

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Telaah Pustaka

1. Pengertian Air

Air merupakan unsur yang sangat penting bagi seluruh makhluk hidup di bumi karena tanpa adanya air, kehidupan tidak akan dapat berlangsung. Sebagai kebutuhan utama dalam menunjang berbagai aktivitas, air berperan penting dalam menjaga kelangsungan proses kehidupan. Namun demikian, apabila ketersediaan air tidak memenuhi syarat baik dari segi kualitas maupun kuantitas, maka air yang seharusnya menjadi sumber kehidupan dapat menimbulkan masalah bagi manusia. Air sangat diperlukan dalam kehidupan manusia untuk berbagai kebutuhan, terutama air bersih untuk rumah tangga, industri, dan tempat-tempat umum, sehingga keberadaannya menjadi sumber daya utama yang harus dijaga dan dikelola dengan baik. Peningkatan kebutuhan air bersih mendorong manusia untuk berusaha menyediakan air bersih dengan standar kualitas, kuantitas, dan kontinuitas (Desti & Ula, 2021).

Kualitas air bersih yang digunakan untuk kebutuhan sehari – hari sebagai air minum sebaiknya memenuhi persyaratan secara parameter kualitas air yang memenuhi baku mutu fisik, kimia, dan mikrobiologi tertentu yang terdiri dari parameter wajib dan parameter tambahan. Air bersih menunjukkan kualitas atau kondisi air yang berkaitan dengan kegiatan atau kebutuhan tertentu (Djana M, 2023). Oleh karena itu, penting

untuk memahami air dapat disebut air bersih jika telah memenuhi standar kualitas yang ditetapkan dalam Permenkes RI Nomor 2 Tahun 2023 Tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah No 66 Tahun 2014 Tentang Kesehatan Lingkungan.

2. Sumber Air

Sumber air bersih dapat ditemukan dalam berbagai bentuk, termasuk sungai, danau, mata air, dan akuifer bawah tanah. Namun demikian, tidak semua sumber yang ada bisa dikategorikan sebagai air bersih yang aman untuk dikonsumsi. Salah satu jenis air bersih yang sering dimanfaatkan adalah air permukaan, seperti yang terdapat di sungai dan danau. Selain itu, akuifer yang berada di bawah tanah juga menjadi sumber yang sangat berarti untuk air bersih. Air tanah dapat diekstraksi dari lapisan tanah yang telah terisi air. Aquifer yang berkualitas baik berperan sebagai reservoir alami dan memberi akses yang lebih terlindungi ke air yang bersih. Air tanah juga dapat tercemar oleh bahan kimia, zat radioaktif, atau limbah sanitasi jika tidak terlindungi dengan baik (Pasaribu *et al.*, 2024).

Air tanah merupakan salah satu komponen dalam siklus hidrologi yang mencakup air permukaan dan air hujan. Siklus ini bermula dari pemanasan oleh sinar matahari yang menyebabkan air di permukaan bumi menguap, kemudian air mengalir menuju daerah yang lebih rendah sebagai aliran permukaan dan masuk ke sungai. Sebagian air hujan yang jatuh ke permukaan tanah akan meresap ke dalam tanah dan tertahan oleh gaya kapiler sehingga membentuk kelembapan tanah. Ketika kondisi tanah telah

jenuh, air yang terinfiltrasi dapat bergerak secara mendatar dan pada lokasi tertentu muncul kembali ke permukaan sebagai mata air yang selanjutnya mengalir ke sungai. Selain itu, air yang meresap juga bergerak ke arah vertikal dan menjadi bagian dari airtanah. Airtanah ini mengalir secara perlahan menuju sungai, danau, atau penampungan air alami lainnya, lalu kembali mengalami penguapan. Proses penguapan juga dipengaruhi oleh kondisi iklim pada permukaan tanah, vegetasi, laut, dan badan air lainnya. Uap air hasil penguapan akan terbawa angin melintasi daratan dan pegunungan, kemudian mengalami kondensasi dan turun kembali ke permukaan bumi dalam bentuk hujan. Air hujan yang mencapai tanah selanjutnya sebagian meresap ke dalam tanah, sedangkan sisanya tertampung sementara pada cekungan-cekungan permukaan (E. M. Nasution, 2013).

Berdasarkan perlakuan terhadap air tanah, sifat batuan terhadap air tanah dapat dibagi menjadi empat, yaitu :

1. Akuifer (lapisan pembawa air) yaitu batuan atau lapisan batuan yang mempunyai susunan sedemikian rupa sehingga dapat mengalirkan air yang cukup berarti di bawah kondisi lapangan (mempunyai permeabilitas dan porositas yang baik).
2. Akuiklud (Lapisan kedap air / impermeable) yaitu batuan atau lapisan batuan yang dapat menyimpan air tetapi tidak dapat jumlah yang Batu lempung.

3. Akuifug (lapisan kebal air) yaitu batuan atau lapisan batuan yang tidak dapat menyimpan dan mengalirkan air. Contoh : granit.
4. Akuitar yaitu batuan atau lapisan batuan yang mempunyai susunan sedemikian rupa sehingga dapat menyimpan air tetapi hanya dapat mengalirkan air dalam jumlah yang terbatas. Contoh : Batu lempung pasiran.

3. Sumur Bor

Sumur bor merupakan salah satu jenis sumur yang mendapatkan air dari lapisan air tanah dalam dengan cara pengeboran menggunakan mesin bor khusus, yang mampu menembus lapisan batuan hingga mencapai akuifer sebagai lapisan penyimpan air bawah tanah. Setelah akuifer tercapai, air terdorong ke permukaan akibat tekanan dari dalam tanah. Kedalaman lubang sumur bor umumnya berkisar antara 60 hingga 200 meter, yang terutama dimanfaatkan untuk kebutuhan gedung perkantoran dan permukiman. Kualitas air sumur bor sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti kondisi geologi, aktivitas manusia, dan pencemaran lingkungan. Pemantauan kualitas air secara berkala sangat penting dilakukan untuk memastikan bahwa air sumur bor yang digunakan masyarakat memenuhi standar baku mutu air bersih (Arbiatun *et al.*, 2024).

4. Persyaratan Air Bersih

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 Tentang Kesehatann Lingkungan kualitas air untuk keperluan

hygiene dan sanitasi harus memenuhi persyaratan yang meliputi persyaratan fisik, kimia, dan mikrobiologi antara lain sebagai berikut :

a. Parameter Fisik

Persyaratan kualitas air bersih secara fisik diantaranya tidak berbau, tidak mengandung zat padat terlarut (*total dissolved solid*), tidak keruh, suhu aman, tidak berwarna dan tidak berasa. Kriteria fisik air bersih dapat diidentifikasi melalui panca Indera baik penciuman, penglihatan maupun perasa. Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 Tentang Kesehatan Lingkungan kualitas air untuk keperluan hygiene dan sanitasi, kadar *total dissolved solid (TDS)* yaitu $<300 \text{ mg/L}$ dan kekeruhan yaitu $<3 \text{ NTU}$.

b. Parameter Kimia

Persyaratan kualitas air bersih secara kimia harus memiliki pH dalam rentang aman, kadar logam berat di bawah baku mutu serta tidak mengandung zat kimia berbahaya yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan (Ananda *et al.*, 2023).

c. Persyaratan Mikrobiologi

Persyaratan kualitas air bersih secara mikrobiologi yaitu air yang dikonsumsi bebas dari kontaminasi bakteri *Escherichia coli* dan Coliform dalam jumlah yang signifikan. Keberadaan organisme patogen yang dapat menyebabkan gangguan kesehatan. Menurut Permenkes RI

No. 2 Tahun 2023 tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 Tentang Kesehatann Lingkungan parameter bakteriologis yang harus diperiksa dalam air bersih yaitu *Escherichia coli* dan Total Coliform. Adapun standar baku mutu yang telah diterapkan sebagai berikut :

Tabel 2. Baku Mutu Parameter Air untuk Keperluan Higiene dan Sanitasi

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
Mikrobiologi			
1	<i>Escherichia coli</i>	0	CFU/100ml
2	<i>Total Colifonn</i>	0	CFU/100ml
Fisik			
3	Suhu	Suhu udara ± 3	$^{\circ}\text{C}$
4	<i>Total Dissolved Solid</i>	<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) (terlarut)	20	mg/L
10	Nitrit (sebagai NO^2) (terlarut)	3	mg/L
11	Kromium valensi 6 (Cr^{6+}) (terlarut)	0.01	mg/L
12	Besi (Fe) (terlarut)	0.2	mg/L
13	Mangan (Mn) (terlarut)	0.1	mg/L

5. Zat Padat Terlarut TDS (Total Dissolved Solid) Dalam Air

Zat padat terlarut dalam air merupakan partikel anorganik dan organik atau zat cair yang tidak bercampur. Zat padat terlarut yang mempunyai ukuran lebih kecil dari padatan tersuspensi yang disebabkan oleh bahan anorganik yang berupa ion- ion yang biasa ditemukan di perairan. Parameter ini menggambarkan jumlah total material padat terlarut dalam air, yang

mencakup ion organik, senyawa, dan koloid. Konsentrasi TDS dapat mengalami fluktuasi yang dipengaruhi oleh perubahan suhu. Konsentrasi TDS yang melebihi standar baku mutu dapat menimbulkan gangguan kesehatan (Pertiwi *et al.*, 2025).

Padatan anorganik seperti lumpur, lempung dan komponen tanah lain yang umum pada air permukaan. Bahan organik seperti serat tumbuhan dan padatan biologi (sel alga, bakteri, dll) juga komponen umum dari air permukaan. Bahan-bahan ini adalah kontaminasi yang secara alami dihasilkan dari aksi erosi aliran air permukaan. Zat padat terlarut secara estetika tidak menyenangkan dan menyediakan tempat adsorpsi untuk zat kimia dan biologi. Zat padat terlarut organik mungkin didegradasi secara biologi untuk menghasilkan produk samping yang tidak diinginkan. Padatan terlarut yang secara biologi aktif (hidup) termasuk organisme penyebab penyakit dan penghasil racun dari alga. Parameter zat padat terlarut digunakan untuk mengukur jumlah influen limbah, mengawasi beberapa proses pengolahan dan mengukur jumlah efluen. Jumlah zat terlarut ditentukan dengan cara pemanasan secara perlahan-lahan dan penguapan sejumlah kecil air sampel (50-100 ml), kemudian sisa garam kering ditimbang. Hasilnya dinyatakan sebagai mg/l atau ppm kekeruhan (Mukrim, dkk., 2023).

6. Kekeruhan Dalam Air

Kekeruhan adalah partikel bahan yang tersuspensi sehingga dapat memberikan warna/rupa yang berlumpur dan kotor. Bahan yang

menyebabkan kekeruhan yaitu tanah liat, lumpur, dan bahan organik yang tersebar dari partikel kecil yang tersuspensi. Kekeruhan pada air umum akan mengurangi segi estetika, menyulitkan dalam usaha penyaringan, dan akan mengurangi efektivitas usaha desinfeksi (Mukrim dkk., 2023). Kekeruhan dipengaruhi oleh karakteristik fisik daerah aliran sungai dan kualitas tanah yang terbawa melalui limpasan permukaan. Partikel tersuspensi yang berasal dari sedimen, sampah organik, maupun limbah domestik dapat memasuki badan air dan meningkatkan nilai turbidity secara signifikan (Wafiya *et al.*, 2025).

7. Filtrasi Air

a. Pengertian Filtrasi

Filtrasi adalah Teknik pertama yang umumnya dilakukan dalam proses penjernihan air. Filtrasi atau biasa disebut penyaringan adalah proses pemisahan zat berdasarkan pada perbedaan ukuran masing-masing zat yang akan dipisahkan. Filtrasi terjadi secara alami oleh tanah dan batuan yang ada di dalam lapisan tanah. Hal ini mengakibatkan terbentuknya air tanah dengan tingkat kejernihan dan kandungan kimiawi yang beragam pula. Umumnya air tanah akan memiliki kualitas air yang lebih baik bila dibandingkan dengan air tanah dangkal. Hal ini terjadi karena air tanah dalam merupakan air yang telah mengalami proses filtrasi alami dengan kedalaman yang lebih difiltrasi oleh media alami dengan jenis batuan yang lebih banyak dan lebih variatif (Mukrim dkk., 2023).

Filtrasi ini biasanya dilakukan dengan memanfaatkan kerikil, pasir halus, ijuk, atau spon untuk menciptakan media penghalang bagi partikel kontaminan dari air yang akan diolah sehingga menghasilkan air yang lebih baik. Namun proses filtrasi juga mempunyai kelebihan yakni proses filtrasi dapat diterapkan dalam berbagai skala, mulai dari rumah tangga dengan filter sederhana hingga sistem besar di instalasi pengolahan air.

b. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Filtrasi

Menurut (Pratiwi, 2023) faktor yang mempengaruhi proses filtrasi adalah sebagai berikut :

a. Kebersihan Media Filter

Kebersihan media filter merupakan salah satu aspek yang memiliki peranan penting dalam proses filtrasi. Semakin lama media digunakan maka semakin banyak filter yang tertahan dalam media filter, sehingga media tersebut lama-lama akan tersumbat atau jenuh, untuk itu perlu dilakukan pencucian pada media filter.

b. Debit aliran

Debit aliran adalah laju aliran yang melewati suatu penampang melintang persatuan waktu. Kecepatan aliran dan debit air meningkat maka efektifitas penyaringan akan semakin menurun. Kecepatan aliran air dan debit air akan mempengaruhi kejenuhan. Debit yang lebih kecil dapat menurunkan lebih banyak, karena waktu kontak air dalam media lebih lama.

c. Ketebalan Media Filter

Ketebalan media adalah angka untuk media filter yang digunakan untuk filtrasi. Filtrasi dengan media panyaring tunggal atau ganda, seringkali ada lapisan penyangga. Ketebalan lapisan media filter yang efektif umumnya berkisar antara 80 – 120 cm. ketebalan media sangat mempengaruhi waktu kontak dan bahan panyaring. Semakin tebal lapisan filter, maka luas permukaan penahan partikel- partikel semakin besar dan jarak yang ditempuh air semakin lama atau Panjang.

d. Waktu Kontak

Waktu kontak merupakan salah satu hal yang penting dalam proses penyaringan, lama waktu yang dibutuhkan oleh air untuk bisa kontak dengan media filter. Waktu kontak yang digunakan akan berpengaruh terhadap hasil filtrasi. Semakin lama waktu kontak yang digunakan antara air dengan media filter maka kualitas air setelah kegiatan filtrasi akan semakin baik.

e. Diameter Media Filter

Diameter Media Filter semakin kecil diameter butiran maka akan menyebabkan celah antara butiran akan rapat sehingga kecepatan penyaringan semakin pelan sehingga kualitas penyaringan semakin baik.

8. Sistem *Upflow*

Sistem filtrasi *upflow* merupakan sistem pengolahan air yang bekerja dengan mengalirkan air baku melalui suatu media penyaring pasir, dengan arah aliran dari bawah media pasir menuju ke atas media filter, air yang mengalir melewati media tersebut akan mengalami proses penyaringan sehingga hasil penyaringan diharapkan memenuhi baku mutu. Filtrasi dengan sistem aliran *upflow* dilihat lebih efektif untuk meminimalisir terjadinya kebuntuan pada media karena kekeruhan limbah baku yang tinggi. bagian-bagian yang terdapat pada alat filtrasi sistem aliran *upflow* hampir sama dengan sistem filtrasi *downflow*, yaitu terdiri atas bagian inlet, lapisan air di bawah media penyaring, media filtrasi, dan bagian outlet. Perbedaan antara kedua sistem tersebut terletak pada susunan vertikal dan arah aliran air, di mana pada sistem *upflow* posisi masing-masing bagian tersusun berlawanan secara vertikal dibandingkan dengan sistem *downflow*. Susunan ini memungkinkan aliran air menjadi lebih merata dan mendukung kinerja filtrasi yang lebih stabil dalam jangka waktu operasional tertentu (Sadaruddin & Nour, 2020).

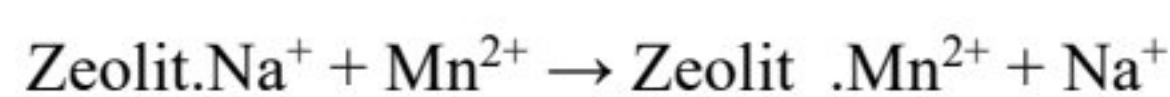
9. Media Filter

a. Zeolit

Zeolit merupakan senyawa dengan kation aktif yang bergerak dan umumnya bertindak sebagai penukar ion. Sedangkan keberadaan atom aluminium di dalam zeolit akan menyebabkan memiliki muatan negatif. zeolit berfungsi sebagai penukar ion dan adsorben dalam pengolahan air

Zeolit mempunyai struktur tiga dimensi tetrahedral alumina $(\text{AlO}_4)^{-5}$ dan tetrahedral silika $(\text{SiO}_4)^{-4}$ berongga yang diisi oleh kation seperti Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , dan Mg^{2+} yang terikat lemah untuk menetralkan muatan zeolit. Proses adsorpsi zeolit terjadi akibat adanya pertukaran ion Mn^{2+} yang dari air tanah dengan kation yang bergerak bebas di pori.

Zeolit seperti Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , dan Mg^{2+} .



Zeolit banyak digunakan dalam pengolahan air baik air limbah, air bersih, maupun air minum. Zeolit dapat digunakan untuk menurunkan kandungan warna, NH_4^+ , ion-ion logam berat seperti Pb, Fe, Mn, Cr, dan Ni (Haryono, 2021).

Kapasitas tukar ion alami zeolit lebih rendah daripada resin. Untuk meningkatkan kapasitas tersebut, zeolit dapat diaktivasi secara fisik atau kimia. Secara fisik, aktivasi dapat dilakukan dengan pemanasan (300 - 600) °C selama 2 jam cukup efektif dan tidak merusak struktur awal zeolit (Azizah dkk., 2024). Bertujuan agar zeolit menjadi dehidrasi, yang berakibat membuka pori – pori atau rongga utama dan memperluas medan listrik rongga, sehingga efektif bereaksi. Sedangkan, proses aktivasi secara kimia dapat dilakukan dengan larutan asam (H_2SO_4), basa (NaOH), dan garam (NaCl), dengan tujuan membersihkan pori-pori, membuang senyawa pengotor, mengatur kembali letak atom yang dapat dipertukarkan dan diharapkan dapat menaikkan daya tukar kation (Haryono, 2021).

Kelebihan zeolit sebagai media filter :

- 1) Mempunyai sistem kompak yang mudah dioperasikan.
- 2) Dapat dibuat secara kontinyu.
- 3) Harganya relatif murah dan mudah didapat.

b. Arang Aktif

Arang aktif merupakan media filtrasi berbasis karbon dengan struktur berongga yang luas dan banyak pori, menghasilkan kemampuan adsorpsi yang tinggi terhadap zat terlarut dan partikel kotoran dalam air. Kandungan pada arang aktif adalah karbon yang memiliki permukaan pori besar yang memungkinkan penyerapan (adsorpsi) zat-zat terlarut dalam air

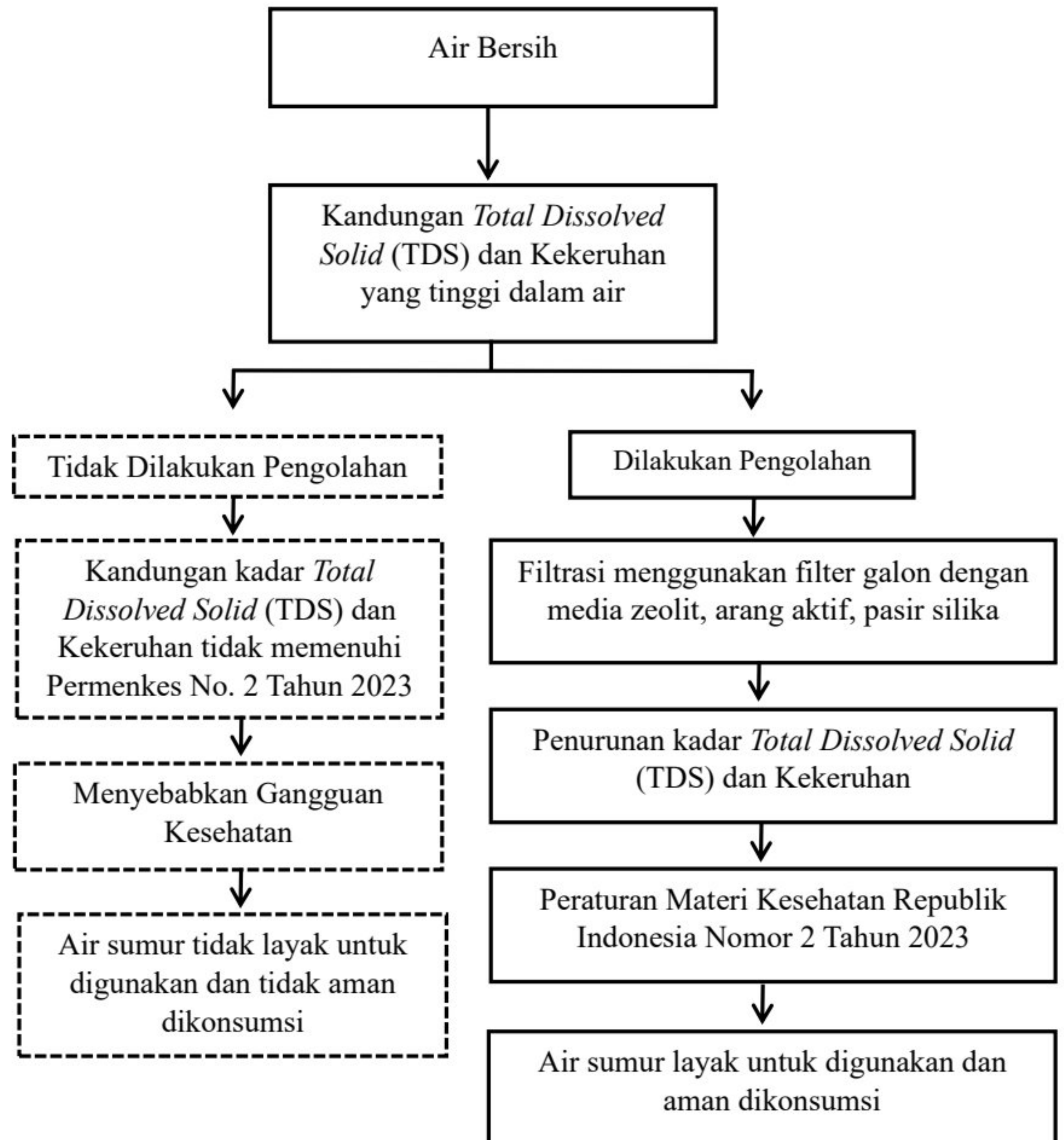
Arang aktif adalah sebuah material yang terdapat banyak pori- pori yang sangat kecil. Dengan adanya pori- pori membuat arang aktif memiliki kemampuan untuk menyerap zat yang dekat denganya. Karbon aktif juga salah satu media filtrasi yang efektif untuk meningkatkan kejernihan air sekaligus menghilangkan bau, rasa, dan warna. Proses penjernihan terjadi melalui mekanisme adsorpsi, yaitu penyerapan berbagai zat pencemar, sehingga air menjadi lebih jernih dan tidak berbau. Sementara itu, komposit alumina–karbon aktif memiliki kemampuan adsorpsi polutan yang baik berkat karakteristik fisik dan kimianya. Namun, material ini tidak memiliki sifat antibakteri sehingga tidak efektif dalam mematikan bakteri di dalam air (Saswini *et al.*, 2023).

c. Pasir Silika

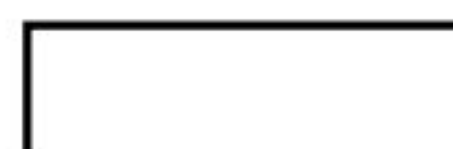
Pasir silika atau pasir kuarsa merupakan jenis pasir yang terdapat kandungan silika. Material ini sering digunakan dalam proses pengolahan air bersih, termasuk sebagai media filtrasi untuk menghasilkan air minum. Keunggulan pasir kuarsa terletak pada kemampuannya dalam menurunkan kekeruhan, menyaring partikel tersuspensi, serta menangkap partikel makro seperti lumpur dan lumut. Pasir silika sendiri terbentuk dari proses pelapukan batuan yang mengandung mineral utama, seperti silikon dioksida dan felspar (Saswini *et al.*, 2023).

Pasir silika bersifat tidak larut dalam air maupun asam dan biasanya dalam bentuk koloid. Silika terdapat pada hampir semua batuan dan mudah mengalami pelapukan. Sumber alami utama silika adalah mineral kuarsa. Silikon termasuk salah satu unsur yang esensial bagi makhluk hidup. Beberapa algae, terutama diatom (*Bacillariophyta*), membutuhkan silika untuk membentuk *frustule* (dinding sel). Perairan tawar alami memiliki kadar silika kurang dari 5 mg/liter. Pada air tanah dalam, kadar silika dapat mencapai 65 mg/liter. Pada perairan yang melewati batuan vulkanik, kadar silika dapat mencapai 100 mg/liter. Pada perairan payau dan laut, kadar silika berkisar antara 1.000 - 4.000 mg/liter ((Hefni, 2010) Menurut penelitian (Nawiswary & Tangahu, 2023) filtrasi dengan menggunakan media pasir silika dapat menurunkan kekeruhan dengan persentase 76,2%.

B. Kerangka Konsep



Keterangan :



: Diteliti



: Tidak Diteliti

Gambar 1. Kerangka Konsep

C. Pertanyaan Penelitian

1. Berapakah *Total Dissolved Solid* (TDS) sebelum dan sesudah menggunakan Galon Filter pada air sumur bor.
2. Berapakah Kekeruhan Sebelum dan Sesudah menggunakan Galon Filter pada air sumur bor.