartini, H. A. (2011). Analisis Variasi Waktu Dan Kecepatan Pengaduk Pada Proses Adsorpsi Limbah Logam Berat Dengan Arang Aktif Isna Syauqiah¹, Mayang Amalia, Hetty A. Kartini Abstrak-Dalam Limbah Cuci Foto. *Info Teknik*, 12(1), 11–20.

Undang-undang Nomor 17 Tahun 2019 tentang tentang sumber daya air.

Utara, u. S. (2017). Air bersih dengan metode inductively coupled plasma (icp) tugas akhir oleh : anna maria turnip nim 142410048 program studi diploma iii air bersih dengan metode inductively coupled plasma (icp).

Verardi, *et al.*, (2012) “*Hydrolysis of Lignocellulosic Biomass: Current Status of Processes and Tecnology and Future Percpectives*”, h. 5-22.

Yani, R. (2017). Pemanfaatan Kulit Pisang Raja (*Musa textilia*) Sebagai Bahan Baku Pembuatan Kerupuk, Daya Terima dan Kandungan Zat Gizinya. Skripsi, 5(1), 21–31.