

BAB II
LANDASAN TEORI

Tabel 2. 1 Matriks Penelitian

NO	Judul	Nama Peneliti	Hasil
1.	Komposisi Efektif Batok Kelapa sebagai Karbon Aktif untuk Meningkatkan Kualitas Airtanah di Kawasan Perkotaan	Noor Salim, Nanang Saiful Rizal, Ricky Vihantara (2018)	Kondisi airtanah wilayah studi penelitian ini tepatnya di Perumahan Jember New City Patrang yang memiliki angka kekeruhan 4,42 skala NTU, TDS 202 mg/L, kandungan mangan dan besi masing-masing 0,2 mg/L dan 0,1 mg/L. Karbon aktif berupa batok kelapa dengan komposisi 35% dapat mengurangi kekeruhan, kadar besi (Fe) dan mangan (Mn) pada airtanah di kawasan perkotaan. Maka solusi yang mudah untuk menanggulangi pencemaran airtanah tepatnya sekitar di Perumahan Jember New City Patrang dengan memperbanyak resapan air, pembatasan eksploitasi airtanah untuk industri dan lainnya. Apabila terpaksa dilakukan pemanfaatan airtanah agar tidak membahayakan warga masyarakat dapat dilakukan dengan pemasangan instalasi media penyaring dengan komposisi karbon aktif batok kelapa sampai 35%.

2.	<p>Uji Efektivitas Bioadsorben Serbuk Kulit Jagung Terhadap Penurunan Kadar TSS Air Limbah Laundry</p>	<p>Indra Saputra S. Mayulu, Laksmyn Kadir , Tri Septian Maksum. (2025)</p>	<p>Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penggunaan serbuk kulit jagung sebagai bioadsorben dengan dosis 9 gram, 11 gram dan 13 gram menunjukkan penurunan kadar TSS namun belum memenuhi standar baku mutu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No 5 tahun 2014. Terdapat perbedaan penurunan kadar TSS pada dosis 9 gram, 11 gram dan 13 gram yang diberikan serbuk kulit jagung (p-value = 0,027).</p>
3.	<p>Zeolit Untuk Mengurangi Kesadahan Air</p>	<p>Ruliasih Marsidi (2001)</p>	<p>Hasil percobaan menunjukkan bahwa semakin tinggi unggun (tumpukan) zeolit yang dilalui air baku, maka semakin besar prosentase penurunan kesadahan, dengan kecepatan aliran air baku sebesar 2,55 cm/detik, prosentase penurunan kesadahan tertinggi dicapai pada ketebalan 80 cm dan lama pemakaian zeolit (waktu operasi) maksimal 24 jam, yaitu 99,56%. Dari hasil ini dapat disimpulkan bahwa dengan ketebalan 80 cm dan pengoperasian zeolit dibawah 24 jam, penurunan kesadahan hampir mencapai 100 %. Prosentase penurunan kesadahan terkecil terjadi pada ketebalan zeolit 20 cm, dan lama pemakaian zeolit</p>

			(waktu operasi) 96 jam yaitu 2,94 %.
4	Pengaruh Kepadatan Arang dan Zeolit Sebagai Media Filter Air Sumur Di Inanwatan	(Kukuh pangestu 2023)	<p>Hasil penelitian rancangan filter air sumur yang terbuat dari pipa PVC diameter 4 inchi dengan ketinggian 50 cm. Di dalam pipa tersebut terdapat media filter yang terdiri dari pasir vulkanik dengan ketebalan 8 cm, arang aktif 15 cm, zeolit 15 cm dan kerikil 7 cm. Diketahui bahwa kemampuan filter pertama mengalami penurunan parameter yang diperiksa antara sebelum dan sesudah filtrasi dengan ketebalan arang aktif dan zeolit 15 cm dengan ukuran butiran 4.760 mm. Penurunan terjadi pada parameter Mn dari 1,6 mg/liter menjadi 0,020 mg/liter, untuk parameter Kesadahan dari 1.560 mg/liter menjadi 119,7 mg/liter, untuk parameter Nitrit dari 3,14 mg/liter menjadi 0,005 mg/liter, untuk parameter Sulfat dari 640 mg/liter menjadi 22 mg/liter, untuk parameter biologi dari 460 menjadi 18. Semakin kecil ukuran butiran</p>

			arang aktif dan zelolit maka akan semakin baik kadar air yang dihasilkan. Hasil uji akhir air sumur di Inanwatan menunjukkan hasil air sesuai dengan baku mutu air higienis. Beberapa parameter kualitas air mengalami penurunan diantaranya parameter Mangan (Mn) sebesar 98,75%, parameter Kesadahan sebesar 92,32%, parameter Nitrit sebesar 99,84%, parameter Sulfat sebesar 96,56% dan parameter Coliform sebesar 96,08
--	--	--	--

2.1 Pengertian Air

Air adalah senyawa yang penting bagi semua bentuk kehidupan yang diketahui sampai saat ini di bumi, tetapi tidak di planet lain. Air menutupi hampir 70% permukaan Bumi. Terdapat 1,4 triliun kilometer kubik (330 juta mil³) tersedia di bumi. Rumus kimianya adalah H₂O, yang setiap molekulnya mengandung satu oksigen dan dua atom hidrogen yang dihubungkan oleh ikatan kovalen. Air sebagian besar terdapat dilaut (air asin) dan pada lapisan-lapisan es (di kutub dan puncak-puncak gunung) akan tetapi juga dapat hadir sebagai awan, hujan, sungai, muka air tawar danau, uap air, dan lautan es. Air dalam objek-objek tersebut bergerak mengikuti suatu siklus air, yaitu: melalui penguapan, hujan, dan aliran air di atas permukaan tanah (*runoff*, meliputi mata air, sungai, muara) menuju laut. Air bersih penting bagi kehidupan manusia.

Air merupakan zat cair, pada kondisi standar tidak memiliki rasa, bau maupun warna dan terdiri atas hidrogen dan oksigen dengan rumus kimia H₂O. secara alami air memiliki tiga wujud sekaligus seperti padat (es), cair (air), dan gas (uap air).

Air memiliki kemampuan untuk melarutkan zat kimia seperti garam, asam, gas serta molekul organik. Dengan demikian tidak jarang air disebut sebagai zat pelarut universal. Air berada dalam kesetimbangan dinamis antara fase cair dan padat dibawah tekanan dan temperatur standar. Air merupakan salah satu faktor penting dalam memenuhi kebutuhan makhluk hidup, air merupakan kebutuhan dasar untuk manusia bahkan seluruh makhluk hidup. Pemanfaatan air minum harus dilakukan secara bijaksana agar tetap dapat dimanfaatkan dengan baik oleh manusia dan makhluk hidup yang lain.

Sumber air yang ada di lembang parinding kecamatan sesean toraja utara digunakan sebagian besar masyarakat untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari, namun yang menjadi permasalahan adalah sumber air yang digunakan secara kasat mata terlihat keruh, untuk itu tujuan penulis melakukan penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah sumber tersebut memenuhi syarat baku mutu air bersih menurut PERMENKES No 2 Tahun 2023

2.2 Pengertian air bersih

Air bersih adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya memenuhi syarat kesehatan dan dapat diminum apabila telah dimasak. Sebagai batasannya, air bersih adalah air yang memenuhi persyaratan bagi sistem penyediaan air minum. Adapun persyaratan yang dimaksud adalah persyaratan dari segi kualitas air yang meliputi kualitas Fisik, Kimia, Biologi, dan Radiologi, sehingga apabila dikonsumsi tidak menimbulkan efek samping.

2.3 Standar baku mutu kesehatan lingkungan

Menurut Permenkes RI No. 2/Menkes/Per/2023 tentang persyaratan Kualitas Air Minum, air minum adalah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat dan dapat langsung diminum. Air minum digunakan untuk keperluan minum, masak, mencuci peralatan makan dan minum, mandi, mencuci bahan baku pangan yang akan dikonsumsi, peturasan dan ibadah.

Standar baku mutu kesehatan lingkungan media air minum dituangkan dalam parameter yang menjadi acuan Air Minum aman. Parameter yang dimaksud

meliputi parameter fisik, parameter mikrobiologi, parameter kimia serta radioaktif. Dalam peraturan Menteri ini, parameter dibagi menjadi parameter utama dan parameter khusus. Penetapan tambahan parameter khusus menjadi tanggung jawab pemerintah daerah melalui kajian ilmiah.

Standar baku mutu kesehatan lingkungan media air minum ini sebagai acuan bagi penyelenggara air minum, petugas sanitasi lingkungan di puskesmas, dinas kesehatan provinsi, dinas kesehatan kabupaten/kota, dan pemangku kepentingan terkait. Upaya penyehatan dilakukan melalui pengamanan dan pengendalian kualitas air minum yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas air minum memberikan manfaat yang signifikan bagi kesehatan masyarakat.

2.4 Sumber Air

Sumber air adalah tempat atau wadah air alami atau buatan yang terdapat pada, diatas atau dibawah permukaan tanah, sumber air terbagi dalam beberapa jenis yakni:

2.4.1 Air Permukaan

Air permukaan adalah air hujan yang mengalir dipermukaan bumi. Air permukaan meliputi badan-badan air semacam sungai, danau, telaga, waduk, rawa, terjun, dan sumur permukaan, sebagian besar berasal dari air hujan yang jatuh ke permukaan bumi. Air hujan tersebut kemudian akan mengalami pencemaran baik oleh tanah, sampah, maupun yang lainnya.

2.4.2 Air Laut

Air laut mempunyai sifat asin karena kandungan garam NaCl. Kadar garam NaCl dalam air laut 3%. Dengan keadaan ini, maka air laut tidak memenuhi syarat untuk air minum. Namun demikian, air laut ini juga dapat dipergunakan sebagai sumber air minum di beberapa negara yang suda tidak memiliki sumber air yang lebih baik setelah melalui proses desalinasi yang masi sangat mahal biayanya (Sutrisno 2010)

2.4.3 Air Angkasa (Hujan)

Air angkasa terjadi dari proses evaporasi dari air permukaan dan evotranspirasi dari tumbuh-tumbuhan oleh bantuan sinar matahari dan melalui proses kondensasi kemudian jatuh ke bumi dalam bentuk hujan, salju ataupun embun. Air angkasa mempunyai sifat tanah (*soft water*) karena kurang mengandung garam-garam dan zat-zat mineral sehingga terasa kurang segar juga boros terhadap pemakaian sabun. Air angkasa juga bersifat agresif terutama terhadap pipa penyalur maupun bak-bak reservoir sehingga mempercepat terjadinya korosi. Air angkasa atau hujan merupakan sumber utama air di bumi. Walau pada saat presipitasi merupakan air yang paling bersih, air tersebut cenderung mengalami pencemaran ketika berada di atmosfer. Pencemaran yang berlangsung di atmosfer itu dapat disebabkan oleh partikel debu, mikroorganisme, dan gas, misalnya, karbon dioksida, nitrogen, dan amoniak (Chandra 2007)

2.4.4 Air Tanah

Air tanah (*ground water*) adalah cadangan air yang bersumber dari air presipitasi dan merembes menjadi air infiltrasi berada di bawah permukaan litosfer tertampung dalam cekungan-cekungan dan mengalir membentuk sungai bawah tanah dan muncul sebagai mata air. Air tanah memiliki beberapa kelebihan dibanding sumber lain. Pertama air tanah biasanya bebas dari kuman penyakit dan tidak perlu mengalami proses purifikasi. Persediaan air tanah juga cukup tersedia sepanjang tahun, saat musim kemarau sekalipun. Sementara itu, air tanah juga memiliki beberapa kerugian atau kelemahan dibanding sumber air lainnya. Air tanah mengandung zat-zat mineral dalam konsentrasi yang tinggi. Konsentrasi yang tinggi dari zat-zat mineral semacam magnesium, kalsium, dan logam berat seperti besi dapat menyebabkan kesadahan air. Selain itu, untuk menghisap dan mengalirkan air ke atas permukaan diperlukan pompa. Air tanah dapat dibedakan menjadi 3 yaitu:

1. Air tanah dangkal

Air tanah dangkal yaitu air yang terjadi karena proses peresapan air dari permukaan tanah. Lumpur akan tertahan, demikian juga bakteri sehingga air tanah akan jernih tetapi lebih banyak mengandung zat kimia karena melalui lapisan tanah yang mempunyai unsur-unsur kimia tertentu untuk masing-masing lapisan tanah. Pengotoran juga masih terus berlangsung terutama pada muka air yang dekat dengan muka tanah. Air tanah ini digunakan sebagai sumber air minum melalui sumur-sumur dangkal. Sebagai sumber air minum, ditinjau dari segi kualitas agak baik. Tetapi dari segi kuantitas kurang cukup dan tergantung pada musim.

2. Air tanah dalam

Air tanah dalam yaitu air tanah yang terdapat setelah lapisan rapat air pertama. Pengambilan air tanah dalam ini tidak semudah pengambilan air tanah dangkal. Biasanya air tanah dalam ini berada pada kedalaman antara 100-300 meter. Pada umumnya kualitas air tanah dalam lebih baik dari air tanah dangkal karena penyaringan lebih sempurna dan bebas dari bakteri. Susunan unsur-unsur kimia tergantung pada lapis-

lapis tanah yang dilalui. Jika melalui tanah kapur maka air menjadi sadah karena mengandung $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ dan $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$.

3. Mata air

Mata air yaitu air tanah yang keluar dengan sendirinya ke permukaan tanah. Mata air yang berasal dari tanah dalam hampir tidak terpengaruh oleh musim dan kualitasnya sama dengan air tanah dalam.

2.5 Macam Jenis Air

Macam jenis air ini dibagi dalam beberapa jenis yakni:

2.5.1 Air tawar

Air merupakan suatu zat cair yang tidak berwarna, tidak berbau, dan tidak memiliki rasa. Dalam ilmu kimia air terbentuk dari ikatan kovalen antara unsur Hidrogen (H) dan unsur Oksigen (O) dengan rumus kimia H_2O . Air dapat berubah wujud menjadi padat dan

gas jika diubah suhunya. Perubahan fisik bentuk air ini tergantung dari lokasi dan kondisi alam. Ketika dipanaskan sampai 100^o C, maka air berubah menjadi uap dan pada suhu tertentu uap air berubah kembali menjadi air. Pada suhu yang dingin di bawah 0^o C air berubah menjadi benda padat yang disebut es atau salju (Harling 2020).

2.5.2 Air asin

Air asin adalah air yang berasal dari air laut, dan merupakan air yang mengandung garam. Manusia tidak dapat mengkonsumsi air asin karena garam dalam air membuat kita dehidrasi (tubuh akan kehilangan lebih banyak air yang diminum) sehingga tidak baik terhadap kesehatan tubuh. Namun, banyak jenis ikan, hewan, dan tanaman yang berbeda hidup di air asin.

2.5.3 Air payau

Air payau adalah campuran antara air tawar dan air laut (air asin). Jika kadar garam yang dikandung dalam satu liter air adalah antara 0,5 sampai 30 gram, maka air ini disebut air payau. Namun jika lebih, disebut air asin. Air payau merupakan air yang terbentuk dari pertemuan antara air sungai dan air laut serta mempunyai ciri khusus secara fisik, kimia dan biologis. Dari ciri-ciri fisik air payau berwarna coklat kehitaman, dari segi kimia terutama sudah mengandung kadar garam dibanding air tawar, dari ciri biologis terutama terdapatnya ikan- ikan air payau. Air payau dapat memiliki range kadar TDS yang cukup panjang yakni 1000-10.000 mg/L dan secara terkarakterisasi oleh kandungan karbon organik rendah dan partikulat rendah ataupun kontaminan koloid (Dewi 2011).

2.5.4 Air kapur

Air kapur adalah air yang telah bercampur dengan zat kapur dengan rumus kimia $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (Kalsium Hidroksida). Kalsium hidroksida dapat berupa kristal tak berwarna atau bubuk putih. Kalsium hidroksida dihasilkan melalui reaksi kalsium oksida (CaO) dengan air. Senyawa ini juga dapat dihasilkan dalam bentuk endapan melalui pencampuran larutan kalsium klorida (CaCl_2) dengan larutan natrium hidroksida (NaOH).

Air kapur dapat menyebabkan beberapa masalah, misalnya dalam penggunaan di rumah tangga dan industri. Penggunaan dalam rumah tangga

mengakibatkan konsumsi sabun lebih banyak. Hal ini disebabkan karena salah satu bagian dari molekul sabun diikat oleh unsur Ca. Penggunaan air kapur untuk industri dapat menyebabkan kerak pada dinding peralatan sistem pemanasan sehingga dapat menyebabkan kerusakan pada peralatan industri dan menghambat proses pemanasan. Selain kerugian dalam rumah tangga dan industri. Menurut WHO air yang kesadahannya tinggi dapat menimbulkan dampak terhadap kesehatan yaitu dapat menyebabkan penyumbatan pembuluh darah jantung dan batu ginjal.

2.6 Kebutuhan air bersih

Kebutuhan air bersih merupakan salah satu kebutuhan pokok manusia yang dibutuhkan secara berkelanjutan. Penggunaan air bersih sangat penting untuk konsumsi rumah tangga, kebutuhan industri dan tempat umum. Karena kepentingannya kebutuhan akan air bersih, maka adalah hal yang wajar jika sektor air bersih mendapatkan prioritas penanganan utama karena menyangkut kehidupan orang banyak. Penanganan akan pemenuhan air bersih dapat dilakukan dengan berbagai cara, disesuaikan dengan sarana dan prasarana yang ada.

Kebutuhan air bersih merupakan kebutuhan yang tidak terbatas dan berkelanjutan. Sedangkan kebutuhan akan penyediaan dan pelayanan air bersih dari waktu ke waktu semakin meningkat yang terkadang tidak diimbangi oleh kemampuan pelayanan. Peningkatan kebutuhan ini disebabkan oleh peningkatan jumlah penduduk, peningkatan derajat kehidupan warga serta perkembangan kota/kawasan pelayanan ataupun hal-hal yang berhubungan dengan peningkatan kondisi sosial ekonomi warga.

Kebutuhan air akan dikategorikan dalam kebutuhan air domestik dan non domestik. Kebutuhan air domestik adalah kebutuhan air yang digunakan untuk keperluan rumah tangga yaitu untuk keperluan minum, memasak, mandi, cuci pakaian serta keperluan lainnya. Sedangkan kebutuhan air non domestik digunakan untuk kegiatan komersil seperti industri, perkantoran, maupun kegiatan sosial seperti sekolah, rumah sakit, tempat ibadah, dan niaga.

2.7 Kualitas air

Kualitas air secara umum menunjukkan mutu atau kondisi air yang dikaitkan dengan suatu kegiatan atau keperluan tertentu. Dengan demikian kualitas air akan berbeda dari suatu kegiatan ke kegiatan lain, sebagai contoh kualitas air untuk keperluan irigasi berbeda dengan kualitas air untuk keperluan minum. Begitu pula dengan air bersih, air minum dan air hujan, tentunya memiliki kesamaan, namun sangat jauh berbeda diantara ketiganya. Mulai dari kandungan yang terdapat dalam air tersebut hingga sumber dari air itu sendiri. Dan tentunya penggunaan dari ketiganya juga berbeda dalam kehidupan sehari-hari. Berdasarkan permenkes No.2/Menkes/Per/2023, yang membedakan antara kualitas air bersih dan air minum adalah kualitas setiap parameter fisik, kimia, biologis, dan radiologis maksimum yang diperbolehkan.

2.8 Standar kualitas air minum

Standar kualitas air minum adalah batas operasional dari kriteria kualitas air dengan memasukkan pertimbangan non teknis, misalnya kondisi sosial ekonomi, target tingkat kualitas produksi, tingkat kesehatan. yang ada, dan teknologi yang tersedia. Pengertian air minum sendiri adalah air yang kualitasnya memenuhi syarat-syarat kesehatan yang dapat diminum. Dengan adanya standarisasi tersebut dapat dinilai kelayakan pendistribusian sumber air untuk keperluan rumah tangga. kualitas air yang digunakan sebagai air minum sebaiknya memenuhi persyaratan secara fisik, kimia, dan mikrobiologis:

1. Persyaratan fisik

Air yang kualitasnya baik harus memenuhi syarat berikut:

a. Jernih atau tidak keruh.

Kekeruhan air disebabkan oleh partikel-partikel yang tersuspensi didalam air yang menyebabkan air terlihat keruh, kotor, bahkan berlumpur. Bahan-bahan yang menyebabkan air terlihat keruh antara lain tanah liat, pasir dan lumpur. Air keruh bukan berarti tidak dapat diminum atau berbahaya bagi kesehatan. Namun, dari segi estetika, air keruh tidak layak atau tidak wajar untuk diminum. Alat yang digunakan

untuk mengukur kekeruhan air dalam satuan NTU adalah Turbidimeter atau nephelometer. Ini adalah perangkat yang mengukur seberapa banyak cahaya yang tersebar atau dihamburkan oleh partikel-partikel padat yang ada dalam air.

b. Tidak berwarna.

Warna pada air disebabkan oleh adanya bahan kimia atau mikroorganik (*plankton*) yang terlarut didalam air. Warna yang disebabkan bahan-bahan kimia tersebut *apparent color* yang berbahaya bagi tubuh manusia. Warna yang disebabkan oleh mikroorganisme disebut *true color* yang tidak berbahaya bagi kesehatan (Awaluddin 2007)

c. Rasanya tawar dan tidak berbau.

Air yang kualitasnya baik adalah tidak berbau dan memiliki rasa tawar. Bau dan rasa air merupakan dua hal yang mempengaruhi kualitas air. Bau dan rasa dapat dirasakan langsung oleh indra. penciuman dan pengecap. Biasanya, bau dan rasa saling berhubungan. Air yang berbau busuk memiliki rasa kurang (tidak) enak. Dilihat dari segi estetika, air berbau busuk tidak layak konsumsi. Bau busuk merupakan sebuah indikasi bahwa telah atau sedang terjadi proses pembusukan (dekomposisi) bahan-bahan organik oleh mikroorganisme di dalam air. Selain itu, bau dan rasa dapat disebabkan oleh senyawa enol yang terdapat didalam air.

d. Temperatur normal.

Air yang baik mempunyai temperatur normal, 8° dari suhu kamar (27°C). Suhu air yang melebihi batas normal menunjukkan indikasi terdapat bahan kimia yang larut dalam jumlah yang cukup besar (misalnya, fenol atau belerang) atau sedang terjadi proses dekomposisi bahan organik oleh mikroorganisme, jadi apabila kondisi air seperti itu sebaiknya tidak diminum.

e. Tidak mengandung zat padatan.

Perlu diperhatikan, air yang tidak baik dan layak untuk diminum tidak mengandung padatan terapung dalam jumlah yang melebihi batas maksimal yang diperbolehkan (1000 mg/L). padatan yang terlarut di dalam air berupa bahan-bahan kimia anorganik dan gas-gas yang terlarut. Air yang mengandung jumlah padatan melebihi batas menyebabkan rasa yang tidak enak, menyebabkan mual, penyebab serangan jantung (*cardiacdisease*), dan *tixaemia* pada wanita hamil.

2. Persyaratan kimia

Kualitas air tergolong baik bila memenuhi persyaratan kimia sebagai berikut:

- a. pH Normal pH menunjukkan derajat keasaman suatu larutan. Air yang baik adalah air yang bersifat netral ($\text{pH} = 7$). Air dengan pH kurang dari 7 dikatakan air bersifat asam sedangkan air dengan pH diatas 7 bersifat basa. Batas pH minimum dan maksimum air layak minum berkisar 6,5-8,5. Khusus air hujan, pH minimumnya adalah 5,5. Tinggi rendahnya pH air dapat mempengaruhi rasa air.
- b. Kandungan bahan kimia organik
Air yang baik memiliki kandungan bahan kimia organik dalam jumlah yang tidak melebihi batas yang ditetapkan. Dalam jumlah tertentu, tubuh membutuhkan air yang mengandung bahan kimia organik. Namun, apabila jumlah bahan kimia pada tubuh. Hal itu terjadi karena bahan kimia organik yang melebihi batas ambang dapat terurai jadi racun berbahaya. Bahan kimia organik tersebut antara lain NH_4 , H_2S , SO_4^{2-} , dan NO_3 .
- c. Kandungan bahan kimia anorganik
Kandungan bahan kimia anorganik pada air layak minum tidak melebihi jumlah yang ditentukan. Bahan-bahan kimia yang termasuk bahan kimia anorganik antara lain garam dan ion-ion logam (Fe, Al, Cr, Mg, Ca, Cl, K, Pb, Hg, Zn).

d. Kesadahan rendah.

Kesadahan air disebabkan adanya kation (ion positif) logam dengan valensi dua, seperti Ca_2^+ , Mn_2^+ , Sr_2^+ , Fe_2^+ , dan Mg_2^+ . Secara umum, kation yang sering menyebabkan air sadah adalah kation Ca_2^+ dan Mg_2^+ . Kation ini dapat membentuk kerak apabila bereaksi dengan air sabun. Sebenarnya, tidak ada pengaruh derajat kesadahan bagi kesehatan tubuh. Namun, kesadahan air dapat menyebabkan sabun atau deterjen tidak bekerja dengan baik (tidak berbusa). Derajat kesadahan (CaCO_3) maksimum air yang layak minum adalah 500 mg per liter.

3. Persyaratan biologi

Persyaratan biologi yang harus dipenuhi oleh air adalah sebagai berikut:

a. Tidak mengandung organisme patogen Organisme patogen berbahaya bagi kesehatan manusia. Beberapa mikroorganisme patogen yang terdapat pada air berasal dari golongan bakteri, protozoa, dan virus penyebab penyakit.

- Bakteri *salmonella typhi*, *sighella disentia*, *salmonella paratyphi*, dan *leptospira*.
- Golongan protozoa seperti *Entoniseba histolyca* dan *dysenty*.
- Virus infektus hepatitis merupakan penyebab hepatitis.

b. Tidak Mengandung mikroorganisme nonpatogen

Mikroorganisme nonpatogen merupakan jenis mikroorganisme yang tidak berbahaya bagi kesehatan tubuh. Namun dapat menimbulkan bau dan rasa yang tidak enak, lender, dan kerak pada pipa. Beberapa mikroorganisme nonpatogen berada didalam air sebagai berikut:

- Beberapa jenis bakteri, antara lain *Actinomycetes (moldlike bacteria)*, Bakteri coli (*coliform bacteria*), *facel streptococci*, dan bakteri besi (*iron bacteria*).
- Sejenis ganggang atau *algae* yang hidup di air kotor menimbulkan bau dan rasa yang tidak enak pada air
- Cacing yang hidup bebas didalam air (*free living*).

Tabel 2. 2 Parameter Wajib Air Minum Menurut Permenkes RI Nomor 2/MENKES/PER/2023

NO	Jenis parameter	Kadar Maksimum yang diperbolehkan	Satuan	Metode pengujian
	Mikrobiologi			
1.	<i>Escherichia coli</i>	0	CFU/100ml	SNI/APHA
2.	Total Coliform	0	CFU/100ml	SNI/APHA
	Fisik			
3.	Suhu	Suhu udara \pm 3	°C	SNI/APHA
4.	<i>Total dissolve solid</i>	<300	mg/L	SNI/APHA
5.	Kekeruhan	<3	NTU	SNI/APHA
6.	Warna	10	TCU	SNI/APHA
7.	Bau	Tidak berbau	-	APHA
	Kimia			
8.	pH	6,5-8,5	-	SNI/APHA
9.	Nitrat (Sebagai NO ³) (terlarut)	20	mg/L	SNI/APHA
10.	Nitrit (sebagai NO ²) (terlarut)	3	mg/L	SNI/APHA
11.	Kromium valensi 6 (Cr ⁶⁺) (terlarut)	0,01	mg/L	SNI/APHA
12.	Besi (Fe) (terlarut)	3	mg/L	SNI/APHA
13.	Mangan (Mn) (terlarut)	0,1	mg/L	SNI/APHA

14.	Sisa khlor (terlarut)	0,2-0,5 dengan waktu kontak 35 menit	mg/L	SNI/APHA
15.	Arsen (As) (terlarut)	0,01	mg/L	SNI/APHA
16.	Kadmium (Cd) (terlarut)	0.003	mg/L	SNI/APHA
17.	Timbal (Pb) (terlarut)	0.01	mg/L	SNI/APHA
18.	Flouride (F) (terlarut)	1.5	mg/L	SNI/APHA
19.	Alumunium (Al)	0.2	mg/L	SNI/APHA

Sumber:(Anonim 2023) Peraturan Menteri kesehatan Republik Indonesia Nomor2/MENKES/PER/2023

2.9 Pengolahan Air

Pengolahan air minum merupakan upaya untuk mendapatkan air yang bersih dan sehat sesuai standar mutu air untuk kesehatan. Proses pengolahan air minum merupakan proses perubahan sifat, Fisik, Kimia, dan Mikrobiologis. Air Baku agar memenuhi syarat digunakan sebagai air minum.

2.9.1 Pengolahan Air Secara Fisik

Pengolahan air secara fisik yang mudah dilakukan di pedesaan adalah penyaringan (filtrasi), pengendapan (sedimentasi), dan absorpsi:

1. Penyaringan (Filtrasi)

Penyaringan merupakan proses pemisahan antara padatan/ koloid dengan cairan. Proses penyaringan bisa merupakan proses awal (*primary treatment*)

atau penyaringan atau proses sebelumnya, misalnya penyaringan dan hasil koagulasi.

2. Sedimentasi (Pengendapan)

Sedimentasi merupakan proses bahan padat dari air olahan. Proses lebih besar dari pada air sehingga mudah tenggelam. Proses pengendapan ada yang bisa terjadi langsung, tetapi ada pula yang memerlukan proses pendahuluan seperti koagulasi / reaksi kimia. Prinsip sedimentasi adalah pemisahan bagian yang padat dengan memanfaatkan gaya gravitasi sehingga bagian yang padat berada di dasar kolam pengendapan sedangkan air murni berada di atas pengendapan.

3. Absorpsi

Absorpsi merupakan proses penyerapan bahan-bahan tertentu. Dengan penyerapan air tersebut air menjadi jernih karena za-zat didalamnya diikat oleh absorben. Absorpsi umumnya menggunakan bahan absorben dari karbon aktif. Pemakaian dengan cara membubuhkan karbon aktif bubuk ke dala air olahan atau dengan cara menyalurkan air melalui saringan yang medianya terbuat dari karbon aktif kasar. Absorpsi merupakan penangkapan atau pengikatan ion-ion bebas didalam air oleh absorben. Absorben yang umum digunakan adalah karbon aktif karena absorpsi oleh karbon aktif untuk mengolah air olahan yang mengandung venol dan bahan yang memiliki berat molekul tinggi. Aplikasi absorpsi yaitu dengan cara mencampurkan absorben dengan serbuk karbon aktif atau dengan cara menjadikan karbon aktif sebagai media filtrasi

(filtration bed).

4. Elektrodialisis

Elektrodialisis merupakan proses pemisahan ion-ion yang larut didalam air limbah dengan memberikan 2 kutub listrik yang berlawanan dari arus searah (*direct current*, DC). Ion positif akan bergerak ke kutub positif (anoda). Pada kutub positif (anoda), ion negatif akan melepaskan elektronnya

sehingga menjadi molekul yang berbentuk gas ataupun padat dan tidak larut didalam air. Hal ini memungkinkan terjadinya pengendapan.

2.9.2 Pengolahan air ke cara kimia

Pengolahan Air secara kimia terdapat koagulasi dan aerasi sebagai berikut:

1. Koagulasi

Koagulasi merupakan proses pengumpulan melalui reaksi kimia. Reaksi ini dapat berjalan dengan membubuhkan zat pereaksi (koagulan) sesuai dengan zat yang terlarut. Koagulan yang banyak digunakan adalah kapur, tawas atau kaporit. Pertimbangan karena garam-garam Ca, Fe, dan Al bersifat tidak larut dalam air sehingga mampu mengendap bila bertemu dengan sisa-sisa baja.

2. Aerasi

Aerasi merupakan suatu sistem oksigenasi melalui penangkapan O₂ dari udara pada air olahan yang diproses. Pemasukan oksigen ini bertujuan agar O₂ di udara dapat bereaksi menghasilkan oksidasi logam yang sukar larut dalam air sehingga dapat mengendap. Proses aerasi harus diikuti oleh proses filtrasi/pengendapan.

2.9.3 Pengolahan air secara mikrobiologi

Upaya memperbaiki mikrobiologi air minum yang paling konvensional adalah dengan cara mematikan mikroorganisme. Proses ini bisa dilakukan sekaligus dengan proses koagulasi ataupun melalui praktek sederhana dengan cara mendidihkan air sehingga mencapai suhu 100°C.

2.10 Filtrasi

Filtrasi adalah proses penyaringan partikel yang terendapkan di sedimentasi melalui media berpori. Filtrasi diperlukan untuk menyempurnakan penurunan kadar kontaminan seperti bakteri, warna, bau dan kekeruhan sehingga diperoleh air yang bersih memenuhi standar kualitas air minum. Air yang keluar dari penyaringan biasanya sudah jernih dan proses tersebut merupakan proses akhir dari seluruh proses pengolahan dan penjernihan air. Filter dibedakan menjadi dua macam yaitu saringan pasir lambat dan saringan pasir cepat.

2.11 Jenis-Jenis Filtrasi

Pengolahan dengan Metode Filtrasi atau penyaringan merupakan metode Fisik yang dilakukan dalam mengolah air sebagai air minum. Proses Filtrasi ini cara kerjanya bisa dipengaruhi oleh gravitasi ataupun tenaga putar. Ada beberapa jenis filtrasi yang digunakan dalam pengolahan air untuk air minum. Proses filtrasi dibagi menjadi beberapa jenis yaitu Filter Pasir Lambat, Filter pasir cepat, filter karbon aktif dan filter karbon membrane.

Berdasarkan kecepatan penyaringan, filtrasi dibagi menjadi dua yaitu:

2.11.1 *Slow sand Filter* (Saringan Pasir Lambat)

Filtrasi dengan metode *Slow Sand Filter* merupakan penyaringan partikel yang tidak didahului oleh proses pengolahan kimiawi (koagulasi). Kecepatan aliran dalam media pasir ini kecil karena ukuran media pasir lebih kecil. Saringan pasir lambat lebih menyerupai penyaringan air secara alami. Filter pasir lambat adalah filter yang mempunyai kecepatan filtrasi lambat. Kecepatan filtrasi pada filter lambat sekitar 20-50 kali lebih lambat, yaitu sekitar 0,1 sehingga 0,4 m/jam. Kecepatan yang lebih lambat ini disebabkan ukuran media pasir juga lebih kecil (*effective size* = 0,15-0,35 mm). Filter lambat digunakan untuk menghilangkan kandungan organik dan organism pathogen dari air baku. Filter pasir lambat ini efektif digunakan dengan kekeruhan relatif rendah yaitu dibawah 50 NTU tergantung distribusi ukuran partikel pasir, ratio luas permukaan filter terhadap kedalaman dan kecepatan filtrasi. Filter pasir lambat bekerja dengan cara membentuk lapisan gelatin atau biofilm yang disebut lapisan *hypogeal* atau *schmutzdecke*, lapisannya mengandung bakteri, fungsi, protozoa, rotifer dan larva serangga air. *Schmutzdecke* meruoakan lapisan yang melakukan pemurnian efektif dalam pengolahan air minum. Dalam *Schmutzdecke* adalah *mechanical straining* terhadap bahan tersuspensi dalam lapisan tipis yang berpori sangat kecil. Keuntungan dari filter lambat yaitu:

- Biaya konstruksi yang murah
- Rancangan dan operasinya sederhana
- Tidak perlu tambahan bahan kimia

- Variasi kualitas air baku tidak mengganggu
- Tidak perlu banyak air untuk pencucian karena hanya dilakukan dibagian atas media tanpa *backwash*

Sedangkan kerugian adalah filter pasir lambat adalah besarnya kebutuhan lahan sebagai akibat lambatnya kecepatan proses filtrasi.

2.11.2 *Rapid Sand Filter* (Saringan Pasir Cepat)

Proses filtrasi dengan cara ini merupakan jenis unti filtrasi yang mampu menghasilkan debit air yang lebih banyak, namun kurang efektif untuk mengatasi bau ras yang ada pada air yang disaring. Debit air yang cepat tersebut menyebabkan lapisan bakteri yang berguna untuk menghilangkan pathogen namun membutuhkan proses desinfeksi yang lebih intensif. Arah aliran airnya dari bawah keatas. Pada proses ini umumnya melakukan bacwash atau pencucian saringan tanpa membongkar keseluruhan saringan. Media yang digunakan untuk proses *Rapid Sand Filter* tersusun dari pasir silika alami, antharasit, atau pasir gamet yang memiliki variasi ukuran, bentuk dan komposisi kimia. Dasar filternya terdiri dari sistem pipa yang tersusun dari lateral dan manifold untuk mengalirkan air terolah yang penerimaan airnya diterima melalui lubang orifice yang diletakkan pada pipa lateral. Penggunaan manifold dan lateral bertujuan agar distribusinya merata. Saat proses filtrasi berlangsung terjadi penurunan debit air produksi akibat clogging atau pemampatan oleh kotoran yang tersaring dan tertahan pada media yang menyebabkan diameter pori mengecilHal ini ditandai oleh:

- a. Penurunan kapasitas produksi
- b. Peningkatan kehilangan energi (*headloss*) yang diikuti oleh kenaikan muka air diatas media filter
- c. Penurunan kualitas air terproduksi.
Teknik pencucian ini dapat dilakukan dengan menggunakan back washing, dengan kecepatan tertentu agar media filter terfluidisasi dan terjadi tumbukan antar media sehingga kotoran yang menempel pada media akan lepas dan terbawa bersama aliran air.

Dalam melakukan proses filtrasi dengan metode ini perlu diperhatikan beberapa hal. Mekanisme filtrasi dengan filter pasir cepat yaitu:

- Penyaringan secara mekanis (*mechanical straining*).
- Sedimentasi
- Adsorpsi di dalam filter bed
- Koagulasi didalam filter bed
- Aktivitas biologis

2.11.3 Filter Karbon

Filter karbon merupakan metode karbon aktif dengan media granular (*Granular Activated Carbon*) merupakan proses filtrasi yang berfungsi untuk menghilangkan bahan-bahan organik desinfeksi, serta menghilangkan bau dan rasa yang disebabkan oleh senyawa-senyawa organik. Selain fungsi tersebut juga digunakan untuk menisihkan senyawa-senyawa organik dan menyisihkan partikel-partikel terlarut. Metode pengolahan karbon aktif prinsipnya adalah mengadsorpsi bahan pencemar menggunakan media karbon proses adsorpsi tergantung pada luas permukaan media yang digunakan dan berhubungan dengan luas total pori-pori yang terdapat dalam media agar proses absorpsi bisa dilakukan secara efektif diperlukan waktu kontak yang cukup antara permukaan media dengan air yang diolah sehingga nantinya zat pencemar dapat dihilangkan. Ada alternatif lain yang bisa dilakukan jika waktu kontak tidak mencukupi caranya yaitu dengan menaikkan luas permukaan media dengan ukuran yang lebih kecil zat yang ada dalam air yang mengalami absorpsi berupa senyawa organik (menyebabkan bau dan rasa yang tidak diinginkan) *trihalometane*, serta *volatile organic compounds* (VOCs)

Instalasi pengolahan air minum biasanya menggunakan karbon aktif yang dilakukan sebelum proses ozonisasi karena secara umum unit pengolahan karbon aktif tidak dapat menyisihkan mikroorganisme patogen seperti virus dan bakteri. Selain itu juga tidak efektif dalam menyisihkan kalsium (Ca) dan magnesium (Mn) yang menimbulkan kesadahan pada air, flour dan nitrat sedangkan media yang digunakan dapat berupa arang kayu, batok kelapa dan batubara. Batubara merupakan media yang sering digunakan dalam unit pengolahan dengan

menggunakan karbon aktif. Namun batubara yang digunakan yang telah mengalami proses pembakaran dengan temperatur sedang dalam kondisi anaerob. Sehingga batu bara tidak akan terbakar tetapi mengalami perubahan menjadi material karbon yang berpori (*porous*). Batubara tersebut diaktifkan melalui proses pemanasan dengan uap air dan udara pada temperatur 1500 °F dan proses ini akan mengoksidasi permukaan dan pori-pori media.

Hal yang perlu diperhatikan dalam pengolahan karbon aktif ini adalah debit pengolahan dan *headloss* yang tersedia, senyawa-senyawa organik yang terdapat dalam air baku, media yang digunakan, ukuran media karbon aktif, kecepatan filtrasi, waktu kontak, dan waktu pembersihan media karbon aktif. Media karbon aktif harus dibersihkan atau regenerasi kembali dalam waktu tertentu karena media ini akan mengalami keadaan jenuh dimana kemampuan media untuk mengabsorpsi senyawa-senyawa organik dan polutan akan berkurang. Proses regenerasi karbon aktif ini dilakukan dengan tiga cara yaitu: Penguapan, Pemanasan, dan Penggunaan Bahan Kimia.

2.11.4 Filter Membran

Filtrasi dengan menggunakan membran ini merupakan alternatif yang digunakan untuk menggantikan filtrasi pasir lambat (*slow sand filtration*). Teknologi ini mengurangi biaya operasional dan instalasi. Teknologi membrane ini digunakan dalam instalasi pengolahan air dengan tujuan untuk menghasilkan air layak minum. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi kinerja membran diantaranya yaitu karakteristik membran, yang merupakan material membran, tekanan operasi sangat berpengaruh terhadap fluks yang dihasilkan serta kemampuan rejeksi membran, pH umpan periode operasi membran konsentrasi umpan, temperatur serta kadar *suspended solid* dalam air umpan (Fitriana and Rahmayanti 2020). Keunggulan dari membran ini adalah mempunyai ukuran yang lebih kecil, kapasitas pengolahan lebih besar, serta mampu menghasilkan air layak minum. Sistem membran ini umumnya dibedakan menjadi empat jenis yaitu Reverse osmosis (RO), Elektrodialisis (ED), Ultrafiltrasi (UF), dan Mikrofiltrasi (MF). Media yang digunakan dalam pembuatan filter membran ada dalam berbagai jenis material dan

metode pembuatannya. Media yang digunakan digolongkan menjadi media absolut dan nominal tergantung kemampuan untuk menahan partikel yang mempunyai ukuran sama atau lebih besar dari ukuran pada media. Media membran digolongkan sebagai media absolute sedangkan untuk media nominal biasanya menggunakan bahan fiber glass, polimer serta keramik. Berdasarkan struktur lubang medianya, filter membran dibedakan menjadi dua yaitu:

1. Membran tipis (*screen membrane*)

Membran tipis mempunyai lubang dengan bentuk lingkaran yang sempurna atau hampir sempurna yang tersebar secara acak pada permukaan membran. Membran dibuat melalui proses pelubangan menggunakan penembakan electron (*nuclear track*) dan penggoresan (*etch process*). Membran ini digunakan pada proses analisis gravimetric, sitologi, analisis partikulat, analisis aerosol, dan penyaring darah.

2. Membran tebal (*depth membrane*)

Membran tebal mempunyai struktur permukaan yang tidak beraturan dan tampak kasar. Filter ini dibuat dari berbagai jenis polimer melalui proses pencetakan. Bahan utama yang digunakan adalah ester selulosa. Aplikasi membran yang digunakan berdasarkan ukuran pori-pori membran dan mekanisme kerja membran atau proses pemisahannya yang dikelompokkan menjadi:

- a. Mikrofiltrasi

Proses ini merupakan proses *cross-flow* tekanan rendah untuk memisahkan partikel koloid dan tersuspensi. Ukuran pori yang digunakan yang sekitar 0,05-10 mikron. Kegunaan *Mikrofiltrasi* dalam teknik lingkungan adalah mengisolasi *coliform* dari contoh air yang diteliti. Selain itu juga dapat digunakan untuk menyisihkan partikulat di udara yang akan digunakan sebagai bahan baku generator ozon. Namun penggunaan terus menerus akan menyebabkan tersumbat yang berakibat debit turun drastis dan bila ini terjadi maka membran harus diganti.

b. Ultrafiltrasi

Proses ini merupakan pemisahan efektif yang menggunakan membran dengan ukuran pori sekitar 0,005-10 mikron.

Ultrafiltrasi mampu menyisihkan virus, bakteri, partikel koloid, dan senyawa organik berat bermolekul tinggi. Jika terjadi *fouling* maka membran harus diganti. Beberapa jenis membrane ultrafiltrasi tertentu dapat di *backwash*. Membrane ini tersusun atas dua lapisan sangat tipis dan lebih tebal di atasnya dengan pori-pori halus.

c. Dialisis

Merupakan pemisahan *solute* dari ion zat berukuran pori sekitar 0,0005-0,1 mikron. Larutan yang didialisis dipisahkan dari pelarutnya dengan membran semipermeabel.

d. Elektrodialisis

Merupakan proses pemisahan elektrokimia yang memindahkan ion melewati membrane semipermeabel dengan ukuran pori sekitar 0,0005-0,01 mikron. Pada dasarnya sama dengan proses dialysis hanya saja yang membedakan adalah pada *driving force* yang mempunyai gaya elektromotif sehingga akan menghasilkan tingkat transfer ion yang meningkat. Efisiensi dari elektrodialisis akan berkurang jika terjadi polarisasi konsentrasi serta timbulnya endapan yang menempel pada permukaan membran. Hal ini mengakibatkan kenaikan tegangan listrik yang memberikan unttuk mempertahankan kualitas air yang diinginkan. Untuk engolah air baku, diperlukan pengolahan pendahuluan untuk menghilangkan senyawa organik, besi dan kekeruhan.

e. Reverse osmosis

Reverse osmosis meliputi pemisahan pelarut (*solvent*), seperti air, dari larutan garam dengan menggunakan membran semi permeabel dan tekanan hidrostatis. Ukuran pori sekitar 0,0005-0,008 mikron.

2.12 Pengolahan Air dengan metode filtrasi

Pengolahan air dengan metode filtrasi merupakan upaya dalam mengurangi kekeruhan pada air atau pun menurunkan beberapa parameter yang terdapat dalam air agar menjadi air yang layak konsumsi (memenuhi standar kualitas air minum).

Bahan-bahan pengolahan air dengan metode filtrasi:

1. Kulit Jagung

Potensi limbah kulit jagung biasanya hanya dimanfaatkan sebagai pakan ternak, kemasan makanan dan bahan kerajinan tangan serta dibiarkan menumpuk dan dibakar yang akan mempengaruhi kualitas lingkungan, akan tetapi kulit jagung memiliki kandungan serat selulosa yang tinggi. Beberapa penelitian yang telah dilakukan menggunakan adsorben serbuk kulit jagung) menunjukkan bahwa dosis 4 gram limbah kulit jagung dapat menurunkan kadar pH, COD, TDS, dan TSS air sungai sebesar 50%.(Mayulu, Kadir, and Maksum 2025)

2. Arang Aktif Cangkang Kelapa

Arang aktif adalah arang yang diproses sedemikian rupa sehingga mempunyai daya serap/adsorpsi yang tinggi terhadap bahan yang berbentuk larutan atau uap (Anonim, 1999). Arang aktif dapat dibuat dari bahan yang mengandung karbon baik organik atau anorganik. Media batok kelapa sebagai karbon aktif berfungsi sebagai adsorber untuk menyerap apa saja yang dilaluinya terutama zat Mn dan Fe, sehingga air yang tercemar akan melalui pori – pori pada karbon aktif kemudian akan menghambat endapan lumpur pada airtanah. Batok kelapa sebagai karbon aktif sangat efektif menjernihkan dan menyerap bau, rasa serta racun pada air.(Salim, Rizal, and Vihantara 2018)

3. Spons

Spons adalah alat atau alat bantu pembersih yang terbuat dari bahan yang lembut dan berpori, biasanya digunakan untuk membersihkan permukaan yang kedap air dan sangat baik dalam menyerap air dan larutan berbahan dasar air. Spons adalah material berpori yang berfungsi menyaring partikel-partikel kotoran dan bahan organik dari air. Dalam konteks filtrasi air, spons merupakan media filter

mekanis yang dirancang khusus dengan struktur berongga untuk menangkap kotoran sambil tetap memungkinkan air mengalir dengan lancar.

4. Zeolit

Zeolit merupakan kristal yang agak lunak dengan berat jenis yang bervariasi antara 2 – 24 gr/cm³. Air kristalnya mudah dilepaskan dengan cara pemanasan, apabila terpapar dengan udara akan cepat kembali ke keadaan semula karena mudah menyerap air dari udara. Mudah melakukan pertukaran ionion alkalinnya dengan ion-ion elemen lain. Zeolit berasal dari mineral Alumino silikat yang terdehidrasi dengan kation-kation alkali dan alkali tanah, memiliki struktur dalam tiga dimensi yang tidak terbatas dengan rongga-rongga. Adanya perbandingan silika dan aluminium yang bervariasi, menghasilkan banyak jenis mineral zeolit yang terdapat di alam (Silikat, 2001). Zeolit merupakan suatu kelompok mineral yang dihasilkan dari proses hidrotermal pada batuan beku basa. Dalam keadaan normal maka ruang-ruang rongga dalam kristal zeolit terisi oleh molekul air bebas yang membentuk bulatan di sekitar kation. Rongga pada zeolit menyebabkan zeolit memiliki sifat sebagai adsorben (Studi and Lingkungan 2016)

5. Pasir

Pasir adalah material butiran yang terdiri dari partikel batuan dan mineral yang terpecah halus dari kerikil dan lebih besar dari lanau. Pasir juga bisa mengacu pada suatu kelas tekstur dari tanah atau jenis tanah, yaitu tanah yang mengandung lebih 85 persen partikel berukuran pasir berdasarkan massa. Fungsi pasir dalam pengolahan air adalah untuk menyaring atau mengendapkan kotoran yang berukuran kecil atau halus yang tercampur dalam air

2.13 Menentukan Efektifitas Penurunan Parameter Fisik, Kimia Dan Mikrobiologi

Untuk menentukan efektifitas penurunan parameter fisik, kimia, dan mikrobiologi mengacu pada persamaan berikut:

$$E = \frac{S_{awal} - S_{akhir}}{S_{awal}} \times 100\% \dots\dots\dots$$

Dimana:

E = Efektifitas penurunan

S. awal = Sampel awal air

S. akhir = sampel akhir