

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Dasar Teori

1. Air

Air merupakan zat yang sangat penting dalam kehidupan manusia setelah udara. Sebagian besar dari apa yang ada di tubuh kita terdiri dari air, dan keberadaannya sangat vital bagi kelangsungan hidup. Selain untuk minum, air juga digunakan untuk mandi, mencuci, memasak, serta membersihkan kotoran di sekitar rumah. (Astuti., 2015 dalam Lubis dan Budi., 2024). Air merupakan sumber daya alam yang paling berharga. Air adalah salah satu kebutuhan yang sangat penting bagi makhluk hidup. Air bersih memegang peranan penting dalam memenuhi kebutuhan pokok bagi manusia. Air dimanfaatkan oleh manusia untuk berbagai kebutuhan hidup sehari-hari (Wardahani dkk., 2023).

Air merupakan kebutuhan dasar manusia yang harus memenuhi persyaratan kualitas fisik, kimia, dan mikrobiologi. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023, air minum harus memenuhi standar baku mutu agar aman dikonsumsi. Parameter penting meliputi kadar logam seperti mangan (Mn), besi (Fe), serta parameter mikrobiologi seperti *Escherichia coli*.

Air yang tidak memenuhi standar dapat menimbulkan gangguan kesehatan, seperti penyakit infeksi saluran pencernaan serta gangguan organoleptik berupa perubahan warna, rasa, dan bau.

Tabel 2. Parameter Air untuk Keperluan *Hygiene* dan Sanitasi

No.	Jenis Parameter	Kadar Maksimum yang diperbolehkan	Satuan
	Mikrobiologi		
1.	Escherichia coli	0	CFU/100 ml
2.	Total Coliform	0	CFU/100 ml
	Fisik		
3.	Suhu	Suhu udara ± 3	$^{\circ}\text{C}$
4.	Total Dissolved Solid	< 300	Mg/L
5.	Kekeruhan	< 3	NTU
6.	Warna	10	TCU
7.	Bau	Tidak berbau	-
	Kimia		
8.	Ph	6,5 – 8,5	-
9.	Nitrat, sebagai NO^3	20	Mg/L
10.	Nitrit, sebagai NO^2	3	Mg/L
11.	Kromium valensi 6	0,01	Mg/L
12.	Besi (Fe)	0,2	Mg/L
13.	Mangan (Mn)	0,1	Mg/L

Sumber: Permenkes RI Nomor 2 Tahun 2023

2. PAMSIMAS

Program Penyediaan Air Minum dan Sanitasi Berbasis Masyarakat (PAMSIMAS) merupakan salah satu program pemerintah Indonesia yang bertujuan untuk meningkatkan akses masyarakat pedesaan terhadap pelayanan air minum dan sanitasi yang layak melalui pendekatan pemberdayaan masyarakat. Program ini dilaksanakan dengan melibatkan partisipasi aktif masyarakat dalam perencanaan, pelaksanaan, pengelolaan,

dan pemeliharaan sarana air bersih dan sanitasi sehingga keberlanjutan program dapat terjaga (Kementerian PUPR, 2022).

PAMSIMAS berperan penting dalam mendukung peningkatan derajat kesehatan masyarakat, terutama di wilayah pedesaan yang masih memiliki keterbatasan akses air bersih. Namun, dalam pelaksanaannya masih ditemukan berbagai permasalahan kualitas air, seperti tingginya kandungan mangan (Mn), besi (Fe), serta adanya kontaminasi mikrobiologi pada sumber air baku. Kondisi tersebut dapat dipengaruhi oleh karakteristik air tanah, kondisi lingkungan sekitar, serta kurang optimalnya sistem pengolahan air yang digunakan (Mukrim dkk., 2023).

3. Mangan (Mn)

Mangan (Mn) merupakan salah satu unsur logam yang banyak ditemukan secara alami di dalam tanah dan batuan sehingga sering terkandung dalam air tanah akibat proses pelarutan mineral. Kandungan mangan dalam air umumnya ditemukan bersamaan dengan besi (Fe), terutama pada sumber air tanah dengan kadar oksigen terlarut yang rendah (Asmadi, Khayan, dan Kasjono, 2011).

Kadar mangan yang melebihi baku mutu dapat menyebabkan perubahan kualitas fisik air, seperti timbulnya warna kecokelatan atau kehitaman, rasa tidak enak, serta pembentukan endapan pada pipa distribusi dan peralatan rumah tangga. Selain menurunkan kualitas estetika air, paparan mangan dalam jangka panjang juga dapat menimbulkan

gangguan kesehatan, terutama pada sistem saraf dan fungsi neurologis manusia (Kementerian Kesehatan RI, 2023).

4. Besi (Fe)

Besi (Fe) merupakan logam yang secara alami banyak ditemukan dalam air tanah akibat proses pelapukan batuan dan mineral. Kandungan besi dalam air umumnya berada dalam bentuk terlarut dan akan mengalami oksidasi apabila kontak dengan udara sehingga membentuk endapan berwarna kuning kecokelatan (Said, 2008).

Konsentrasi kadar besi terlarut yang masih diperbolehkan dalam air bersih adalah maksimal 0,2 mg/L (Menkes RI, 2023). Sumber air bersih yang dimanfaatkan oleh manusia salah satunya adalah air tanah dengan menggunakan sumur gali atau sumur bor. Air tanah mengandung komponen organik maupun anorganik. Diantara berbagai kandungan logam yang biasanya sering terdapat di dalam air yaitu besi (Fe). Besi (Fe) merupakan logam golongan VIII.B yang terkandung didalam bumi (Fatma, dkk 2022).

Kandungan besi (Fe) dapat menyebabkan perubahan warna pada air berubah menjadi kuning-coklat dan setelah kontak dengan udara beberapa saat. Menimbulkan bau yang kurang enak, bercak kuning pada pakaian dan berdampak gangguan kesehatan pada orang yang konsumsi terus menerus (Fatma, dkk 2022).

Kadar besi yang tinggi dalam air dapat menyebabkan perubahan warna, rasa, dan bau pada air sehingga menurunkan kualitas estetika serta

kenyamanan penggunaannya. Selain itu, kandungan besi yang berlebihan dapat menimbulkan noda pada pakaian, peralatan sanitasi, dan saluran perpipaan. Air dengan kadar besi tinggi juga dapat memicu pertumbuhan bakteri besi yang menyebabkan lendir pada pipa distribusi air (Joko, 2010).

5. *Escherichia coli*

Escherichia coli merupakan bakteri indikator pencemaran tinja yang digunakan untuk mengetahui kualitas mikrobiologi air. Keberadaan *Escherichia coli* dalam air menunjukkan bahwa air telah terkontaminasi oleh kotoran manusia atau hewan sehingga berpotensi mengandung mikroorganisme patogen penyebab penyakit (Chandra, 2012).

Air yang terkontaminasi *Escherichia coli* tidak layak digunakan sebagai air minum karena dapat menyebabkan berbagai gangguan kesehatan, seperti diare, disentri, tifus, dan penyakit infeksi saluran pencernaan lainnya. Oleh karena itu, berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023, kandungan *Escherichia coli* dalam air minum harus sebesar 0 CFU/100 ml (Kementerian Kesehatan RI, 2023).

6. Filtrasi

Filtrasi merupakan proses pengolahan air yang dilakukan dengan cara menyaring air melalui media tertentu untuk menghilangkan partikel tersuspensi, zat pencemar, maupun kandungan logam dalam air. Proses filtrasi banyak digunakan dalam pengolahan air bersih karena relatif

sederhana, mudah diterapkan, dan efektif dalam memperbaiki kualitas fisik maupun kimia air (Kusnaedi, 2010).

Zeolit merupakan mineral berpori yang memiliki kemampuan pertukaran ion sehingga efektif dalam menyerap logam seperti mangan dan besi (Lestari, 2010). Arang tempurung kelapa memiliki daya adsorpsi yang tinggi karena mengandung karbon aktif sehingga mampu menyerap zat organik dan memperbaiki kualitas air (Diharyo dkk., 2020). Sementara itu, manganese greensand merupakan media filtrasi yang efektif dalam mengoksidasi dan menghilangkan kandungan besi dan mangan dalam air tanah (Lutfi Riansyah dan Al Kholif, 2021).

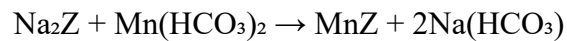
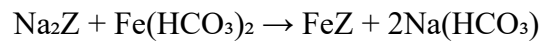
7. Media Filtrasi

a. Zeolit

Zeolit merupakan mineral hasil tambang yang mempunyai sifat lunak dan mudah kering. Zeolit berwarna putih keabu-abuan, putih kehijau-hijauan, atau putih kekuning-kuningan. Kristal zeolit yang banyak ditemui berukuran tidak lebih dari 10-15 mikron. Zeolit berfungsi untuk menyaring kotoran-kotoran yang ukurannya tidak terlalu besar dalam air sama seperti pasir (Ari Novia et al., 2019).

Zeolit ada 2 jenis yaitu zeolit alam dan zeolit sintesis. Zeolit alam awal mula jadi berasal dari muntahan gunung berapi yang membeku menjadi batuan beku (vulkanik), batuan sedimen, dan batuan metamorf, dan selanjutnya melalui pelapukan karena pengaruh panas dan dingin. Zeolit alam biasanya ditambang langsung dari alam,

sehingga harga lebih murah dari pada zeolit sintetis (Lestari, 2010). Penggunaan zeolit dalam pengolahan air yang mengandung Besi (Fe) dan Mangan (Mn), akan terjadi reaksi pertukaran ion sebagai berikut:



Zeolit sebagai penukar ion merupakan senyawa dengan kation aktif. Zeolit juga mudah melepas kation dan diganti dengan kation lain. Atom aluminium dalam zeolit dapat menghasilkan muatan negatif. Muatan negatif dapat membuat zeolit memiliki kemampuan mengikat kation, sehingga zeolit dapat mengikat kation-kation pada air, seperti Fe, Al atau Mg. Dengan mengalirkan air baku pada filter zeolit, kation akan diikat oleh zeolit yang memiliki muatan negatif. Dengan demikian, zeolit berfungsi sebagai penukar ion dan adsorben dalam pengolahan air (Kusnaedi, 2010).

Kristal zeolit mempunyai susunan berpori, banyak saluran, dan rongga yang teratur serta saling berhubungan. Molekul-molekul air dan molekul molekul lain yang berukuran lebih kecil dari pori dapat terperangkap dalam kerangka zeolit. Zeolit sebagai bahan penjerap untuk menghilangkan ion negatif dalam air. Ion-ion pada rongga zeolit seperti Na^+ , Ca^{2+} , K^+ , Mg^{2+} , Sr^{2+} berguna untuk memelihara sifat netral dari zeolit itu sendiri. Ion-ion tersebut dapat bergerak bebas sehingga memungkinkan terjadinya pertukaran ion. Kemampuan pertukaran ion pada zeolit merupakan salah satu parameter untuk

menentukan kualitas zeolit. Zeolit yang baik memiliki kemampuan melakukan pertukaran ion yang tinggi sehingga lebih baik bila digunakan (Mukrim et al, 2023).

Zeolit yang digunakan dalam penelitian ini adalah berbentuk pelet. Zeolit ini memiliki ukuran antara 1 mm – 5 mm dan banyak digunakan dalam media penyaringan. Zeolit tersebut banyak di dapatkan di toko atau dapat juga diperoleh melalui online shop.

Penelitian (Britta Sevira, dkk 2024) Filter A yang berisi susunan media zeolite, manganese, dan pasir silika dengan ketebalan masing-masing 12 cm dengan debit 1 liter/menit mampu menurunkan kadar Fe 54%, Mn 61%, dan TDS 44 %.

b. Manganese Greensand

Manganese greensand merupakan media filtrasi yang terbuat dari mineral glaukonit (greensand) yang dilapisi dengan mangan dioksida (MnO_2). Media ini banyak digunakan dalam pengolahan air bersih dan air tanah karena memiliki kemampuan mengoksidasi dan menghilangkan kandungan besi (Fe), mangan (Mn), serta hidrogen sulfida (H_2S). Mekanisme kerja manganese greensand terjadi melalui proses oksidasi dan filtrasi, di mana ion besi dan mangan terlarut diubah menjadi bentuk oksida yang tidak larut sehingga dapat tertahan pada media filter. Keunggulan media ini adalah kemampuannya mengolah air dengan kadar besi dan mangan yang relatif tinggi serta efektivitasnya pada rentang pH sekitar 6,2–8,5. Selain itu, media

manganese greensand memiliki luas permukaan yang cukup besar sehingga meningkatkan proses kontak antara air dan media, yang berpengaruh terhadap efisiensi penyisihan kontaminan.

Dalam pengoperasiannya, media manganese greensand memerlukan proses regenerasi secara berkala menggunakan bahan pengoksidasi, seperti kalium permanganat (KMnO_4), untuk mengembalikan kemampuan oksidasi media. Beberapa penelitian terbaru menunjukkan bahwa penggunaan manganese greensand mampu menurunkan kadar mangan dan besi secara signifikan hingga memenuhi baku mutu air bersih apabila didukung oleh waktu kontak dan laju filtrasi yang sesuai. Oleh karena itu, media ini banyak diaplikasikan pada unit pengolahan air bersih skala rumah tangga, komunal, maupun sistem penyediaan air minum masyarakat (PAMSIMAS), terutama pada daerah yang memiliki permasalahan kandungan besi dan mangan yang tinggi pada air tanah. Penggunaan manganese greensand juga dinilai efektif karena proses pengolahannya relatif sederhana, mudah dioperasikan, dan memiliki umur pakai yang cukup panjang apabila dilakukan perawatan dan regenerasi secara rutin.

c. Pasir Silika

Pasir silika merupakan media filtrasi yang tersusun atas senyawa silikon dioksida (SiO_2) dengan tingkat kemurnian yang tinggi dan banyak digunakan dalam sistem pengolahan air bersih. Pasir silika

memiliki karakteristik berupa ukuran butiran yang seragam, porositas yang baik, daya tahan terhadap abrasi, serta stabilitas kimia yang tinggi sehingga efektif digunakan sebagai media penyaring. Dalam proses filtrasi, pasir silika bekerja melalui mekanisme penyaringan fisik (mechanical straining), sedimentasi, dan adsorpsi pada permukaan butiran media untuk menahan partikel tersuspensi, koloid, serta bahan pencemar yang terdapat dalam air. Selain berfungsi menurunkan kekeruhan dan total padatan tersuspensi (TSS), penggunaan pasir silika juga dapat meningkatkan efektivitas penyisihan kontaminan lainnya dengan memperbaiki kualitas air sebelum memasuki tahap pengolahan lanjutan.

Penelitian-penelitian terbaru menunjukkan bahwa pasir silika dapat digunakan secara efektif sebagai media pendukung dalam sistem filtrasi bertingkat (multimedia filter) yang dikombinasikan dengan media lain, seperti mangan greensand, zeolit, dan karbon aktif. Kombinasi tersebut mampu meningkatkan efisiensi penurunan kadar besi (Fe), mangan (Mn), dan mikroorganisme indikator pencemar melalui peningkatan luas permukaan kontak dan waktu retensi air dalam media filtrasi. Oleh karena itu, pasir silika menjadi salah satu media filtrasi yang banyak direkomendasikan dalam rancang bangun unit pengolahan air bersih untuk meningkatkan kualitas air agar memenuhi baku mutu yang ditetapkan dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023.

d. Arang aktif

Arang aktif adalah karbon yang sudah diaktifkan sehingga pori-porinya terbuka dengan demikian daya serapnya semakin tinggi. Karbon aktif disusun oleh atom-atom karbon (C) yang terikat secara kovalen dalam suatu kisi heksagon. Karbon aktif dapat dibuat dari hampir semua bahan yang mengandung unsur karbon, baik itu dari tumbuhan dan limbah buangan dari industri (Mukrim et al, 2023).

Arang aktif mempunyai kemampuan menyerap karena arang aktif berpori. Arang aktif mempunyai kemampuan adsorpsi (menyerap) sehingga arang aktif mampu menurunkan kandungan Fe dalam air. Banyaknya senyawa yang dapat diserap tergantung kemampuan adsorben, luas permukaan, luas pori, dan ukuran pori. Arang aktif ada tiga macam bentuk yaitu arang aktif serbuk, arang aktif granular dan arang aktif bentuk pelet. Arang aktif sebelum digunakan sebagai media filtrasi penyaring harus direndam dan dicuci bersih sampai air bekas cuciannya bening (Kusnaedi, 2010).

Proses pengaktifan arang aktif bertujuan untuk membuka pori-pori yang menutupi permukaan sehingga memperluas permukaan arang dan kapasitas adsorpsi terhadap adsorben semakin besar. Aktivasi secara kimia dilakukan menggunakan bahan kimia seperti KOH, NaOH, $ZnCl_2$, Na_2CO_3 , HCl, H_2SO_4 , H_3PO_4 dan lainnya.

Arang aktif yang digunakan dalam penelitian ini adalah berbentuk granul. Arang tersebut memiliki ukuran 1 mm – 3 mm dan

biasa digunakan dalam media penyaringan air. Sebelum digunakan dalam penelitian, arang diaktifkan menggunakan Asam Phospat (H_3PO_4) 5 %. Perendaman menggunakan Asam Phospat (H_3PO_4) 2,5 % selama 16 jam secara umum diperoleh luas permukaan yang optimum untuk semua ukuran butir. Luas permukaan arang aktif terluas terdapat pada ukuran butir Mesh 200 (Diharyo, dkk 2020).

Penghilangan bahan-bahan organik yang tidak diinginkan dapat dilakukan dengan menggunakan filtrasi arang aktif. Arang aktif digunakan sebagai bahan penghilang warna keruh, bau tidak sedap menghilangkan polutan mikro misalnya zat organik, deterjen, senyawa phenol serta untuk menyerap logam berat dan lain-lain (Widayat, 2018).

Penelitian (Manurung, dkk 2022) rata-rata kadar Fe sebelum dilakukan filtrasi dengan ketebalan media resin 30 cm dan arang aktif 20cm menggunakan debit 2 liter/ menit adalah sebesar 1,25 mg/L dan rata-rata kadar Fe sesudah dilakukan filtrasi dengan ketebalan media resin 30 cm dan arang aktif 20cm sebesar 0,44 mg/L atau sebesar 64,46%.

8. Klorinasi (Kaporit)

Klorinasi merupakan proses desinfeksi air menggunakan senyawa klorin, salah satunya kaporit, untuk membunuh mikroorganisme patogen dalam air. Kaporit bekerja dengan menghasilkan asam hipoklorit (HOCl) yang mampu merusak dinding sel mikroorganisme dan menonaktifkan

enzim penting pada bakteri sehingga mikroorganisme tidak dapat berkembang biak (Said, 2008).

Penggunaan kaporit dalam pengolahan air bertujuan untuk menurunkan jumlah bakteri patogen, termasuk *Escherichia coli*, sehingga kualitas mikrobiologi air menjadi lebih aman untuk digunakan. Klorinasi merupakan metode desinfeksi yang banyak digunakan karena efektif, mudah diaplikasikan, dan memiliki biaya yang relatif terjangkau dalam pengolahan air bersih maupun air minum (Kementerian Kesehatan RI, 2023).

9. Faktor – faktor yang mempengaruhi Filtrasi

Proses filtrasi dalam menurunkan kandungan pencemar pada air dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain sebagai berikut:

a. Jenis Media Filtrasi

Media filtrasi merupakan komponen utama yang berfungsi menyaring, mengadsorpsi, dan mengikat zat pencemar dalam air. Setiap media memiliki karakteristik dan kemampuan yang berbeda. Zeolit berfungsi sebagai penukar ion yang efektif mengurangi kandungan logam seperti besi (Fe) dan mangan (Mn), arang aktif berfungsi sebagai adsorben untuk menghilangkan bau, warna, dan bahan organik, sedangkan manganese greensand berfungsi sebagai media oksidasi dan penyisihan besi serta mangan. Pemilihan jenis media yang tepat akan meningkatkan efisiensi proses filtrasi (Kusnaedi, 2010).

b. Ketebalan Media Filtrasi

Ketebalan media filtrasi memengaruhi waktu kontak antara air dengan media penyaring. Semakin tebal media filtrasi, semakin lama air bersentuhan dengan media sehingga proses adsorpsi, penyaringan, dan pertukaran ion berlangsung lebih optimal. Namun, ketebalan yang terlalu besar dapat menyebabkan hambatan aliran dan menurunkan debit air yang dihasilkan (Joko, 2010).

c. Ukuran Butir Media

Ukuran butir media filtrasi menentukan luas permukaan kontak yang tersedia untuk proses penyaringan. Media dengan ukuran butir yang lebih kecil memiliki luas permukaan yang lebih besar sehingga kemampuan menyaring dan mengadsorpsi zat pencemar menjadi lebih tinggi. Akan tetapi, ukuran yang terlalu kecil dapat menyebabkan penyumbatan (clogging) dan meningkatkan kehilangan tekanan (head loss) pada filter (Kusnaedi, 2010).

d. Debit Aliran Air

Debit aliran merupakan jumlah air yang melewati media filtrasi dalam satuan waktu tertentu. Debit yang terlalu besar menyebabkan waktu kontak antara air dan media menjadi lebih singkat sehingga efisiensi penyisihan pencemar menurun. Sebaliknya, debit yang lebih kecil memberikan waktu kontak yang lebih lama

sehingga proses filtrasi berlangsung lebih efektif (Asmadi, Khayan, dan Kasjono, 2011).

e. Waktu Kontak

Waktu kontak adalah lamanya air berada di dalam media filtrasi. Semakin lama waktu kontak, semakin besar peluang terjadinya proses adsorpsi, pertukaran ion, dan penyaringan partikel sehingga kualitas air yang dihasilkan menjadi lebih baik. Waktu kontak dipengaruhi oleh ketebalan media dan kecepatan aliran air (Mukrim dkk., 2023).

f. Kualitas Air Baku

Karakteristik air baku seperti kadar besi (Fe), mangan (Mn), kekeruhan, pH, dan kandungan bahan organik memengaruhi kinerja filtrasi. Air dengan konsentrasi pencemar yang tinggi memerlukan waktu pengolahan lebih lama atau media filtrasi yang lebih banyak agar diperoleh hasil yang optimal (Joko, 2010).

g. Kondisi dan Umur Media Filtrasi

Media filtrasi yang telah digunakan dalam jangka waktu lama dapat mengalami kejenuhan akibat akumulasi zat pencemar yang tertahan. Kondisi ini menyebabkan kemampuan media dalam menyerap dan menyaring zat pencemar menurun. Oleh karena itu, diperlukan pencucian balik (backwashing) atau penggantian media secara berkala agar efektivitas filtrasi tetap terjaga (Said, 2008).

10. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Klorinasi

Keberhasilan proses klorinasi dalam membunuh mikroorganisme patogen dipengaruhi oleh beberapa faktor berikut:

a. Dosis Klorin

Dosis klorin merupakan jumlah klorin yang ditambahkan ke dalam air selama proses desinfeksi. Dosis yang terlalu rendah menyebabkan mikroorganisme tidak dapat dimatikan secara sempurna, sedangkan dosis yang terlalu tinggi dapat menimbulkan bau dan rasa yang tidak diinginkan pada air. Oleh karena itu, pemberian dosis klorin harus disesuaikan dengan kualitas air yang diolah (Said, 2008).

b. Waktu Kontak Klorin

Waktu kontak merupakan lama interaksi antara klorin dengan mikroorganisme dalam air. Semakin lama waktu kontak, semakin besar kemampuan klorin dalam merusak dinding sel dan menonaktifkan enzim mikroorganisme. Pada pengolahan air bersih, waktu kontak yang umum digunakan berkisar antara 30–60 menit agar proses desinfeksi berlangsung optimal (Kementerian Kesehatan RI, 2023).

c. Nilai pH Air

Efektivitas klorinasi sangat dipengaruhi oleh pH air. Pada pH rendah hingga netral (6,5–7,5), sebagian besar klorin berada dalam bentuk asam hipoklorit (HOCl) yang memiliki daya desinfeksi lebih kuat. Sebaliknya, pada pH tinggi, klorin lebih banyak berada dalam

bentuk ion hipoklorit (OCl^-) yang efektivitasnya lebih rendah dalam membunuh mikroorganisme (Asmadi, Khayan, dan Kasjono, 2011).

d. Suhu Air

Suhu air memengaruhi kecepatan reaksi kimia selama proses klorinasi. Semakin tinggi suhu air, reaksi desinfeksi berlangsung lebih cepat. Namun, suhu yang terlalu tinggi dapat mempercepat penguapan klorin sehingga mengurangi efektivitas proses desinfeksi (Said, 2008).

e. Kekeruhan Air

Air yang keruh mengandung partikel tersuspensi yang dapat melindungi mikroorganisme dari kontak langsung dengan klorin. Akibatnya, efektivitas desinfeksi menjadi menurun. Oleh karena itu, proses filtrasi sebaiknya dilakukan terlebih dahulu sebelum klorinasi agar kekeruhan air berkurang dan klorin dapat bekerja secara maksimal (Joko, 2010).

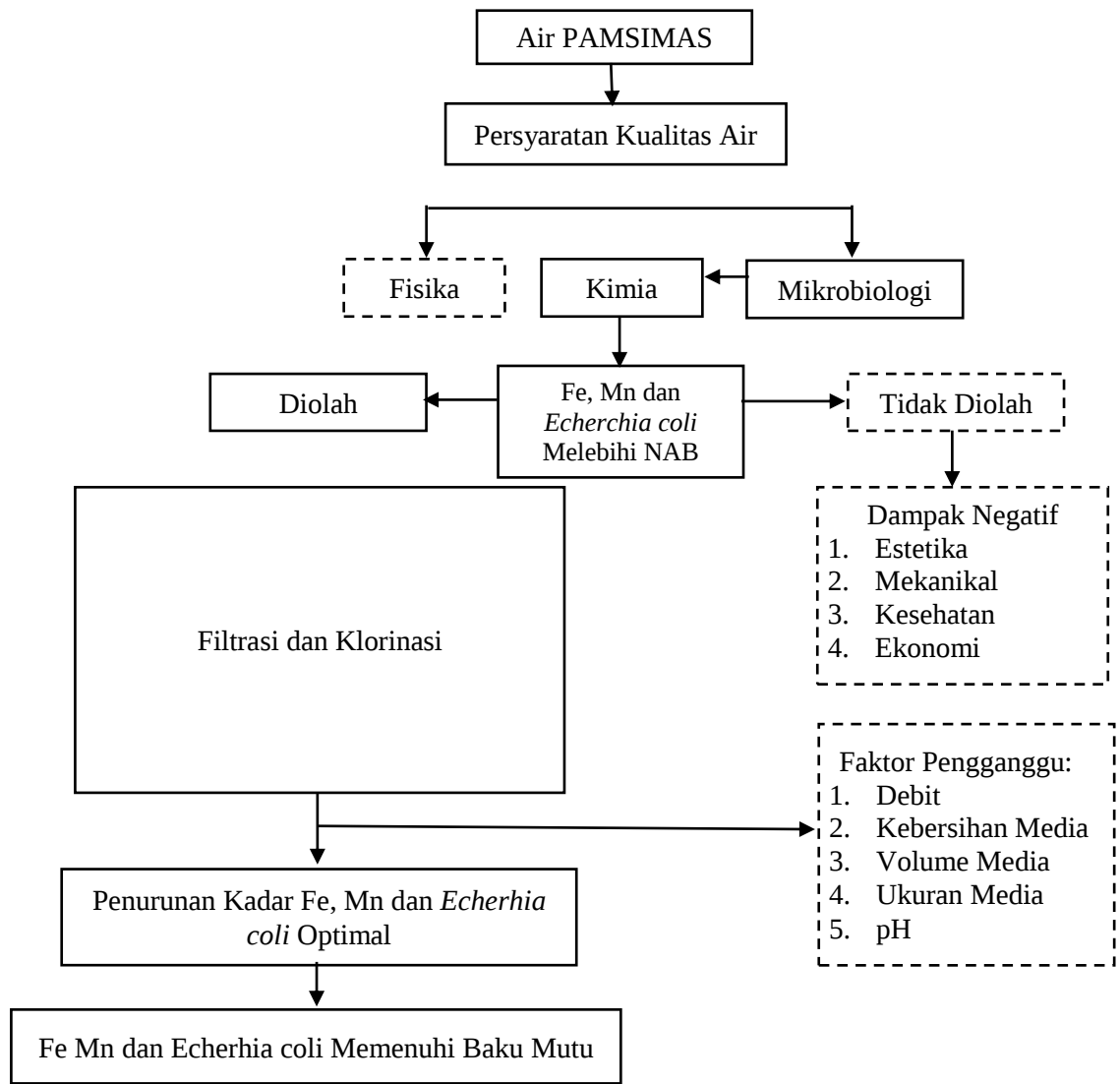
f. Kandungan Bahan Organik

Bahan organik yang terdapat dalam air dapat bereaksi dengan klorin sehingga sebagian klorin akan digunakan untuk mengoksidasi bahan organik tersebut. Kondisi ini menyebabkan jumlah klorin bebas yang tersedia untuk membunuh mikroorganisme menjadi berkurang. Semakin tinggi kandungan bahan organik dalam air, semakin besar kebutuhan klorin yang diperlukan (Kementerian Kesehatan RI, 2023).

g. Jumlah Mikroorganisme

Semakin tinggi jumlah mikroorganisme yang terdapat dalam air, semakin besar kebutuhan klorin untuk mencapai proses desinfeksi yang efektif. Air dengan tingkat kontaminasi mikrobiologi yang tinggi memerlukan dosis klorin dan waktu kontak yang lebih besar dibandingkan air dengan tingkat kontaminasi yang rendah (Chandra, 2012).

B. Kerangka Konsep



Keterangan:

: Diteliti

: Tidak diteliti

Gambar 1. Kerangka Konsep

C. Hipotesis

1. Hipotesis Mayor

Rancang bangun unit pengolahan air bersih dengan media filtrasi dan klorinasi di PAMSIMAS Desa Sutoragan efektif dalam menurunkan kadar mangan (Mn), besi (Fe), dan jumlah *Escherichia coli* pada air bersih sehingga memenuhi baku mutu sesuai Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023.

2. Hipotesis Minor

- a. Rancang bangun unit pengolahan air bersih dengan media filtrasi dan klorinasi berpengaruh terhadap penurunan kadar mangan (Mn) pada air bersih PAMSIMAS Desa Sutoragan.
- b. Rancang bangun unit pengolahan air bersih dengan media filtrasi dan klorinasi berpengaruh terhadap penurunan kadar besi (Fe) pada air bersih PAMSIMAS Desa Sutoragan.
- c. Rancang bangun unit pengolahan air bersih dengan media filtrasi dan klorinasi berpengaruh terhadap penurunan jumlah *Escherichia coli* pada air bersih PAMSIMAS Desa Sutoragan.
- d. Terdapat persentase penurunan kadar mangan (Mn), besi (Fe), dan jumlah *Escherichia coli* setelah air melalui unit pengolahan.
- e. Kadar mangan (Mn), besi (Fe), dan jumlah *Escherichia coli* pada air hasil pengolahan memenuhi baku mutu air minum sesuai Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023.