

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Penelitian Terdahulu

Berikut uraian mengenai perbedaan penelitian terdahulu dan penelitian sekarang :

Tabel II.1
Perbedaan Penelitian Terdahulu dan Penelitian Sekarang

No	Peneliti	Judul	Tujuan	Hasil
1	Shofyana Eka Safitri, 2023	Tray Aerasi Dan Adsorpsi Batu Zeolit Untuk Menurunkan Kadar Fe Air Sumur	Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penurunan kadar Fe sebelum dan setelah perlakuan tray aerasi dan adsorpsi batu zeolit untuk menurunkan kadar Fe air sumur.	Dari hasil penelitian menunjukkan kadar Fe sebelum dan setelah perlakuan tray aerasi dan adsorpsi batu zeolit mengalami penurunan dengan rata-rata 94,55%. Tetapi terdapat perbedaan hasil penelitian, peneliti menduga adanya endapan yang terlarut. Meskipun batu zeolit dapat sebagai penyaring, namun pada penelitian ini lebih cenderung sebagai proses adsorpsi.
2	Ronny <i>et al.</i> , 2021	Kemampuan Tray Aerator Filter Zeolit Dalam Menurunkan Kadar Besi	Dari hasil penelitian ini yaitu kemampuan Aerasi Tray Aerator Filter Zeolit terhadap Penurunan	Berdasarkan hasil penelitian studi kepustakaan dengan metode studi

		(Fe) Dan Mangan (Mn) Pada Air Bersih	Konsentrasi (Fe) Konsentrasi Mangan (Mn) pada air bersih.	Besi dan pada	kepuustakaan dengan beberapa junal, pada jurnal Aizar dan Alfian menurunkan kandungan zat besi berkisar 0,8 mg/l hingga 0,73 mg/l, dengan efisiensi 100% menurut jurnal Abdul Hafiz, dan dengan penggunaan peralatan aerasi kandungannya dapat diturunkan hingga 0 mg/l, menurut jurnal hardini tercapai efisiensi 97%.
3	Dio Adriano, 2023	Efektifitas <i>Tray Aerator</i> Dalam Menurunkan Kadar Besi Pada Air Sumur Tanah Dalam	Tujuan penelitian ini adalah menganalisis efektifitas jumlah tingkat <i>Tray Aerator</i> dalam menurunkan kadar besi (Fe) pada air Sumur Tanah Dalam. Metode yang digunakan deskriptif kuantitatif melalui eksperimen		Hasil penelitian menunjukkan 3 tingkat <i>Tray Aerator</i> rata-rata penurunan kadar besi 72%, 5 tingkat <i>Tray Aerator</i> 92 %, dan 7 tingkat <i>Tray Aerator</i> 94 persen. Analisis uji Anova kadar besi menunjukkan bahwa variasi alat tingkat 3 dan 5 tidak berbeda nyata, variasi alat tingkat 5 dan 7 tidak berbeda nyata, dan variasi alatt tingkat 3 dan 7 berbeda nyata.

4	Miftach Secha <i>et al.</i> , 2019	Penggunaan Jenis Zeolit Dalam Penurunan Kadar FE Air Sungai Menggunakan Kolom <i>Adsorpsi</i>	Dilakukan pengolahan untuk menurunkan Fe air sungai dengan cara <i>Adsorpsi</i> menggunakan zeolit sebagai adsorben. Zeolit merupakan batu yang berasal dari gunung berapi yang penggunaannya belum maksimal. dilakukan menggunakan kolom <i>Adsorpsi</i> dengan ketebalan adsorben 100 cm dengan debit 3,3 ml/det.	Dari hasil uji FTIR untuk karakterisasi adsorben sebagian besar puncak tidak mengalami pergeseran terlalu besar, ini menunjukkan <i>Adsorpsi</i> terjadi secara fisika. Dan hasil penelitian penurunan Fe, adsorben mampu menurunkan 97,82%.
5	Abdul Hafidz Nainggolan <i>et al.</i> , 2017	Pengaruh Aerasi Bertingkat Dengan Kombinasi Saringan Pasir, Karbon Aktif, Dan Zeolit Dalam Menyisihkan Parameter Fe Dan Mn Dari Air Tanah Di Pesantren Ar-Raudhatul Hasanah	Penelitian yang bersifat eksperimen ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh aerasi bertingkat dengan kombinasi saringan pasir, karbon aktif dan zeolit	Hasil penelitian menunjukkan Pemeriksaan sampel dilakukan pengambilan sampel secara kontinyu setiap 5 jam pada alat 1 (aerasi dua tahap, kemudian saringan pasir, karbon aktif, dan kombinasi zeolit. Dan alat 3 alat 1 mengalami penurunan kadar besi yang paling signifikan dengan efisiensi reduksi sebesar 47,22%. Sebaliknya, pada efisiensi reduksi 100%, kandungan Mn

di semua alat menurun. Hasil uji statistik menunjukkan terdapat perbedaan (0,028 < 0,05) pada konsentrasi Fe alat 1, alat 2, dan alat 3.

B. Telaah Pustaka Lain yang Sesuai

1. Air

a. Pengertian Air

Air yang sehat adalah air yang tidak terkontaminasi oleh racun, zat berlebih, atau mineral dan tidak berpotensi menyebabkan penyakit pada manusia. Ini karena kebutuhan masyarakat akan air meningkat. Air berkualitas karena air bersih sekarang tercemar oleh tindakan manusia dan alam. (Bangun *et al.*, 2022)

Air merupakan masalah utama dalam menyediakan air minum bagi masyarakat kota dan desa. Banyak upaya dilakukan untuk menyediakan air bersih dan aman bagi kesehatan karena kebutuhan manusia semakin meningkat. Empat karakteristik harus dipenuhi oleh air yang sehat. Parameter fisik terdiri dari padatan terlarut, kekeruhan, warna, rasa, bau, dan suhu. Kemudian ada parameter kimia, yang mencakup berbagai ion, senyawa beracun, kandungan oksigen terlarut, dan kebutuhan oksigen kimia. Selanjutnya ada parameter biologi, yang mencakup jenis dan kandungan mikroorganisme, hewan, dan tumbuhan, serta zat radioaktif. (Bangun *et al.*, 2022).

Kualitas air secara umum mengacu pada kondisi air dalam kaitannya dengan aktivitas atau kebutuhan tertentu. Kualitas air yang digunakan untuk budidaya perikanan sangat berbeda dengan kualitas

air yang digunakan untuk minum dan memasak. Air yang dikonsumsi harus memiliki kualitas fisika dan kimia yang baik. (Sari, 2020)

b. Sumber Air

Berdasarkan Keputusan Menteri Dalam Negeri, 2018, sumber air berasal dari :

1) Sumur dalam

Sumber air buatan yang dibuat dengan mengebor lubang konsentris di dalam tanah hingga kedalaman tertentu disebut sumur dalam. Seringkali, lubang-lubang ini menembus lapisan tanah yang relatif kedap air, dengan kedalaman hingga 100 meter. Sumur dalam yang ideal dapat menampung air tanah dari lapisan pasir yang sangat permeabel karena ada lapisan tanah liat yang sangat pengawet di kedua sisi lapisan pasir. Sumur dalam tidak memiliki kapasitas air yang signifikan. Sebuah sumur dianggap memiliki volume pembuangan 20 l/s. Seiring berjalannya waktu, produktivitas sumur dalam biasanya menurun. Hal ini disebabkan oleh penurunan daya simpan atau storability lapisan tanah liat pendukungnya. Secara umum, air baku yang dihasilkan memiliki kualitas yang sangat baik dan digunakan sebagai air minum setelah proses klorinasi. Namun, karena adanya pengotor seperti besi, H₂S, kapur, dan sebagainya, dalam beberapa kasus, pemrosesan lebih lanjut mungkin diperlukan. Besi (Fe²⁺) dihilangkan melalui proses aerasi, yang diikuti oleh proses pengendapan dan filtrasi, dan ventilasi menghilangkan H₂S. Ca(HCO₃)₂ dihilangkan melalui proses pelunakan. Air yang mengandung nitrat (NO₃⁻¹) dengan konsentrasi lebih dari 10mg/l tidak boleh digunakan sebagai sumber air.

2) Mata Air

Air bawah tanah muncul di aliran sungai. Dibandingkan dengan sumur dalam, mata air biasanya memiliki kapasitas yang lebih besar dan kualitas yang lebih baik. Kapasitas sungai terkadang lebih besar karena mulut drainase bawah tanah bisa lebih lebar dibandingkan sumur dangkal. Kualitas air sungai secara umum baik karena daerah imbuhan tetap terlindungi dari ancaman pencemaran. Ketika sistem pasokan air minum perkotaan pertama kali muncul, sungai merupakan sumber utama air baku. Hal ini disebabkan oleh jumlah penduduk yang rendah, kebutuhan air bersih yang rendah, dan ketersediaan air yang cukup. Mata air seringkali lebih tinggi dari daerah suplain, sehingga air dapat disuplai secara gravitasi. (Keputusan Menteri Dalam Negeri, 2018)

3) Air Permukaan (Waduk, Sungai, Danau)

Saat ini, sumber air minum di Indonesia sebagian besar berasal dari air permukaan. Hampir seluruh waduk, sungai, dan danau besar di Pulau Jawa digunakan sebagai sumber air minum. Ini karena waduk, sungai, dan danau sangat diandalkan karena kapasitas dan kontinuitasnya yang besar. (Keputusan Menteri Dalam Negeri, 2018)

4) Air Hujan

Sebenarnya, air hujan bukanlah sumber air baku. Air baku disimpan di reservoir seperti sungai, danau, dan waduk. Teknologi diperlukan untuk mengubah air hujan menjadi air minum. Teknologi pengolahan air baku seperti waduk dan bendungan dibuat oleh negara atau perusahaan. Salah satu jenis teknologi pengolahan air baku adalah pemanasan air hujan (PAH). Di pantai timur Sumatera yang bergambut dan payau, air hujan digunakan sebagai sumber air minum sipil. Air hujan yang jatuh dari atap rumah dikumpulkan dan dimasukkan ke dalam tangki beton bawah tanah. Tangki-tangki ini berfungsi

sebagai fondasi rumah dan tangki. Keberhasilan teknik ini ditunjukkan oleh tinggi curah hujan sekitar 2.500 mm per tahun. (Keputusan Menteri Dalam Negeri, 2018)

c. Sumur

Air sumur, juga disebut air tanah bebas, adalah air tanah dangkal dengan kedalaman kurang dari 30 meter, biasanya 15 meter, yang dapat digunakan sebagai air minum melalui sumur dangkal. Kualitasnya cukup baik, tetapi sedikit dan tergantung pada musim. (Harimu et al., 2020).

Air tanah maupun air sumur dapat mengandung besi (Fe) karena tercemar oleh area yang ada disekitarnya. Dampak dari pencemaran tersebut adalah warna air terlihat kuning kecoklatan, karatan, rasa, dan bau yang menunjukkan bahwa kadar Fe dalam air permukaan kurang dari air tanah (dalam mg/l). Bila digunakan untuk tujuan sanitasi dan higieis, pengolahan diperlukan jika kandungan zat besi melebihi baku mutu air. Persyaratan kesehatan menurut Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 Tahun 2023 tentang higiyene, sanitasi, baku mutu kesehatan air kolam renang, sol per aqua, dan pemandin umum jangan minum air yang mengandung zat besi yang standar kualitasnya melebihi karena dapat merusak organ seperti hati, jantung, dan pankreas (Istihara, 2019).

Menjernihkan air kotor dapat dilakukan dengan berbagai macam cara. Berikut adalah beberapa metode yang paling banyak dikenal oleh masyarakat yaitu pertama ada proses Pengendapan (sedimentasi) merupakan proses pengendapan partikel-partikel padat tersuspensi oleh gaya gravitasi, proses kedua yaitu Penyaringan (filtrasi) merupakan proses penyaringan air yang mengeluarkan zat padat dari air melalui media berpori, dan proses ketiga yaitu Penyerapan (*Adsorpsi*)

adalah fenomena dimana suatu zat yang terlarut dalam suatu larutan membeku pada permukaan bahan penyerap, menembus ke dalam bahan penyerap, dan terakumulasi (Sihotang, 2018).

d. Pencemaran Air

Pencemaran air adalah ketika organisme, zat, energi, atau komponen lain masuk ke dalam air dan/atau mengubah strukturnya karena kegiatan manusia, sehingga menurunkan kualitas air sehingga mencemarinya dan tidak dapat dipulihkan lagi. Salah satu penyebab utama penurunan kualitas air tanah adalah pencemaran, terutama di daerah perkotaan dengan kepadatan penduduk yang tinggi dan aktivitas yang kompleks. (Akhir & Adriano, 2023)

Adanya logam, baik esensial maupun beracun, seperti besi, di dalam air sumur atau air tanah dapat menyebabkan pencemaran. (Ashar et al., 2023)

1) Sumber Pencemaran

Industri menghasilkan limbah yang mengandung logam berat dalam jumlah relatif tinggi sebagai sumber pencemaran. Limbah Industri ini akan terperangkap di dalam tanah secara bertahap. Air tanah berwarna kuning karena air dari sumur atau lubang bor di lahan basah, kawasan industri, dan operasi pengeboran minyak di beberapa tempat. Sebagian besar orang minum air dari PDAM. (Akhir & Adriano, 2023)

2) Dampak Pencemaran

Ada banyak jenis dampak yang ditimbulkan oleh pencemaran air. Dampak-dampak tersebut dapat dibagi dan diklasifikasikan ke dalam empat kategori, antara lain dampak ke biota perairan, kualitas air tanah, kesehatan dan estetika lingkungan (Akhir & Adriano, 2023).

e. Persyaratan Penyediaan Air Bersih Secara Kimia

Persyaratan penyediaan air bersih secara kimia yang diatur oleh Permenkes Nomor 2 Tahun 2023.

Tabel II.2
Persyaratan Penyediaan Air Bersih Secara Kimia

No.	Jenis Parameter	Kadar maksimum yang diperbolehkan	Satuan
1	pH	6,5 - 8,5	-
2	Nitrat (NO ³) (terlarut)	20	mg/l
3	Nitrit (NO ²) (terlarut)	3	mg/l
4	Kromium valensi 6 (Cr ⁶) (terlarut)	0,01	mg/l
5	Besi (Fe) (terlarut)	0,2	mg/l
6	Mangan (Mn) (terlarut)	0,1	mg/l

Sumber : Permenkes No 2 Tahun 2023

f. Metode Pengambilan Sampel Air Bersih

Menurut SNI 6989.59:2008 terdapat beberapa metode pengambilan sampel air bersih sebagai berikut :

- 1) Contoh sesaat (grab sample)
pengambilan sampel air limbah sementara pada titik tertentu
- 2) Contoh gabungan waktu
Kombinasi sampel dengan volume yang sama yang dikumpulkan pada titik waktu yang berbeda.
- 3) Contoh gabungan tempat
Kombinasi sampel diambil dari berbagai titik lokasi pada waktu yang sama, dengan volume yang sama.
- 4) Contoh gabungan waktu dan tempat

Kombinasi sampel yang dikumpulkan pada waktu yang sama, di lokasi yang sama, dalam volume yang berbeda, dan dengan cara yang sama. (Badan Standardisasi Nasional, 2008)

2. Besi (Fe)

a. Definisi

Besi merupakan unsur kimia yang ditemukan hampir di semua tempat di bumi, termasuk di air sumur dan air tanah Besi dapat tersuspensi dalam air dalam bentuk besi (Fe) dan kation besi (Fe), serta zat organik dan padatan anorganik (Yazid et al., 2021). Air berubah menjadi kuning kemerahan, berbau amis, dan membentuk lapisan minyak karena zat besi terlarut di dalamnya. Kadar besi tinggi dalam air dapat berdampak negatif pada kesehatan masyarakat. Tubuh dapat menyerap zat besi melalui kulit dan saluran pencemaran. Tubuh menghasilkan efek jangka panjang seperti hemokromatosis karena akumulasi besi. (Akhir & Adriano, 2023)

Besi adalah bahan kimia yang hampir ada di semua tempat di Bumi, di seluruh lapisan geologi, dan di semua perairan. Di dalam air, besi biasanya dapat larut dalam bentuk Fe^{2+} (besi) atau Fe^{3+} (besi). Ini dapat tersuspensi dalam bentuk partikel koloid dengan diameter kurang dari 1 μm atau lebih besar, seperti Fe_2O_3 , FeO , $Fe(OH)_2$, dan $Fe(OH)_3$, antara lain. Ini juga dapat digabungkan dengan zat organik atau padatan anorganik, seperti tanah liat. Konsentrasi besi di atas mg/l jarang ditemukan di perairan permukaan, tetapi dapat ditemukan jauh lebih tinggi di air tanah.konsentrasi besi yang tinggi ini mungkin menodai kain dan peralatan dapur. (K, Agustina & H Santjoko, 2019).

b. Sifat Kimia Fe

Sifat kimia air besi mencakup redoks, kompleksasi, dan metabolisme mikroorganisme. Fasa padatnya mengandung karbonat, hidroksida, dan besi sulfida. (K, Agustina & H Santjoko, 2019).

c. Faktor Penyebab Tingginya Kadar Fe pada Air

1. pH rendah dalam air

Menurut para ahli, batas pH aman air untuk digunakan dan dikonsumsi sehari-hari adalah antara 6,5 hingga 8,5. Air dengan alkalinitas normal aman diminum karena melarutkan semua mineral, termasuk zat besi.

2. Bercampur dengan gas korosif

Pencemaran air oleh gas korosif seperti CO₂ dan H₂S adalah salah satu penyebab tingginya kandungan besi dalam air. Gas korosif ini sangat berbahaya karena sifat korosif mereka dan partikelnya bercampur dengan air.

3. Terdapat bakteri

Mengandung bakteri besi, seperti krenotrik, callitonella dan siderocapsa, yang membutuhkan oksigen dan zat besi untuk bertahan hidup. Akibatnya, mereka mengoksidasi zat besi dan melarutkannya dalam air, yang kemudian menjadi makanan mereka. (Suyasa, 2015)

d. Dampak Tingginya Kadar Fe pada Air

Menurut K, Agustina & H Santjoko, 2019, kandungan zat besi pada air dapat menimbulkan berbagai permasalahan, antara lain:

1) Gangguan teknis

Endapan Fe(OH)₃ dapat menimbulkan dampak berbahaya seperti:

a) Kontaminasi seng pada bak mandi, wastafel dan toilet

b) Ada kemungkinan penyumbatan pipa karena sifat korosif pipa, terutama pipa galvanis.

2) Gangguan fisik

Adanya zat besi terlarut menyebabkan masalah ini, yang ditunjukkan oleh warna, aroma, dan rasa air bersih. Air bersih terasa tidak enak jika konsentrasi zat besi terlarut lebih dari 0,2 mg/l.

3) Gangguan kesehatan

Jika anda sering minum air yang mengandung zat besi, itu dapat merusak lapisan usus anda. Kerusakan pada dinding usus adalah penyebab umum kematian, dan konsentrasi zat besi di atas 0,2 mg/l dapat menyebabkan iritasi pada kulit dan mata. (K, Agustina & H Santjoko, 2019)

e. Metode Penurunan Besi (Fe) Dalam Air

Terdapat beberapa metode dalam menghilangkan besi (Fe) dalam air yaitu : (Muchlisiah, 2020)

1) Oksidasi

a) Aerasi

Proses aerasi menggabungkan udara atau oksigen ke dalam air dengan menggabungkan air dan udara sehingga terbentuk gelembung mikroskopis di dalam air.

b) Klorinasi

Kecepatan terjadi selama oksidasi, terutama bila digabungkan dengan zat organik.

c) Klordioksida

Dapat mengoksidasi besi dan mangan yang terikat pada zat organik. Namun ini sangat eksplosif atau mudah meledak.

d) Potassium Permanganat

Merupakan oksidator kuat karena memerlukan waktu yang cepat sekitar 5 sampai 10 menit. Namun, proses ini sangat mahal.

e) Ozonisasi

Dapat mengoksidasi besi pada laju oksidasi tinggi.

2) Filtrasi

Penyaringan air digunakan untuk mengurangi zat organik atau anorganik yang ada dalam air.

3) Ion Exchange

Air yang mengandung kandungan Fe kurang dari 0,5 mg/l dapat direduksi dengan pertukaran ion, yaitu dengan pertukaran ion dalam berbagai bentuk. Misalnya kation dengan kation.

4) *Adsorpsi*

Kumpulan zat terlarut yang ada dalam bahan penyerap. Dengan demikian terbentuklah ikatan antara zat dan penyerap.

3. Aerasi

a. Definisi Aerasi

Dalam proses aerasi ini, air diolah melalui kontak dengan udara, dan oksigen di udara bereaksi dengan senyawa besi terlarut, mengubahnya menjadi besi tidak larut (Fe). Penerapan metode ini sangat berguna pada lingkungan produksi industri, khususnya pada sumur-sumur di area yang terkontaminasi besi dan limbah perusahaan (Edwinskyah et al., 2022). Proses mendekatkan air ke udara untuk meningkatkan kadar oksigen dalam air dikenal sebagai aerasi. Dengan menambahkan oksigen, zat yang mudah menguap, seperti hidrogen sulfida dan metana, dihilangkan dari rasa. Jumlah karbondioksida dalam air akan berkurang. Endapan dari mineral terlarut, seperti besi dan mangan yang teroksidasi, dapat dihilangkan melalui sedimentasi dan filtrasi. (Yuniarti et al., 2019)

b. Proses Aerasi

Aerasi ialah di mana proses O_2 larut di air. Proporsi permukaan air yang bersentuhan langsung dengan udara menentukan efisiensi aerasi. Aerasi dapat digunakan untuk menghilangkan kandungan gas terlarut, mengoksidasi besi dan mangan dalam air, dan menurunkan amonia dalam air melalui nitrifikasi, selain melarutkan oksigen dalam air untuk meningkatkan jumlah oksigen terlarut dalam air. Aerasi sangat penting, terutama dalam pengolahan limbah, di mana bakteri aerob diperlukan untuk proses biologis. (Akhir & Adriano, 2023)

Bakteri ini dapat berfungsi secara optimal dengan tersedianya oksigen yang cukup selama proses biologis. Hal ini akan berkontribusi pada penurunan jumlah zat organik yang ada dalam air limbah. (Yuniarti et al., 2019). Oksigen tidak hanya diperlukan untuk metabolisme bakteri aerob, tetapi juga membantu mengoksidasi zat kimia dalam air limbah dan menghilangkan bau. Aerasi dapat dilakukan secara mekanis, difusi, atau secara alami. Aerasi alami adalah kontak antara air dan udara yang dihasilkan oleh pergerakan air alami. Beberapa metode umum untuk meningkatkan aerasi alami adalah penggunaan aerator kerucut, kaskade, atau air terjun.

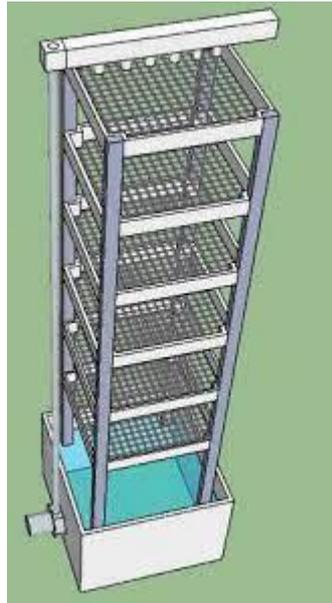
c. Macam – macam metode *Tray Aerasi*

Macam - macam metode dalam aerasi:

1) Waterfall Aerator

Mengolah air berkarbonasi dengan metode Multiple Aerator, tata letaknya sangat sederhana, murah dan membutuhkan lahan yang kecil. Aerator jenis ini terdiri dari 4 sampai 8 nampan dengan alas berisi lubang dengan jarak 30 sampai 50 cm. Melalui tabung berlubang, air didistribusikan secara merata di bagian atas baki, dari mana pancaran air kecil jatuh dengan kecepatan sekitar $0,02 \text{ m/s} / \text{m}^2$ permukaan baki. Setiap tetesan

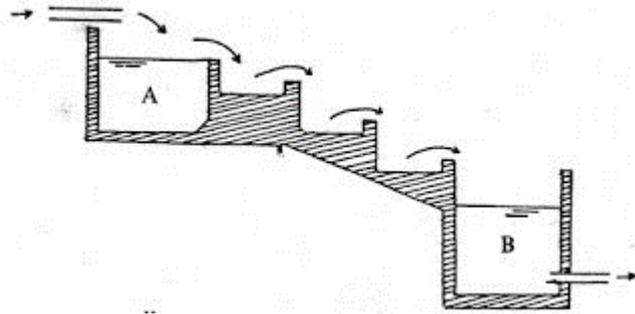
tersebut disebarkan dan berkumpul di setiap baki berikutnya. Baki ini terbuat dari bahan sesuai seperti panel semen absert berlubang, pipa plastik berdiameter kecil atau panel kayu paralel.(Dwi, 2018)



Gambar II.1
Gambaran Aerator Tumpukan Nampan (Tray Aerator)
sumber : (Savitri Rachmawati, 2016)

2) Cascade Aerator

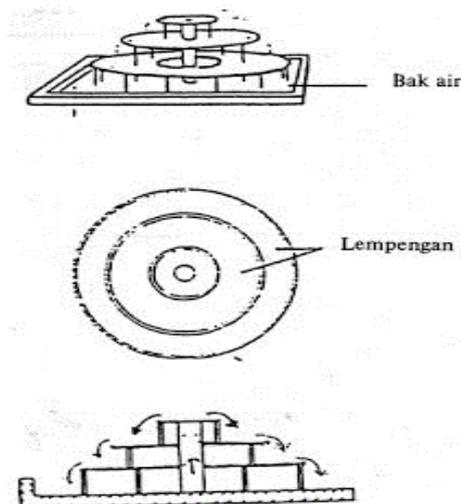
Pada dasarnya alat aerasi ini terdiri 4 - 6 anak tangga dimana setiap anak tangga tingginya sekitar 30cm dengan kapasitas kurang lebih $0,01 \text{ m}^3/\text{detik}/\text{m}^2$. Dalam menghilangkan turbulensi dan meningkatkan efisiensi aerasi, penghalang sering kali ditempatkan di tepi unit pada setiap tahap. Dibandingkan dengan aerator baki, ruang yang dibutuhkan untuk aerator kaskade sedikit lebih besar namun kehilangan tekanan total lebih rendah. Keuntungan lainnya tidak diperlukan perawatan.



Gambar II.2
Gambaran Cascade Aerator sumber : (Mardina, 2018)

3) Multiple Plat Form

Dengan menggunakan prinsip sama, panel melepaskan air agar mencapai kontak sempurna antara udara dan air.

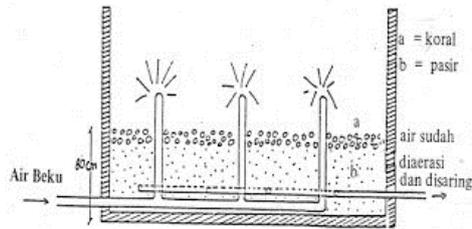


Gambar II.3
Gambaran Multiple Plat Form sumber : (Mardina, 2018)

4) Spray Aerator

Terdiri dari nosel tetap yang dihubungkan ke jaringan tempat air disemprotkan di udara sekitar dengan kecepatan 5 hingga 7 m/s. Gambar menunjukkan aerator semprot sederhana, dengan air dialirkan ke bawah melalui batang pendek dari pipa dengan panjang 25cm, berdiameter 15-20mm. Cakram melingkar ditempatkan beberapa sentimeter dari setiap ujung tabung untuk membentuk lapisan tipis air berbentuk lingkaran, yang

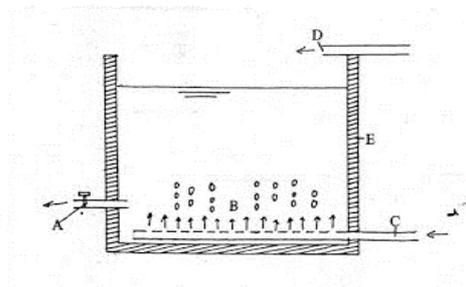
kemudian didispersikan menjadi tetesan-tetesan kecil. Nozel aerasi tersedia dalam berbagai bentuk, dan ada juga nozel yang berputar.(Dwi, 2018)



Gambar II.4
Gambaran Spray Aerator sumber : (Mardina, 2018)

5) Aerator Gelembung Udara (*Bubble Aerator*)

Bubble aerator memerlukan sedikit udara (0,3-0,5 m³) untuk melakukan aerasi gelembung. Penyedot udara dapat dengan mudah meningkatkan volume ini. Udara disemprotkan dari dasar tangki air untuk aerasi.(Dwi, 2018)



Gambar II.5
Gambaran Aerator Gelembung Udara (Bubble Aerator) sumber : (Mardina, 2018)

4. Adsorpsi

a. Definisi Adsorpsi

Proses *Adsorpsi* adalah akumulasi suatu zat pada antarmuka antara dua fase. Zat yang menyerap yaitu adsorben. Banyak zat digunakan sebagai adsorben untuk menyerap kontaminan dari cairan.(Yuliati *et al.*, 2017). Adsorben ialah zat padat yang mempunyai kemampuan dalam penyerapan komponen tertentu pada fasa cair. Adsorpsi terjadi pada pori-

pori bahan berpori karena adsorben sering menggunakan bahan berpori, sehingga proses adsorpsi terjadi pada pori-pori setiap partikel. Secara umum, pori-pori adsorben sangat kecil, sehingga luas permukaan bagian dalamnya lebih besar daripada luas permukaan luarnya. Perbedaan berat molekul atau polaritas menyebabkan molekul terpisah dari satu sama lain. Ini menyebabkan molekul tertentu melekat lebih dekat ke permukaan daripada molekul lainnya. (Miranda, 2015)

Adsorpsi adalah proses di mana zat terlarut dalam larutan berkumpul di permukaan bahan penyerap. Beberapa orang menyebut ini sebagai sorpsi, karena keduanya sering terjadi secara bersamaan dalam proses tersebut. Adsorpsi melibatkan sesuatu yang dinamakan adsorben & adsorbat. Adsorben yaitu zat penyerap dan adsorbat yaitu zat yang diserap (Miranda, 2015). Dalam metode aerasi ini biasanya menggunakan alat yang dinamakan aerator. Aerator merupakan alat yang digunakan untuk memasukkan oksigen ke dalam air (Riyanto et al., 2021).

Dalam kondisi normal, ruang hampa kristal zeolit diisi dengan molekul air bebas yang mengelilingi kation. Namun, ketika kristal zeolit dipanaskan hingga suhu 30 hingga 40 derajat Celcius, air dilepaskan, menyebabkan zeolit berfungsi sebagai penyerap gas atau cairan. Zeolit tidak hanya dapat menyerap gas dan cairan, tetapi juga memisahkan molekul dan polaritasnya. Sekalipun lebih dari satu molekul dapat melewatinya, hanya satu molekul yang dapat melewatinya. Hal ini disebabkan oleh faktor selektivitas mineral zeolit yang tidak terdapat pada adsorben padat lainnya (Fitriana, 2018)

b. Mekanisme Adsorpsi

Jika molekul padat, gas, atau cair bersentuhan dengan molekul yang teradsorpsi, gaya kohesif atau hidrostatis dan gaya ikatan hidrogen antara molekul seluruh bahan terbentuk, yang menyebabkan perubahan konsentrasi molekul pada antarmuka padat-cair. Proses adsorpsi ditentukan oleh padatan yang teradsorpsi, sifat molekul yang teradsorpsi, konsentrasi, suhu, dan faktor lain. Adsorben adalah molekul cairan yang terserap tetapi tidak terakumulasi atau menempel pada permukaan adsorben. (Miranda, 2015)

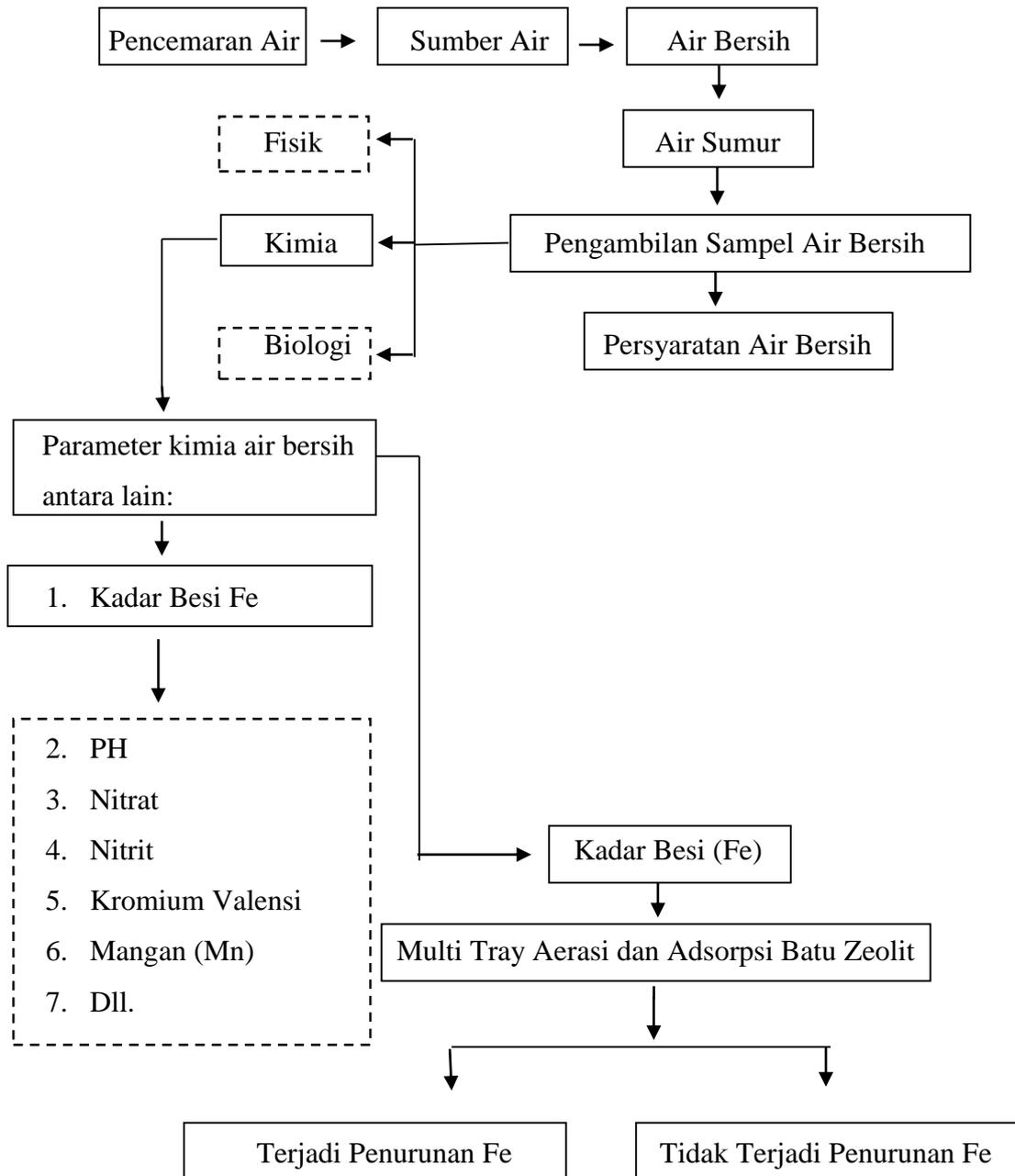
c. Faktor yang mempengaruhi Adsorpsi

Faktor - Faktor yang bisa mempengaruhi kecepatan atau besar kecilnya *Adsorpsi* antara lain:

- 1) Luas permukaan adsorben
- 2) Ukuran partikel adsorben
- 3) Waktu tinggal atau waktu kontak
- 4) Kelaruran adsorben/ / logam berat dalam air limbah / air
- 5) Afinitas zat terlarut untuk adsorben
- 6) Ukuran molekul adsorbat berkenaan dengan ukuran pori-pori.
- 7) Derajat ionisasi molekul adsorbat
- 8) Suhu/Temperatur
- 9) pH larutan
- 10) Konsentrasi adsorbat

C. Kerangka Teori

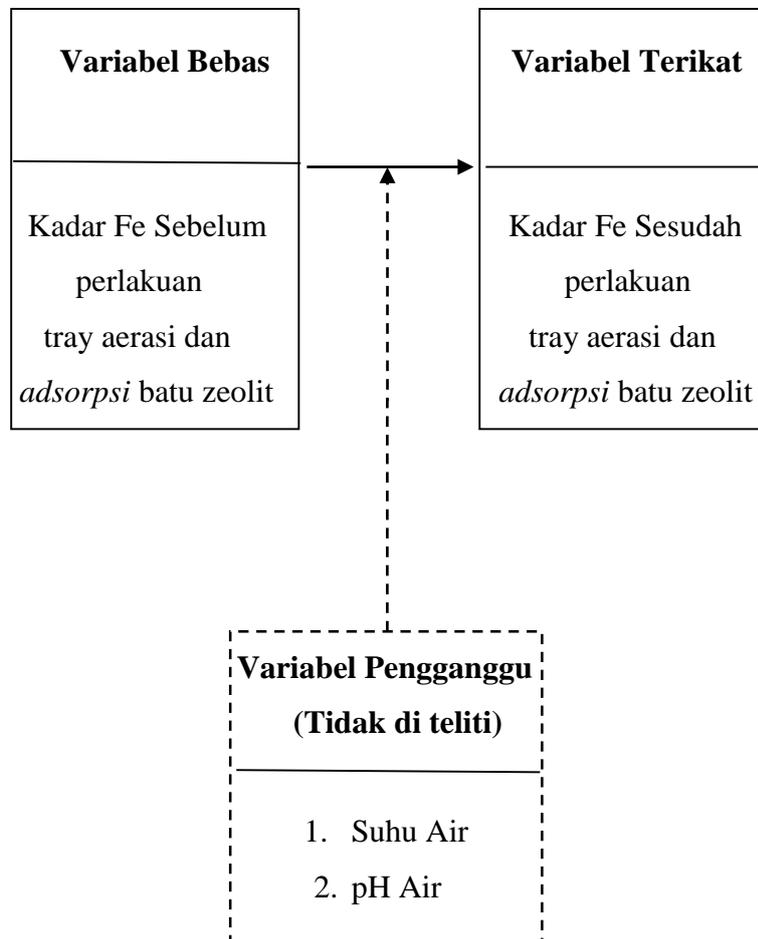
Kerangka teori dalam penelitian ini sebagai berikut :



Gambar II.6 Kerangka Teori

D. Kerangka Konsep

Kerangka konsep dalam penelitian ini sebagai berikut :



Gambar II.7 Kerangka Konsep