

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Pengertian Air**

Air adalah senyawa kimia yang merupakan hasil ikatan dari unsur-unsur hidrogen ( $H_2$ ) yang bersenyawa dalam unsur oksigen ( $O_2$ ) dalam hal ini membentuk senyawa  $H_2O$ . Air dapat berbentuk gas cair maupun padat. Air sering dianggap murni hanya terdiri dari  $H_2O$ , tetapi kenyataanya di alam tidak pernah dijumpai air yang sedemikian murni, meskipun air hujan. Air merupakan senyawa kimia yang sangat penting bagi kehidupan makhluk hidup. Kehilangan air 15% dari berat badan dapat mengakibatkan kematian karena dehidrasi (Sudarmadji et.al.,2016).

Di dalam tubuh manusia air dibutuhkan untuk transportasi zat-zat makanan dalam bentuk larutan dan melarutkan berbagai jenis zat yang diperlukan tubuh. Menurut Departement Kesehatan Republik Indonesia, syarat air minum yang baik adalah tidak berasa, tidak berbau, tidak berwarna, tidak mengandung mikroorganisme yang berbahaya dan tidak mengandung logam berat (Julia, 2010).

Air merupakan salah satu faktor penting dalam memenuhi kebutuhan hidup makhluk hidup. Air yang digunakan untuk kebutuhan hidup manusia harus terbebas dari berbagai kuman penyakit dan tidak mengandung zat-zat beracun. Sumber air bersih khususnya untuk diminum yang memenuhi syarat sebagai air baku air minum jumlahnya semakin lama semakin berkurang akibat dari ulah manusia sendiri baik disengaja maupun tidak disengaja (Rica,2010).

## **2.2 Sumber Air Di Alam**

Sumber air di alam terdiri atas air laut, atmosfer, air permukaan, dan air tanah.

### **2.2.1 Air laut**

**Air Laut** Air laut mempunyai sifat asin, karena mengandung garam NaCL 3%. Kadar garam NaCL di dalam air di laut tidak memenuhi syarat untuk air minum. Oleh karena itu, air laut tidak memenuhi syarat untuk air minum. Namun, ada juga beberapa negara yang menggunakan air laut sebagai sumber air minum karena tidak memiliki lagi sumber air yang lebih baik setelah proses desalinasi yang sangat mahal biayanya.

### **2.2.2 Air Atmosfer**

Dalam kehidupan sehari-hari air dikenal sebagai air hujan. Air atmosfer atau air meteorologi atau bisa disebut dengan air hujan ini didapat dari angkasa karena terjadinya proses presipitasi dari awan, atmosfer yang mengandung uap air. Walau pada saat presipitasi merupakan air yang paling bersih, air tersebut cenderung mengalami pencemaran ketika berada di atmosfer. Dapat terjadi pengotoran dengan adanya pengotoran udara yang disebabkan oleh kotoran-kotoran industri/debu dan sebagainya, tetapi dalam keadaan yang terlihat bersih.

### **2.2.3 Air permukaan**

Air permukaan merupakan air hujan yang mengalir di permukaan bumi. Air permukaan adalah semua air yang terdapat dalam permukaan tanah. Hal-hal yang perlu diperhatikan antara lain:

- a. Mutu dan kualitas baku
- b. Kuantitas
- c. Kontinuitas

Air permukaan sering kali merupakan sumber air yang paling tercemar, baik karena kegiatan manusia, fauna, flora dan zat-zat lainnya. Air permukaan akan mendapat pengotoran selama pengalirannya, misalnya lumpur, batang-batang kayu, daun-daun, kotoran industri dan sebagainya. Komponen air permukaan adalah air yang menggenang yang mengisi cekungan (cadangan permukaan) dan air sungai yang tersusun atas cadangan penyimpanan saluran, limpasan permukaan langsung (*overlandflow*), aliran bawah permukaan (*subsurface flow*) dan aliran air tanah (*baseflow*). Air permukaan meliputi air sungai, air rawa, air danau, air waduk, air telaga, air situ, air embung dan air ranu.

#### **2.2.4 Air Tanah**

Air tanah ialah sejumlah air dibawah permukaan bumi yang dapat dikumpulkan dengan sumur-sumur, terowongan atau sistem drainase atau pemompaan. Pentingnya keberadaan air tanah dalam kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya di muka bumi di tunjukkan oleh ketersediannya yang relative lebih besar daripada sumber air air tawar lainnya.

Air tanah terdiri atas:

- a. Air tanah dangkal
- b. Air tanah dalam
- c. Mata air

Jika kebutuhan air belum tercukupi maka dapat memberikan dampak besar terhadap kesehatan maupun sosial. Pengadaan air bersih di Indonesia khususnya untuk skala yang besar masih terpusat di daerah perkotaan dan di kelolah oleh Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) kota yang bersangkutan. Namun demikian secara nasional jumlahnya masih belum mencukupi dan

dapat dikatakan relatif kecil. Untuk daerah yang belum mendapatkan pelayanan air bersih dari PDAM umumnya mereka menggunakan air tanah (sumur), air sungai, air hujan, dan mata air.

### **2.3 Pembagian jenis air**

Beberapa pembagian jenis air diantaranya air tawar, air asin, air payau, air kapur

#### **2.3.1 Air tawar**

Air tawar adalah air yang tidak berasa, merupakan air yang tidak mengandung banyak larutan garam dan larutan mineral di dalamnya. Saat menyebutkan air tawar biasanya orang merujuk ke air dari sumur, danau, Sungai, salju, atau es. Air tawar juga berarti air yang aman untuk dijadikan minuman bagi manusia.

#### **2.3.2 Air Asin**

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

#### **2.3.3 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 karakterisasi oleh kandungan karbon organik rendah dan partikulat rendah ataupun kontaminan koloid.

#### **2.3.4 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 ( $\text{CaO}$ ) dengan air. Senyawa ini juga dapat dihasilkan dalam bentuk endapan melalui pencampuran larutan kalsium klorida ( $\text{CaCl}_2$ ) dengan larutan natrium hidroksida ( $\text{NaOH}$ ).

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 karna salah satu bagian dari molekul sabun diikat oleh unsur Ca. Penggunaan air berkapur pada industri dapat menyebabkan kerak pada dinding peralatan system pemanasan sehingga dapat menyebabkan kerusakan pada peralatan industri dan menghambat proses pemanasan. Selain kerugian dalam rumah tangga dan industri. Menurut WHO air yang kesadahan tinggi dapat menimbulkan dampak terhadap Kesehatan yaitu dapat menyebabkan pembuluh darah jantung (*cardiovascular disease*) dan batu ginjal (*urolithiasis*).

#### **2.4 Sifat-Sifat Air**

Air berubah ke dalam tiga bentuk/sifat menurut waktu dan tempat, yakni air sebagai bahan padat, air sebagai cairan dan air sebagai uap seperti gas. Keadaan-keadaan ini kelihatannya adalah keadaan alamiah bisa karena selalu kelihatan demikian. Tetapi sebenarnya sifat-sifat ini adalah keadaan yang aneh di antara seluruh benda-benda. Tidak ada suatu benda yang berubah

ke dalam tiga sifat dengan suhu dan tekanan yang terjadi dalam hidup kita sehari-hari.

Umumnya benda menjadi kecil jika suhu menjadi rendah. Tetapi air mempunyai volume yang minimum pada suhu 4°C, volume air menjadi agak besar. Pada pembekuan, volume es menjadi 1/11 kali lebih besar dari volume air semula. Air itu mudah mengembang dan menyusut menurut perubahan suhu. Tetapi volume air hanya berkurang sangat kecil oleh tekanan dari luar (Irianto, 2015).

## 2.5 Manfaat Air

Manfaat air sangat banyak. Secara sederhana manfaat air adalah sebagai berikut:

1. Tumbuhan (*Flora*) memanfaatkan air yang ada dalam tanah yang mengandung lempung (*clay*) karena mempunyai kapasitas simpanan air (*specific retention*) yang tinggi. Dapat dikatakan bahwa bila ada tanaman umumnya tanah (*soil*) mengandung lempung bisa menyimpan air. Tumbuhan juga memanfaatkan air dalam memasak makanannya yang di bantu oleh sinar matahari.

2. Binatang (*Fauna*) mencari air dengan memanfaatkan air permukaan, misalnya: air sungai, waduk, situ (tampungan alami), bendungan atau embung (tampungan buatan/ *man-made*).

3. Manusia mencari air dengan memanfaatkan air permukaan dan air tanah (*soil water*) dan *groundwater* di dalam CAT baik akuifer tertekan dan akuifer bebas.

## 2.6 Kebutuhan Air

Air dibutuhkan untuk berbagai hal diantaranya domestik, nondomestik, irigasi, energi, flora dan fauna, dan lainnya. Kebutuhan domestik adalah kebutuhan air sehari-hari untuk manusia atau juga dapat disebutkan sebagai kebutuhan air untuk

rumah tangga. Kebutuhan non-domestik adalah kebutuhan air untuk kegiatan bukan rumah tangga misal: kebutuhan air-kebutuhan air untuk industri, untuk daerah wisata, daerah pertokoan, hotel, pasar, rumah sakit dan lain-lain.

Dari kebutuhan dasar dan kebutuhan primer tersebut yang terkait langsung dengan air adalah kebutuhan fisiologis, rasa aman, sandang, pangan dan papan. Sedangkan yang lainnya tidak terkait langsung dengan air. Namun mengingat manfaat air itu sangat banyak dan air juga merupakan substansi yang unik kebutuhan lainnya akan dipengaruhi oleh kebutuhan yang terkait langsung dengan air. Sebagai contoh tak kala kebutuhan air sudah terpenuhi optimal baik untuk fisiologis, rasa aman, sandang dan pangan maka ekspresi kebutuhan-kebutuhan lainnya juga dicapai optimal(Kodoatie and Widiarto, 2016).

## **2.7 Pengertian Air Bersih**

Air bersih adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang memenuhi syarat tertentu, seperti tidak berbau, tidak mempunyai rasa dan terlihat jernih. Air bersih ini dapat terlihat dipermukaan tanah, didalam tanah serta diudara. Dengan kepadatan penduduk yang semakin meningkat, tingkat kesadaran akan kebersihan lingkungan yang menurun serta tingginya eksploitasi sumber air, hal demikian sangatlah berpengaruh terhadap kualitas air.

## **2.8 Pengertian Air Minum**

Air minum adalah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum. Hal inilah yang secara prinsip membedakan kualitas yang harus di miliki antar air bersih dan air minum. Kualitas air minum setingkat lebih tinggi daripada kualitas air bersih ditinjau dari beberapa komponen pendukungnya(Kementerian Kesehatan, 2023).

Standar air minum disetiap negara berbeda-beda, hal ini didasarkan pada hal-hal berikut:

1. Kondisi dari masing-masing negara
2. Perkembangan ilmu pengetahuan
3. Perkembangan teknologi

Berdasarkan hal-hal tersebut maka dikenal beberapa standar air minum diantaranya sebagai berikut :

1. *American drinking water standard*
2. *British drinking water standard*
3. *W.H.O drinking water standard*

Di Indonesia standar air minum yang berlaku di buat pada tahun 1975 yang kemudian di perbaharui pada tahun 1990, 2002, 2010. Di mana dalam standar tersebut di muat.

## **2.9 Parameter Kualitas Air Minum**

1. Kualitas fisik yang meliputi kekeruhan, temperatur, warna, bau dan rasa, kekeruhan air dapat ditimbulkan oleh adanya bahan-bahan organik dan anorganik yang terkandung di dalam air seperti lumpur dan bahan-bahan yang berasal dari buangan. Dari segi estetika, kekeruhan di dalam air dihubungkan dengan kemungkinan pencemaran oleh air buangan.
2. Kualitas kimia yang berhubungan dengan ion-ion senyawa ataupun logam yang membahayakan, di samping residu dari senyawa lainnya yang bersifat racun, seperti antara lain residu pestisida. Dengan adanya senyawa-senyawa ini kemungkinan besar bau, rasa dan warna air akan berubah, seperti yang umum disebabkan oleh adanya perubahan Ph air. Pada saat ini kelompok logam berat seperti Hg, Ag, Pb, Cu, Zn, tidak diharapkan kehadirannya di dalam air.



3. Kualitas biologis, *Total coliform* merupakan kelompok bakteri indikator yang banyak digunakan untuk menilai kualitas mikroorganisme air. Bakteri ini mencakup genus *Escherichia*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, dan *Citrobacter* (Madigan et al., 2019). Meskipun sebagian besar *coliform* tidak bersifat patogen, keberadaannya dalam air menandakan adanya pencemaran lingkungan yang dapat membawa mikroorganisme berbahaya, *coliform* dijadikan indikator pencemaran umum pada sumber air. *E.coli* adalah bakteri fekal yang keberadaannya lebih spesifik berasal dari saluran pencernaan manusia dan hewan (Prescott et al., 2020). Kehadiran *E.Coli* dalam air menandakan adanya pencemaran fekal langsung, yang berpotensi membawa mikroba patogen (penyebab penyakit, terutama sakit perut), pencemaran (terutama *bakteri coli*) dan penghasil toksin. Pemeriksaan bakteriologis air minum memerlukan organisme indikator sebagaimana analisis air mengacu pada kehadiran mikroorganisme dalam air minum membuktikan air tersebut tercemar beban tinja dari manusia atau hewan berdarah panas atau hasil pembusukan bakteri organik. Hal ini berpeluang bagi mikroorganisme patogen, yang secara berkala terdapat dalam saluran pencernaan, untuk masuk dalam air minum. Jumlahnya lebih banyak daripada organisme patogen (hal ini menyebabkan lebih muda terdeteksi). Dalam lingkungan yang dinamis, analisis biologi dapat memberikan gambaran yang jelas tentang kualitas perairan.

Dalam uji kualitas air, parameter baik fisika, kimia, dan biologi diperlukan. Parameter biologis yang dipergunakan dalam uji kualitas air ini terutama adalah kadar *fecal coliform* atau untuk lebih spesifik adalah kehadiran bakteri *E.coli*. Jika di dalam tanah tersebut terdapat bakteri *E.coli* maka virus, bakteri, parasit dan amoeba lainnya bisa saja ada di dalam air tersebut. Tapi jika tidak ada bakteri *E.coli* kemungkinan virus, bakteri atau parasit yang ada di sana merupakan kuman yang non-patogen atau tidak berbahaya. Hal ini yang menyebabkan *E.coli* dapat digunakan

sebagai parameter biologis pada uji kualitas air. Selain itu metode yang digunakan untuk mendeteksi adanya *E.coli* relatif lebih sederhana dan lebih representatif dibandingkan deteksi mikroba perairan lainnya (Denis, 2014).

Syarat yang harus dipenuhi agar air dapat dikonsumsi dapat dilihat pada tabel 2.1 berikut:

**Tabel 2.1** Parameter Wajib Air Minum

No	Jenis Parameter	Kadar Maksimum Yang Diperbolehkan	Satuan
1	MICROBIOLOGI <i>Escherichia Coli</i>	0	CFU/100 ml
2	<i>Total Coliform</i>	0	CFU/100 ml
3	FISIKA Suhu	±3	°C
4	<i>Total Dissolve Solid</i>	<300	mg/L
5	Kekeruhan	<3	NTU
6	Warna	10	TCU
7	Bau	Tidak Berbau	-
8	KIMIA pH	6,5-8,5	-
9	Nitrat (NO <sub>3</sub> )	20	mg/L
10	Nitrit (NO <sub>2</sub> )	3	mg/L
11	Kromium	0,01	mg/L
12	Besi (Fe)	0,2	mg/L
13	Mangan (Mn)	0,1	mg/L
14	Sisa Klor	0,2-0,5 dengan waktu kontak 30 menit	mg/L
15	Arsen	0,01	mg/L
16	Kadmium	0,003	mg/L

17	Timbal (Pb)	0,01	mg/L
18	Flouride (F)	1,5	mg/L
19	Aluminium (Al)	0,2	mg/L

*Sumber. Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 Tahun 2023*

### **2.10 Faktor-Faktor yang mempegaruhi kualitas air**

Kondisi kualitas air antara satu daerah dengan daerah lain tidak sama karena dipengaruhi oleh beberapa faktor. Pada dasarnya faktor yang berpengaruh terhadap kondisi kualitas air disuatu daerah adalah faktor alami dan faktor buatan (aktifitas manusia). Faktor alami meliputi iklim, geologi/batuan, dan vegetasi. Untuk faktor buatan, lebih kepada aktivitas manusia, seperti limbah domestik, limbah industri, limbah pertanian, dan berbagai aktivitas manusia lainnya. Selain kedua faktor tersebut kualitas air juga dipengaruhi oleh waktu. Faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas air seperti yang telah disebutkan termasuk didalamnya berbagai macam proses didalamnya yang mempengaruhi komposisi kimia perairan (Sudarmadji, Pramono dan Widyastuti, 2016).

Keberagaman potensi sumber daya air secara alami di Indonesia dan juga masalah mengenai kualitas air maka pengolahan kualitas air dan pengendalian pencemaran menjadi bagian yang tidak terpisahkan dalam pengolahan sumber daya air secara keseluruhan. Kondisi kualitas air antara satu daerah dengan daerah lain tidak sama karena dipengaruhi oleh beberapa faktor pada dasarnya faktor yang berpengaruh terhadap kondisi kualitas air disuatu daerah adalah faktor alami dan faktor buatan (aktivitas manusia). Faktor alami meliputi iklim, geologi/ batuan, dan vegetasi. Untuk faktor buatan, lebih kepada aktivitas manusia, seperti limbah domestik, limbah industri, limbah pertanian, dan

berbagai aktivitas manusia yang lainnya. Selain kedua faktor diatas, kualitas air juga bisa dipengaruhi oleh waktu.

## **2.11 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 biologi air baku agar memenuhi syarat agar digunakan sebagai air minum.

### **2.11.1 Pengolahan Air Secara Primer**

Pengolahan Air Secara Primer Pengolahan air secara primer yang mudah dilakukan di pedesaan adalah penyaringan (filtrasi), pengendapan (sedimentasi), dan absorpsi.

#### **a. 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.

#### **b. 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.

#### **c. Absorpsi**

Absorpsi merupakan proses penyerapan bahan- bahan tertentu. Dengan penyerapan air tersebut air menjadi jernih karena zat-zat didalamnya diikat oleh absorben. Absorpsi umumnya menggunakan bahan absorben dari karbon aktif. Pemakainnya

dengan cara membubuhkan karbon aktif bubuk ke dalam air olahan dengan cara menyalurkan air melalui saringan yang medianya terbuat dari karbon aktif kasar.

#### d. 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 negative (*katoda*) sedangkan ion negative akan bergerak ke kutub positif (*anoda*).

### 2.11.2 Pengolahan Air Secara Sekunder

#### a. 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.

#### b. Aerasi

Aerasi merupakan suatu sistem oksigenasi melalui penangkapan O<sub>2</sub> dari udara pada air olahan yang akan diproses. Pemasukan oksigen ini bertujuan agar O<sub>2</sub> di udara dapat bereaksi dengan kation yang ada di dalam air olahan. Reaksi kation dan oksigen menghasilkan oksidasi logam yang sukar larut dalam air sehingga dapat mengendap.

### 2.11.3 Pengolahan Air Secara Tersier

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

## 2.12 Pengolahan Air Berkapur

Pengolahan air kapur merupakan upaya dalam mengurangi ataupun menghilangkan zat kapur yang terdapat dalam air agar menjadi air yang layak dikonsumsi (memenuhi standar kualitas air minum).

Bahan-bahan pengolahan air kapur:

### a. Spons

Spons adalah alat bantu pembersih yang terbuat dari bahan yang lembut dan berpori. Biasanya digunakan untuk membersihkan permukaan yang kedap air, spons sangat baik dalam menyerap air dan larutan berbahan dasar air.

Berdasarkan teori Metcalf & Eddy (2004), spons berpori dapat berfungsi sebagai media mekanik yang efektif untuk menangkap partikel halus yang lolos dari media filtrasi kasar.

### b. Kerikil

Kerikil adalah salah satu bahan yang umum di gunakan sebagai media filtrasi air. Kerikil berfungsi sebagai lapisan penyaring yang membantu menghilangkan partikel-partikel kecil dan suspensi dalam air. Media ini berasal dari batuan alami yang telah di bersihkan dan disterilkan dari tanah atau lumpur agar tidak mencemari air yang akan difiltrasi.

Berdasarkan Arifin (2018), kerikil berfungsi sebagai media awal dalam proses filtrasi, yaitu menyaring kotoran berukuran besar seperti daun, lumpur kasar, atau material padat.

### c. Pasir

Pasir biasa adalah sebagian besar tersusun dari silikon dioksida ( $\text{SiO}_2$ ), yang dikenal dengan kuarsa. Namun pasir biasa tidak semurni pasir silika. Kandungan  $\text{SiO}_2$  pada pasir biasa bisa bervariasi, biasanya dibawa 95% dan mengandung berbagai mineral lain seperti besi, karbonat. Kalium, dan unsur/mineral renik

lainnya. pasir berfungsi sebagai penyaring mekanis yang menahan partikel tersuspensi, dan lumpur. Mekanisme utamanya adalah sebagai *straining* dan adsorpsi pada permukaan pasir. Pasir sangat efektif dalam meningkatkan kualitas fisik dan mikroorganisme air. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Setiawan Dan Murnimasih (2017), efektivitas penyaringan air sangat dipengaruhi oleh ukuran butiran pasir yang digunakan. Semakin kecil ukuran butiran pasir, semakin tinggi keampuannya dalam menyaring partikel halus, meskipun beresiko memperlambat laju filtrasi.

Berdasarkan Sutrisno (2012) fungsi pasir dalam media filtrasi adalah sebagai media penyaring utama dalam proses filtrasi karena mampu menahan partikel tersuspensi, lumpur, serta kotoran halus melalui mekanisme penyaringan mekanik.

#### d. Akar rumput vetiver ( Rumput Akar Wangi)

Rumput Vetiver ( *vetiveria zizanioides*) merupakan tanaman yang dikenal karena kemampuannya dalam konversi tanah dan air. Rumput vetiver adalah tumbuhan dengan sistem perakaran dalam, padat, dan berserat. Akar vetiver biasa tumbuh hingga kedalaman lebih dari 3 meter dan memiliki permukaan yang lebih besar, sehingga sangat efektif dalam menyerap logam berat, mikroorganisme, serta polutan organik dan anorganik dari air. Depertemen Pertanian Australia (2000) menyatakan bahwa rumput vetiver memiliki kemampuan adaptasi tinggi dan akar yang kuat, yang menjadikannya efektif untuk aplikasi bioengineering dan filtrasi air. Akar yang dapat di manfaatkan sebagai media filtrasi air bersih karena memiliki struktur akar yang berserat halus, luas permukaan tinggi serta menciptakan mikroba yang efektif untuk proses biodegradasi. Penelitian Paryogo dan Hadi (2020) meneliti penggunaan akar vetiver dalam menurunkan kesadahan air sumur di daerah karst. Hasil penelitian menunjukkan penurunan kadar

kalsium dan magnesium secara signifikan, dengan sistem biofilter akar vetiver.

Berdasarkan Seroja et al. (2018) akar rumput vetiver dapat berfungsi sebagai media biofiltrasi yang mampu menurunkan kesadahan air dan menjaga kestabilan pH. Mekanisme ini terjadi karena melalui ikatan ionik antara kalsium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) dan magnesium ( $\text{Mg}^{2+}$ ) dengan senyawa yang terdapat pada akar vetiver.

#### e. Arang sekam padi

Arang sekam padi adalah hasil pembakaran tidak sempurna dari kulit padi (sekam) yang menghasilkan material karbon berpori tinggi. Arang sekam padi memiliki luas permukaan yang besar, kapasitas adsorpsi tinggi, dan sifat kimiawi yang stabil. Penelitian Rosidi (2011) menjelaskan bahwa arang sekam padi memiliki kemampuan adsorpsi tinggi terhadap ion logam dan bahan organik. Arang ini efektif digunakan dalam sistem filtrasi sederhana di daerah pedesaan karena murah dan mudah diperoleh, bahkan penelitian Efendi (2003) dalam bukunya menyebutkan bahwa arang sekam padi memiliki kandungan karbon aktif alami yang mampu menyerap berbagai polutan dalam air, termasuk deterjen, pestesida, dan logam berat.

Berdasarkan Nugroho (2022) fungsi utama arang sekam padi dalam filtrasi adalah adsorpsi senyawa pencemar, terutama zat organik, logam berat, serta mengurangi kandungan mikroorganisme air. Kandungan karbon yang tinggi membuat arang sekam padi mirip dengan karbon aktif komersial.

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan efektivitas media filtrasi dalam meningkatkan kualitas air bersih yaitu :

1. Evaluasi Efektivitas Filtrasi Didesa Mekar Jaya (2003)  
penelitian ini meneliti tentang penurunan kesadahan air sebelum dan sesudah filtrasi. Hal ini menunjukkan filtrasi



mampu menurunkan kesadahan secara signifikan, menegaskan efektivitas media dalam pengolahan air bersih pedesaan.

2. Sri Widyastuti & Antik Septdian S. (2011)

Penelitian ini membandingkan sistem filtrasi upflow dan downflow menggunakan zeolit dan karbon aktif. Hasil penelitian menunjukkan sistem upflow lebih stabil dan efektif dibandingkan sistem downflow