

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Tentang Air

2.1.1 Definisi air

Air merupakan senyawa kimia yang sangat penting bagi kehidupan makhluk hidup di bumi ini. Fungsi air bagi kehidupan tidak dapat digantikan oleh senyawa lain. Penggunaan air yang utama dan sangat vital bagi kehidupan adalah sebagai air minum. Hal ini terutama untuk mencukupi kebutuhan air di dalam tubuh manusia itu sendiri (Tanti, 2015).

Kehilangan air 15% dari berat badan dapat mengakibatkan kematian yang diakibatkan oleh dehidrasi. Karenanya orang dewasa perlu minum air minimal sebanyak 1,5 – 2 liter air sehari untuk keseimbangan dalam tubuh dan membantu proses metabolisme. Di dalam tubuh manusia, air diperlukan untuk transportasi zat - zat makanan dalam bentuk larutan dan melarutkan berbagai jenis zat yang diperlukan tubuh (Sutrisno, 2015).

Definisi air menurut para ahli :

a. Sitanala Arsyad

Air adalah senyawa gabungan antara dua atom hidrogen dan satu atom oksigen menjadi H_2O .

b. Hefni Effendi

Air adalah salah satu sumber energi gerak.

1. Robert J. Kodoatie

Air merupakan material yang membuat kehidupan terjadi di bumi.

2. Roestam Sjarief

Air merupakan zat yang paling esensial dibutuhkan oleh makhluk hidup.

3. Sayyid Quthb

Air adalah dasar dari suatu kehidupan dan merupakan suatu unsur yang dibutuhkan dalam kehidupan hingga manusia pun sangat menantikan kedatangannya.

4. Eko Budi Kuncoro

Air merupakan suatu senyawa kimia sederhana yang terdiri atas 2 atom hidrogen (H) dan 1 atom Oksigen (O). Air mempunyai ikatan Hidrogen yang cenderung bersatu padu untuk menentang kekuatan dari luar yang akan memecahkan ikatan – ikatan ini.

5. Bambang Agus Murtidjo

Air merupakan substansi yang mempunyai keistimewaan sebagai penghantar panas yang sangat baik, sehingga air di dalam tubuh lebih penting dari makanan.

2.1.2 Sumber air

Seperti yang kita ketahui sebelumnya air tersebar dimana saja, tidak hanya terkonsentrasi di lautan, di daratan pun dijumpai air meskipun jumlahnya relatif sedikit jika dibandingkan dengan total air keseluruhan. Berdasarkan letak dan asalnya air secara umum di kelompokkan menjadi 3 yakni air permukaan, air angkasa dan air tanah (Agus,2004).

1. Air Permukaan

Jenis air permukaan merupakan air hujan yang mengalir di atas permukaan bumi dikarenakan tidak mampu terserap kedalam tanah dikarenakan lapisan

tanahnya bersifat rapat, sehingga sebagian besar air akan tergenang dan cenderung mengalir menuju daerah yang lebih rendah.

Menurut Agus (2004) air permukaan terbagi menjadi 4, yaitu :

a. Air Sungai

Air sungai adalah air yang mengalir melalui terusan alami yang kedua pinggirnya dibatasi oleh tanggul – tanggul dan airnya mengalir ke laut, ke danau, atau ke sungai lain yang merupakan sungai induk. Sungai banyak terdapat di Indonesia yang berhulu di daerah pegunungan. Bagi daerah – daerah tertentu aliran air sungai itu berbeda – beda. Manfaat air sungai bagi kehidupan sangat besar artinya seperti untuk mengairi pertanian di persawahan, perikanan lalu lintas perairan, pembangkit tenaga listrik, dan pariwisata.

b. Air Danau/Telaga

Air danau berasal dari air hujan, air tanah atau mata air. Berkurangnya air danau disebabkan oleh penguapan, perembesan ke dalam tanah, dan pengaliran oleh sungai. Penguapan dan pengembunan biasanya seimbang, kecuali di daerah yang sangat lembab dan sangat kering.

c. Air Laut

Air ini bersifat asin karena mengandung garam NaCl. Kadar garam NaCl dalam air laut 3% dengan keadaan ini maka air laut tidak memenuhi syarat untuk diminum.

d. Air Sawah

Air sawah berasal dari air hujan atau mata yang tertampung pada sawah karena tanah yang kering/keras sehingga penyerapan dalam tanah terhambat dan

terbentuk sebuah genangan air. Air yang meresap ke dalam tanah tertahan oleh suatu lapisan batuan yang kedap air bisa membentuk suatu cadangan air.

2. Air Angkasa

Air angkasa ialah air yang asalnya dari udara atau atmosfer yang jatuh ke permukaan bumi. Perlu diketahui bahwa komposisi air yang terdapat di lapisan udara bumi berkisar 0,001 persen dari total air yang ada di bumi. Menurut bentuknya air angkasa terbagi lagi menjadi :

a. Air Hujan

Cara menjadikan air hujan sebagai air minum hendaknya jangan saat air hujan mulai turun, karena masih banyak mengandung kotoran. Air hujan juga mempunyai sifat agresif terutama terhadap pipa – pipa penyalur maupun bak – bak reservoir sehingga hal ini akan mempercepat terjadinya korosi atau karatan. Air hujan juga mempunyai sifat luna sehingga akan boros terhadap pemakaian sabun.

b. Air Salju

Memiliki karakteristik yang sama dengan air hujan, hanya saja karena suhu udara disekitar yang lebih rendah sehingga titik air berubah menjadi es dan jatuh kembali ke bumi dalam bentuk kepingan es bertekstur lembut yang sering disebut dengan salju. Saat jatuh ke permukaan bumi yang suhunya sekitar 0°C maka salju akan meleleh dan menjadi pecahan kecil yang dinamakan kepingan salju.

c. Air Es

Proses pembentukannya sama seperti air hujan dan air salju, hanya saja udara saat terjadi kondensasi lebih dingin lagi sehingga membentuk butiran es yang ukurannya bervariasi. Sebenarnya es dapat terbentuk pada suhu yang lebih tinggi

asalkan tekanan udara saat itu juga tinggi. Jika tekanan udara sangat rendah, terkadang air belum berubah menjadi es meskipun bersuhu dibawah 0°C.

3. Air Tanah

Air tanah merupakan segala macam jenis air yang terletak dibawah lapisan tanah. Menyumbang sekitar 0,6 persen dari total air di bumi. Hal ini menjadikan air tanah lebih banyak dari pada air sungai dan danau bila digabungkan maupun air yang terdapat di atmosfer. Air tanah dapat dikelompokkan menjadi air tanah dangkal dan air tanah dalam.

Pengelompokan air tanah menurut letaknya :

a. Air Tanah Freatik

Merupakan air tanah dangkal yang berada tidak jauh dari permukaan tanah. Air tanah dangkal umumnya bening, namun pada beberapa tempat air tanah freatik ini dapat juga tercemar seperti memiliki kandungan Fe dan Mn yang tinggi.

b. Air Tanah Dalam (Artesis)

Air tanah artesis bisa dijadikan solusi terhadap kekeringan. Jika pada musim kemarau panjang, biasanya sumur/ air tanah dangkal mengering, namun tidak halnya dengan air tanah dalam yang mana debit airnya cenderung stabil.

c. Air Tanah Meteorit (Vados)

Merupakan air tanah yang berasal dari hujan yang sebelumnya terjadi proses kondensasi air di atmosfer dan tercampur dengan debu meteor. Perlu diketahui sebelumnya bahwa setiap saat sebenarnya meteor berukuran kecil bergesekan dengan atmosfer dan habis sebelum mencapai permukaan bumi. Meteor yang bergesekan dengan atmosfer akan terbakar sehingga sering disebut bintang jatuh.

Hasil pembakaran meteor tadi tentu saja akan menghasilkan abu yang pada akhirnya masuk kedalam lapisan troposfer dan bercampur dengan awan yang mengandung titik air. Air Vados mengandung air berat (H_3) dan terdapat tritium (suatu unsur yang berasal dari debu meteor) didalamnya sehingga sering disebut dengan air tua.

d. Air Tanah Magma (Juvenil)

Merupakan air yang terbentuk secara kimiawi di dalam tanah karena intrusi dari magma pada kedalaman tertentu. Biasa ditemukan pada daerah didekat gunung berapi. Air juvenil muncul ke permukaan bumi dalam bentuk air panas.

e. Air Konat (Tersengkap)

Merupakan air tanah yang terjebak didalam batuan selama ribuan tahun hingga jutaan tahun sehingga sering disebut dengan air purba. Terperangkap dalam waktu yang sangat panjang membuat air konat ter-mineralisasi secara sempurna.

2.1.3 Air sawah

2.1.3.1 definisi air sawah

Air sawah termasuk ke dalam golongan air permukaan, karena air sawah berasal dari air hujan atau mata air yang tertampung karena tidak mampu terserap kedalam tanah karena lapisan tanahnya bersifat rapat dan kering/keras sehingga penyerapan dalam tanah terhambat sehingga sebagian besar air akan tergenang. Air yang meresap ke dalam tanah tertahan oleh suatu lapisan batuan yang kedap air bisa membentuk suatu cadangan air. Berkurangnya air sawah disebabkan oleh penguapan, dan perembesan ke dalam tanah. Pada daerah yang sangat lembab proses penguapan dan pengembunan tidak dapat seimbang karena keadaan cuaca

yang dingin. Air hujan yang jatuh pada sawah banyak mengandung kotoran yang jika tertampung ke dalam sawah akan menyebabkan jumlah kotoran dalam air meningkat (Suparwato, 2013).

2.1.3.2 kandungan kimiawi dalam air sawah

Terdapat banyak zat kimia yang berada di dalam air sawah, seperti nitrit, nitrat, arsen dan fluorida yang biasanya berasal dari jenis pupuk atau pestisida yang digunakan petani pada tanaman yang berada di sawah tersebut. Kontaminasi arsen dapat terjadi secara alami, dan pajanan berlebih terhadap arsen di dalam air sawah dapat menyebabkan resiko kanker yang signifikan dan lesi kulit. Kontaminasi kimiawi lainnya yang terjadi secara alamiah, yaitu uranium dan selenium, juga dapat meningkatkan masalah kesehatan jika berada dalam jumlah yang berlebih (Palar, 2012).

Nitrat adalah salah kontaminan di dalam air yang umumnya berkaitan erat dengan kegiatan pertanian. Nitrat dalam air sawah berasal dari penggunaan pupuk (Pijoto, 2013). Pupuk nitrogen yang tidak diambil oleh tanaman masuk ke tanah dalam bentuk nitrat. Keberadaan nitrit dan nitrat di dalam air sawah dapat menyebabkan methemoglobinemia, khususnya pada bayi yang diberi susu botol. Penyakit ini terjadi ketika nitrit bereaksi dengan hemoglobin untuk membentuk methemoglobin dan mengubah bentuk protein darah sehingga tidak dapat membawa oksigen ke seluruh tubuh, yang menyebabkan asfiksia berat (Pijoto, 2013).

2.1.3.3 kandungan mikroorganisme dalam air sawah

Selain mengandung kandungan kimiawi yang dapat membahayakan kesehatan, air sawah juga mengandung mikroorganisme yang dapat

membahayakan kesehatan. Pada umumnya, resiko terbesar saat mengonsumsi air dapat diakibatkan oleh konsumsi air yang terkontaminasi dengan kotoran manusia atau hewan (termasuk burung). Kotoran tersebut dapat menjadi sumber patogen bakteri, virus, protozoa, dan cacing (Suriawiria, 2013).

Kontaminasi mikroba dalam jumlah besar pada jangka waktu pendek dapat meningkatkan resiko penyakit secara drastis dan dapat memicu wabah penyakit bersumber air. Selain itu, ketika kontaminasi mikroba berhasil dideteksi, mungkin banyak orang terpajan (Widyastuti, 2015).

Kontaminasi mikroba memberi dampak negatif yang cukup besar bagi kesehatan sehingga pengendalian kontaminasi mikroba harus selalu menjadi perhatian utama dan kita tidak boleh lengah sedikit pun. Mikroba yang banyak ditemukan dalam air sawah biasanya adalah bakteri koliform karena bakteri koliform banyak ditemukan di dalam tanah (Pratama, 2014).

Bakteri koliform merupakan golongan mikroorganisme yang biasanya digunakan sebagai indikator, dimana bakteri ini dapat menjadi acuan bahwa air tersebut telah terkontaminasi oleh bakteri yang patogen. Bakteri koliform menghasilkan zat etionin yang dapat menyebabkan kanker. Selain itu, bakteri pembusuk ini juga memproduksi bermacam – macam racun seperti indol dan skatol yang dapat menimbulkan penyakit bila jumlahnya berlebih di dalam tubuh (Waluyo, 2016).

2.1.3.4 pencemaran air

Pencemaran pada air adalah suatu perubahan keadaan disuatu tempat penampungan air seperti danau, sungai, lautan dan sawah akibat aktivitas manusia. Air sawah oleh masyarakat biasanya dimanfaatkan untuk irigrasi

pertanian. Ada pula yang memanfaatkan air sawah sebagai air minum yang sebenarnya berpotensi menimbulkan penyakit jika dikonsumsi langsung tanpa diolah terlebih dahulu (Mahida, 2014).

Air dapat dikatakan tercemar jika disebabkan oleh berbagai hal dan memiliki karakteristik yang berbeda – beda, salah satunya adalah meningkatnya kandungan nutrient dapat mengarah pada eutrofikasi. Sampah organik seperti air comberan dapat menyebabkan peningkatan kebutuhan oksigen pada air yang menerimanya yang mengarah pada berkurangnya oksigen yang dapat berdampak parah terhadap seluruh ekosistem (Palar, 2012). Cemar air juga dapat diakibatkan oleh kandungan zat kimia dan mikroorganisme yang berasal dari pestisida atau pupuk yang digunakan untuk sawah tersebut. Jika pupuk yang digunakan untuk sawah tersebut merupakan pupuk kimia atau pabrik biasanya akan ada cemaran dari unsur pupuk tersebut yang masih tertinggal di sawah tersebut atau mengendap di dalam tanah sawah tersebut yang apabila sawah tersebut tergenang air memungkinkan air tersebut juga ikut tercemar seperti unsur nitrit, nitrat, sianida, dan lain – lain (Wardhana, 2015).

2.1.4 Air minum

2.1.4.1 Definisi air minum

Air minum adalah salah satu kebutuhan utama bagi manusia. Air minum adalah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum. Air minum yang baik adalah air yang memenuhi persyaratan seperti bebas dari cemaran mikroorganisme maupun bahan kimia yang berbahaya dan tidak berasa, berwarna, dan berbau (Permenkes, 2010).

Penyediaan air bersih selain kuantitasnya, kualitasnya pun harus memenuhi standar yang berlaku. Karena air baku belum tentu memenuhi standar, maka dilakukan pengolahan air untuk memenuhi standar air minum. Pengolahan air minum dapat sangat sederhana sampai sangat kompleks tergantung kualitas air bakunya. Apabila air bakunya baik, maka mungkin tidak diperlukan pengolahan sama sekali. Apabila hanya ada kontaminan kuman, maka disinfeksi saja sudah cukup, tetapi apabila air baku semakin jelek kualitasnya maka pengolahan harus lengkap (Effendi, 2013).

Menurut Permenkes (2010), diperlukan empat persyaratan pokok air minum :

1. Persyaratan biologis, berarti air minum itu tidak boleh mengandung mikroorganisme.
2. Persyaratan fisik, kondisi fisik air minum terdiri dari kondisi fisik air pada umumnya, yakni derajat keasaman, suhu, kejernihan, warna, dan bau.
3. Persyaratan kimiawi menjadi penting karena banyak sekali kandungan kimiawi air yang memberi akibat buruk pada kesehatan karena tidak sesuai dengan proses biokimiawi tubuh.
4. Persyaratan radiologis sering juga dimasukkan sebagai persyaratan fisik, pada wilayah tertentu menjadi sangat serius seperti di sekitar reaktor nuklir.

Dari keempat persyaratan air minum diatas yang paling mudah diatasi adalah masalah pencemaran biologis karena dapat diatasi dengan mendidihkan air agar mikroorganisme mati (Permenkes, 2010). Kebutuhan air minum yang dibutuhkan tubuh setiap hari adalah 3 liter untuk pria dewasa dan 2,2 liter untuk wanita dewasa. Pada umumnya air minum yang di konsumsi mengandung

beberapa mineral yang penting bagi tubuh yang sering disebut air mineral (Silalahi, 2011).

Berdasarkan penjelasan di atas dapat diketahui bahwa air minum merupakan suatu kebutuhan pokok untuk kelangsungan hidup makhluk hidup, terutama manusia. Tanpa air minum manusia tidak bisa melangsungkan kehidupannya dengan baik karena tubuh manusia membutuhkan air minum terutama untuk menjaga kesehatan.

Jika hal ini sudah terpenuhi maka kualitas hidup manusia akan meningkat dan bisa melaksanakan kegiatan sehari-hari dengan baik.

2.1.4.2 Bahaya mikroba dalam air minum

Penyakit menular yang disebabkan oleh bakteri patogen, virus, dan parasit (contoh, protozoa dan cacing) merupakan resiko kesehatan terkait air minum yang paling umum dan tersebar luas. Patogen yang dapat ditularkan melalui air minum yang terkontaminasi sangat banyak. Spektrumnya berubah karena merespon variabel semacam peningkatan populasi manusia dan hewan, perluasan penggunaan air limbah, perubahan dalam gaya hidup dan intervensi medis, perpindahan populasi dan perjalanan, serta tekanan selektif terhadap patogen baru. Imunitas individu juga sangat bervariasi, baik yang didapat melalui kontak dengan patogen ataupun yang dipengaruhi oleh faktor lainnya, misalnya usia, jenis kelamin, status kesehatan, dan kondisi kehidupan (Widyastuti, 2015).

Patogen yang ditularkan melalui jalur fekal-oral, salah satu media penularannya adalah air minum. Kontaminasi makanan, tangan, peralatan makan, dan pakaian juga dapat mempengaruhi, khususnya apabila sanitasi dan higiene rumah tangga tidak baik. Perbaikan dalam mutu dan ketersediaan air, pada

pembuangan kotoran manusia dan higiene umum menjadi sangat penting guna mengurangi penularan penyakit fekal-oral (Pratama, 2014).

Penyakit serius dapat disebabkan oleh inhalasi droplet (aerosol) yang mengandung organisme penyebab yang berkembang biak karena suhu hangat dan keberadaan nutrien. Penyakit tersebut mencakup legionelosis dan Legionnaires, yang disebabkan oleh *Legionella* spp., dan yang disebabkan oleh protozoa *Naegleria fowleri* (meningoensefalitis amebik primer [PAMI]) dan *Acanthamoeba* spp. (meningitis amebik, infeksi paru-paru) (Widyastuti, 2015).

Kita sadari bahwa air minum yang tidak aman dan terkontaminasi tanah atau tinja dapat berperan sebagai pembawa infeksi parasitik lain, misalnya balantidiasis (*Balantidium coli*) dan beberapa cacing (spesies *Fasciola sp*, *Fasciolopsis sp*, *Echinococcus sp*, *Spirometra sp*, *Ascaris sp*, *Trichuris sp*, *Toxocara sp*, *Necator sp*, *Ancylostoma sp*, *Strongyloides sp*, dan *Taenia solium sp*). Namun, sebagian besar jalur penularannya melalui ingesti telur yang terkandung dalam makanan yang terkontaminasi tinja (pada kasus *Taenia solium*, ingesti sistiserkus dalam daging babi yang tidak dimasak), bukan dari ingesti air minum yang terkontaminasi (Suriawiria, 2014).

Patogen lain yang secara alami ada dalam lingkungan dapat menyebabkan penyakit pada penderita gangguan imun umum, misalnya lansia atau anak kecil, pasien penderita luka bakar ekstensif, pasien yang menjalani terapi immunosupresif, atau penderita AIDS. Apabila air minum yang digunakan mengandung organisme tersebut dalam jumlah yang cukup banyak, dapat mengakibatkan berbagai infeksi pada kulit dan membran mukus pada mata, telinga, hidung, dan tenggorok (Widyastuti, 2015).

2.1.4.3 Bahaya kimiawi dalam air minum

Sebagian besar zat kimia yang terbentuk dalam air minum menjadi masalah kesehatan hanya setelah berlangsung pajanan selama beberapa tahun, bukan hitungan bulan. Biasanya perubahan dalam mutu air berlangsung secara progresif, kecuali untuk substansi yang dilepas atau mrembes secara perlahan ke dalam aliran air permukaan atau persediaan air tanah, misalnya, dari lokasi akhir penimbunan sampah (*landfill*) (Faruq, 2013).

Beberapa unsur anorganik yang telah memiliki rekomendasi nilai acuan merupakan unsur esensial bagi gizi manusia. Saat ini, belum ada upaya yang dilakukan untuk menetapkan konsentrasi minimum yang diinginkan untuk substansi semacam itu dalam air minum. Sejumlah kontaminan kimia terbukti menyebabkan efek negatif pada kesehatan manusia akibat pajanan jangka panjang melalui air minum. Namun, kontaminan tersebut hanya sebagian kecil zat kimia yang mungkin mencapai air minum dari berbagai sumber (Widyastuti, 2015).

Kontaminan kimia dalam air minum dapat dikategorikan dengan berbagai cara, namun cara yang paling tepat adalah dengan mempertimbangkan sumber utama pencemar untuk mengelompokkan zat kimia sesuai dengan upaya pengendalian yang efektif. Upaya itu membantu dalam mengembangkan metode yang didesain untuk mencegah atau meminimalkan kontaminasi, bukan pada metode yang berfokus terutama pada pengukuran tingkat kontaminan dalam air olahan akhir (Achmad, 2014).

Kelompok kontaminan yang terbentuk secara alami, misalnya mencakup banyak zat kimia anorganik yang ditemukan dalam air minum sebagai hasil lepasan dari batu dan tanah akibat air hujan, yang beberapa diantaranya mungkin

akan menimbulkan masalah apabila terjadi kerusakan lingkungan (Widyastuti, 2015).

Nitrat adalah salah satu kontaminan di dalam air minum yang umumnya berkaitan erat dengan kegiatan pertanian. Nitrat dalam air sawah berasal dari penggunaan pupuk (Pijoto, 2013). Pupuk nitrogen yang tidak diambil oleh tanaman masuk ke tanah dalam bentuk nitrat. Nitrat dalam air minum sangat berbahaya untuk bayi dan anak kecil yang dapat menyebabkan penyakit Methemoglobinemia pada bayi. Penyakit ini terjadi ketika nitrit bereaksi dengan hemoglobin untuk membentuk methemoglobin dan mengubah bentuk protein darah sehingga tidak dapat membawa oksigen ke seluruh tubuh, yang menyebabkan Asfiksia Berat (Pijoto, 2013).

2.1.4.4 Parameter pemeriksaan baku mutu air

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor:492/Menkes/Per/IV/2010 terdapat beberapa parameter wajib yang harus dimiliki air agar layak untuk dikonsumsi. Berikut parameter-parameter tersebut :

Tabel 2.1 Baku Mutu Air Minum Menurut Permenkes 2010

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
1.	Parameter yang berhubungan langsung dengan kesehatan		
	a. Parameter mikrobiologi		
	1) E.Coli	Jumlah per 100ml sampel	0
	2) Total Bakteri Koliform	Jumlah per	0

		100ml sampel	
	b. Kimia an-organik		
	1) Arsen	mg/l	0,01
	2) Flourida	mg/l	1,5
	3) Total kromium	mg/l	0,05
	4) Kadmium	mg/l	0,003
	5) Nitrit, (Sebagai NO_2^-)	mg/l	3
	6) Nitrat, (Sebagai NO_3^-)	mg/l	50
	7) Sianida	mg/l	0,07
	8) Selenium	mg/l	0,01
2.	Parameter yang tidak langsung berhubungan dengan kesehatan		
	a. Parameter Fisik		
	1) Bau		Tidak berbau
	2) Warna	TCU	15
	3) Total zat padat terlarut (TDS)	mg/l	500
	4) Kekeruhan	NTU	5
	5) Rasa		Tidak berasa
	6) Suhu	$^{\circ}\text{C}$	Suhu udara ± 3
	b. Parameter kimiawi		
	1) Aluminium	mg/l	0,2
	2) Besi	mg/l	0,3

3) Kesadahan	mg/l	500
4) Khlorida	mg/l	250
5) Mangan	mg/l	0,4
6) pH	mg/l	6,5 – 8,5
7) Seng	mg/l	3
8) Sulfat	mg/l	250
9) Tembaga	mg/l	2
10) Amonia	mg/l	1,5

Permenkes tersebut menjadi acuan untuk stardart baku kualitas air minum sedangkan untuk kualitas baku air limbah menggunakan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup nomor 5 tahun 2014 untuk mengetahui kadar BOD dan COD di dalam air yang juga merupakan bagian penting di dalam air. Nilai standart BOD dan COD dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 2.2 Kualitas Baku Air Limbah Menurut Permen LH 2014

Parameter	Konsentrasi Paling Tinggi	
	Nilai	Satuan
Fisika		
Suhu	38	°C
Zat Padat Terlarut	2.000	mg/L
Zat Padat Tersuspensi	200	mg/L
Kimia		
pH	6 – 9	
BOD	50	mg/L

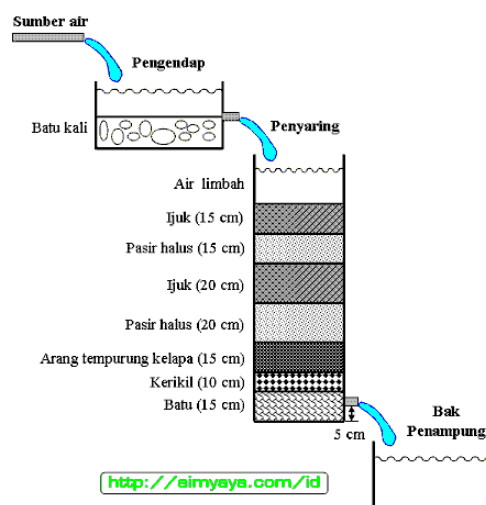
COD	80	mg/L
TSS	30	mg/L
Minyak dan Lemak	10	mg/L
MBAAS	10	mg/L
Amonia Nitrogen	10	mg/L
Total Coliform	5.000	(MPN/100 ml)

2.2 Filtrasi Sederhana

Filtrasi adalah metode pemisahan fisik, yang digunakan untuk memisahkan antara cairan (larutan) dan padatan. Cairan yang telah melalui proses filtrasi/penyaringan disebut filtrat, sedangkan padatan yang tertumpuk di penyaring disebut residu. Walaupun ada kalanya residu adalah produk yang diinginkan (Komariyah, 2013).

Konsep dasar dari pengolahan air dengan cara penyaringan adalah memisahkan padatan dan koloid dari air dengan alat penyaring atau saringan. Salah satu faktor mempengaruhi filtrasi adalah diameter media. Semakin halus butiran yang digunakan sebagai media penyaring, semakin baik air yang dihasilkan. Jika diameter butiran kecil maka akan meningkatkan penyaringan. Ukuran partikel berkaitan dengan distribusi ukuran pori. Semakin kecil ukuran partikel yang digunakan maka semakin besar kecepatan adsorbsinya. Serta semakin luas permukaan adsorben (zat penyerap), maka semakin banyak adsorbat (zat terserap) yang dapat diserap, sehingga proses adsorpsi dapat semakin efektif. Semakin kecil ukuran diameter partikel maka semakin luas permukaan adsorben.

Distribusi ukuran pori mempengaruhi distribusi ukuran molekul adsorbat yang masuk ke dalam partikel adsorben (Kusnaedi, 2015).



Gambar 2.1 Rangkaian Susunan Filtrasi Sederhana (Darsono, 2013)

Susunan filter berdasarkan pada ukuran partikel media filter yaitu dari ukuran terbesar ke terkecil dari bawah ke atas sehingga semakin rapat rongga pada media filter. Susunan dengan skala laboratorium yaitu dari atas ke bawah sebagai berikut batu hitam sebesar 15 cm, kerikil 10 cm, arang bonggol jagung manis sebesar 15 cm, pasir halus setebal 20 cm, ijuk setebal 20 cm, pasir halus setebal 15 cm, dan ijuk setebal 15 cm (Darsono, 2013).

Arang selain digunakan sebagai bahan bakar, juga dapat digunakan sebagai adsorben (penyerap). Arang aktif dapat dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon dengan pemanasan pada suhu tinggi. Bahan baku yang berasal dari hewan, tumbuh-tumbuhan, limbah ataupun mineral yang mengandung karbon dapat dibuat menjadi arang aktif, salah satunya ialah bonggol jagung manis (Meilita dkk,2003).

2.3 Jagung Manis

2.3.1. Definisi jagung manis (*Sweet corn*)

Di Indonesia *sweet corn* (*Zea mays saccharata* Sturt), dikenal dengan nama jagung manis. Tanaman ini merupakan jenis jagung yang belum lama dikenal dan baru dikembangkan di Indonesia. *Sweet corn* semakin populer dan banyak dikonsumsi karena memiliki rasa yang lebih manis dibandingkan jagung biasa. Selain itu, umur produksinya lebih singkat sehingga sangat menguntungkan (Palungkun, 1993).

Sweet corn termasuk keluarga gramineae dari suku Maydeae yang pada mulanya berkembang dari jagung tipe *dent* dan *flint*. Jagung tipe *dent* disebut juga jagung gigi kuda (*Zea mays indentata*). Jagung ini mempunyai lekukan di puncak bijinya karena adanya pati keras pada bagian pinggir dan pati lembek pada bagian puncak biji.

Jagung tipe *flint* disebut juga jagung mutiara (*Zea mays indurata*). Biji jagung ini berbentuk agak bulat, bagian luarnya keras dan licin. Bagian luar yang keras itu disebabkan oleh bagian luar endosperm yang terdiri dari pati keras. Dari kedua tipe jagung inilah jagung manis berkembang kemudian terjadi mutasi menjadi tipe gula yang resesif (Palungkun, 1993).

Tinggi tanaman *sweet corn* tidak banyak berbeda dengan jagung biasa. Namun, menurut Subekti (2014), *sweet corn* sedikit lebih pendek. *Sweet corn* termasuk tanaman berumah satu dengan bunga jantan berwarna putih krem. Tanaman ini memiliki jenis bunga yang bersifat monoecious. Bunga jantan mengandung banyak bunga kecil pada ujung batangnya yang disebut tassel. Tiap bunga kecil tersebut terdapat tiga buah benang sari dan pistil rudimenter. Bunga

betina juga mengandung banyak bunga kecil yang ujungnya pendek dan datar yang pada saat masak disebut bonggol jagung. Setiap bunga betina mempunyai satu putik dan stamen rudimenter dengan sistem perkawinan umumnya menyerbuk silang (Subekti, 2014).

2.3.2. Manfaat jagung manis

Tanaman jagung manis mempunyai banyak manfaat, bahkan hampir seluruh bagian dari tanaman tersebut dapat dimanfaatkan untuk berbagai macam keperluan. Batang dan tanaman jagung yang sudah tua (setelah dipanen) dapat digunakan untuk pupuk hijau atau pupuk kompos. Buah jagung yang masih muda (*putren, Jw*) banyak digunakan sebagai bahan sayuran.

Biji jagung yang telah tua bisa digunakan untuk pengganti nasi. Manfaat lain dari jagung ialah sebagai bahan baku pembuatan pakan ternak. Bonggol jagung yang sudah kering bisa dimanfaatkan sebagai kayu bakar dan arang. Kelobotnya yang sudah kering bisa digunakan untuk pembungkus rokok (Warisno, 1998).

2.3.3. Kandungan jagung manis

Jagung merupakan salah satu jenis tanaman pangan biji-bijian dari keluarga rumput-rumputan. Jagung adalah sumber pangan kedua setelah padi. Hampir 70% dari produksinya dimanfaatkan untuk konsumsi dan sisanya untuk berbagai keperluan, baik sebagai pakan ternak maupun bahan industri (Arianingrum, 2012). Komposisi kandungan jagung manis dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 2.3 Kandungan Jagung Manis

Komponen	Kadar	Komponen	Kadar
Kalori	33 kal	Besi	0,5 mg
Protein	2,2 gr	Vit A	200 SI
Lemak	0,1 gr	Vit B 1	0,08 mg
Hidrat arang	7,4 gr	Vit C	8 mg
Kalsium	7 mg	Air	89,5 gr
Fosfor	100 mg	b.d.d	100%

Sumber : Arianingrum, 2012

Selain sebagai sumber karbohidrat, jagung manis juga ditanam sebagai pakan ternak (daun dan bonggol), diambil minyaknya (dari biji), dibuat tepung (dari biji, dikenal dengan istilah tepung jagung atau maizena), furfural, bioetanol, dan bahan baku industri (dari tepung biji dan tepung tongkolnya). Bonggol jagung manis kaya akan pentosa yang dipakai sebagai bahan baku pembuatan furfural. Furfural banyak digunakan sebagai pelarut dalam industri pengolahan minyak bumi, pembuatan pelumas, dan pembuatan nilon. Selain itu berfungsi sebagai senyawa antara untuk pembuatan furfural alkohol, tetrahidrofuran, herbisida, dan aplikasi pada pewangi (Subekti, 2014). Inti biji jagung juga banyak dimanfaatkan sebagai penghasil minyak jagung. Bonggol jagung manis sebagian besar tersusun oleh selulosa (41%), hemiselulosa (36%), lignin (6%), dan senyawa lain yang umum terdapat dalam tumbuhan (Anonymous, 2013). Komponen kandungan bonggol jagung dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 2.4 Kandungan Bonggol Jagung Manis

Komponen	%
Air	9,65%
Abu	1,5%
Hemiselulosa	36,0%
Lignin	6,0%
Pektin	3,0%
Selulosa	41,0%
Pati	0,014%

Sumber: Anonymous, 2013.

Hal ini mengindikasikan kandungan karbon yang cukup tinggi. Arang yang berasal dari tongkol jagung diaktivasi secara fisik dan kimia. Aktivasi secara kimia dengan larutan asam dan basa mengarah untuk perbesaran pori arang aktif.

Dari hasil penelitian buah jagung yang masih muda maupun yang sudah tua, cukup banyak mengandung berbagai macam vitamin dan mineral. Gizi biji/buah dan bonggol jagung dicerminkan dari kandungan protein, lemak, mineral, hidrat arang serta vitamin (Warisno, 1998).

2.4 Batu zeolit

2.4.1 Pengertian batu zeolit

Mineral alam zeolite biasanya masih tercampur dengan mineral lainnya seperti kalsit, gypsum, feldspar, dan kuarsa dan ditemukan di daerah sekitar gunung berapi atau mengendap pada daerah sumber air panas. Zeolite juga ditemukan sebagai batuan endapan pada bagian tanah jenis basalt dan komposisi kimianya tergantung pada kondisi hidrotermal lingkungan lokal, seperti suhu, tekanan uap air setempat dan komposisi air tanah lokasi kejadiannya.

Berdasarkan pada asalnya zeolite dapat dibedakan menjadi dua macam yaitu zeolit alam dan zeolite sintetis. Zeolite alam pada umumnya, dibentuk oleh reaksi dari air pori dengan berbagai material seperti gelas, poorly crystalline clay, plagioklas, ataupun silika. Bentuk zeolite mengandung perbandingan yang besar dari Mg^{2+} dan H^+ pada Na^+ , K^+ dan Ca^{2+} . Pembentukan zeolite alam ini tergantung pada komposisi dari batuan induk, temperatur, tekanan, tekanan parsial dari air, pH dan aktivitas dari ion-ion tertentu.

Sedangkan zeolite sintetis mineralnya dibuat tidak dapat persis sama dengan mineral zeolite alam, walaupun zeolit sintetis mempunyai sifat fisik yang jauh lebih baik. Beberapa ahli menamakan zeolite sintetis sama dengan nama mineral zeolite alam dengan menambahkan kata sintetis di belakangnya, dalam dunia perdagangan muncul nama zeolite sintetis seperti zeolite A, zeolite K-C dan lain-lain (R.Saputra,2006).



Gambar 2.2 Batu Zeolit

2.4.2 penyebaran batu zeolit

Mineral alam zeolite biasanya masih tercampur dengan mineral lainnya seperti kalsit, gypsum, feldspar, dan kuarsa dan ditemukan di daerah sekitar gunung berapi atau mengendap pada daerah sumber air panas. Zeolite juga

ditemukan sebagai batuan endapan pada bagian tanah jenis basalt dan komposisi kimianya tergantung pada kondisi hidrotermal lingkungan lokal, seperti suhu, tekanan uap air setempat dan komposisi air tanah lokasi kejadiannya.

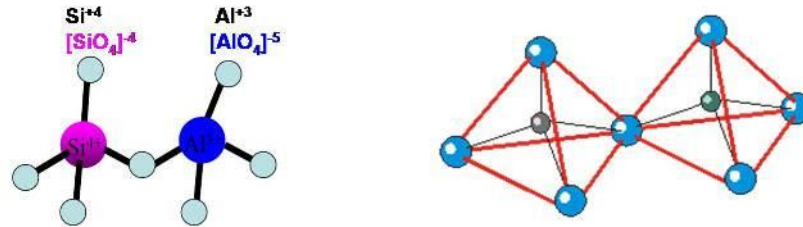
Berdasarkan pada asalnya zeolite dapat dibedakan menjadi dua macam yaitu zeolit alam dan zeolite sintetis. Zeolite alam pada umumnya, dibentuk oleh reaksi dari air pori dengan berbagai material seperti gelas, poorly crystalline clay, plagioklas, ataupun silika. Bentuk zeolite mengandung perbandingan yang besar dari M^{2+} dan H^+ pada Na^+ , K^+ dan Ca^{2+} . Pembentukan zeolite alam ini tergantung pada komposisi dari batuan induk, temperatur, tekanan, tekanan parsial dari air, pH dan aktivitas dari ion-ion tertentu.

Sedangkan zeolite sintetis mineralnya dibuat tidak dapat persis sama dengan mineral zeolite alam, walaupun zeolit sintetis mempunyai sifat fisik yang jauh lebih baik. Beberapa ahli menamakan zeolite sintetis sama dengan nama mineral zeolite alam dengan menambahkan kata sintetis di belakangnya, dalam dunia perdagangan muncul nama zeolite sintetis seperti zeolite A, zeolite K-C dan lain-lain (R.Saputra,2006).

2.4.3 Struktur batu zeolite

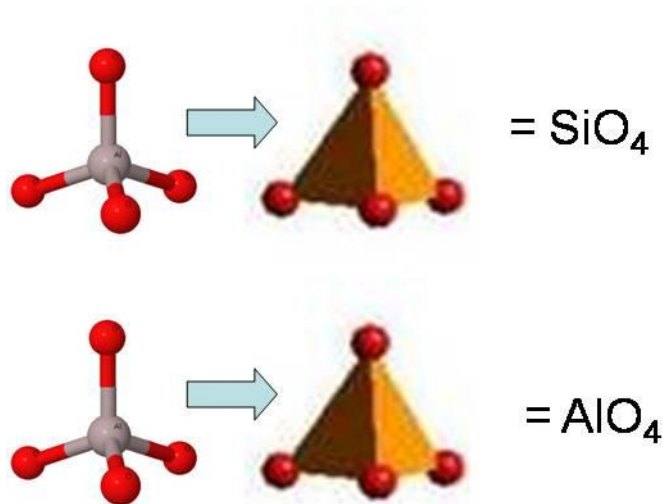
Struktur zeolit merupakan polimer kristal anorganik didasarkan kerangka tetrahedral yang diperluas tak terhingga dari AlO_4 dan SiO_4 dan dihubungkan satu dengan lainnya melalui pembagian atau pemakaian bersama ion oksigen. Untuk pembentuk kerangka utama zeolite adalah tetrahedral, pusatnya ditempati oleh atom silikon (Si) atau atom aluminium (Al), dengan empat atom oksigen di sudut-sudutnya. Setiap atom oksigen menjadi bagian dari dua tetrahedral. Tetrahedral membentuk kerangka yang kontinyu. Substitusi Si^{4+} oleh atom Al^{3+} menentukan

muatan negatif kerangka, yang dikompensasi oleh kation monovalensi atau kation divalensi yang berlokasi sama dengan molekul air dalam struktur kanal.

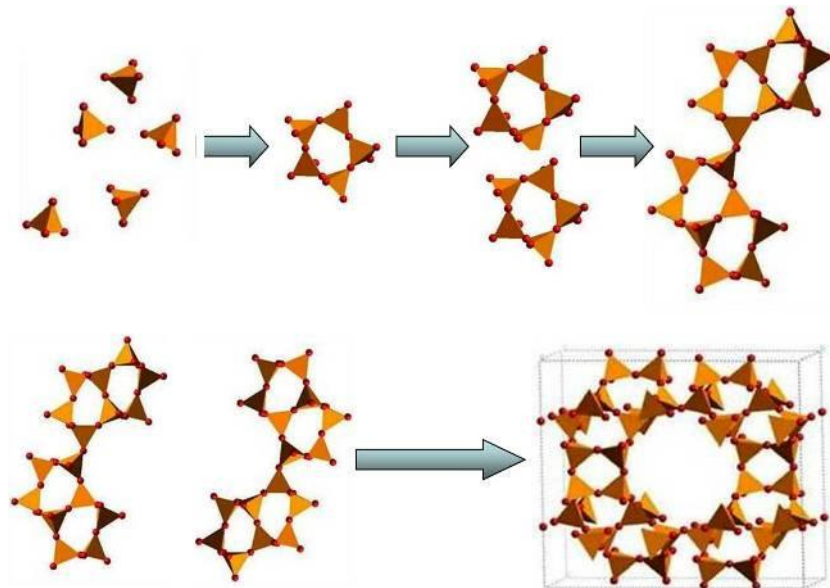


Gambar 2.3 Struktur Tetrahedral SiO_4 dan AlO_4 Pembentuk Struktur Zeolit

Struktur zeolite yang merupakan senyawa aluminosilikat dapat dijabarkan seperti pada gambar 2.4. tetrahedral SiO_4 dan AlO_4 saling berhubungan pada sudut-sudut tertetrahedralnya untuk membentuk Al, Si framework tiga dimensi yang berpori. Kation-kation alkali monovalen atau divalen menempati posisinya di dalam pori-pori. Kehadiran kation-kation ini akan menetralkan muatan zeolite. Sebagian pori ditempati atau diisi oleh molekul-molekul air.

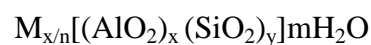


Gambar 2.4 Skematika Tetrahedral Pembentuk Struktur Zeolit



Gambar 2.5 Skematika Pembentukan Struktur Zeolit Tiga Dimensi

Zeolit mengandung unsur utama silikon, aluminium, dan oksigen serta mengikat sejumlah tertentu molekul air di dalam porinya. Unsur lain yang juga terdapat pada zeolit adalah unsur logam alkali dan alkali tanah. Secara umum rumus kimia zeolit dapat dituliskan sebagai berikut :



Keterangan :

n : valensi kation.

x,y : jumlah tetrahegron per unit sel.

m : jumlah molekul air per unit sel.

M : kation alkali/alkali tanah.

$[(AlO_2)_x (SiO_2)_y]$: kerangka zeolite yang bermuatan negatif.

H_2O : molekul air yang terhidrat dalam kerangka zeolite.

2.4.4 karakteristik batu zeolite

Mineral zeolite adalah kelompok mineral aluminium silikat terhidrasi $LmAl_xSi_yO_z \cdot nH_2O$, dari logam alkali dan alkali tanah (terutama Ca, dan Na), m,

x, y, dan z merupakan bilangan 2 hingga 10, n koefisien dari H₂O, serta L adalah logam. Zeolit secara empiris ditulis (M⁺, M²⁺) Al₂O₃.gSiO₂.zH₂O, M⁺ berupa Na atau K dan M²⁺ berupa Mg, Ca, atau Fe. Li, Sr atau Ba dalam jumlah kecil dapat menggantikan M⁺ atau M²⁺, g dan z bilangan koefisien.

Beberapa spesimen zeolite berwarna putih, kebiruan, kemerahan, dan coklat, karena hadirnya oksida besi atau logam lainnya. Densitas zeolit antara 2,0 - 2,3 g/cm³, dengan bentuk halus dan lunak. Struktur zeolit dapat dibedakan dalam tiga komponen yaitu rangka aluminosilikat, ruang kosong saling berhubungan yang berisi kation logam, dan molekul air.

2.4.5 Manfaat batu zeolite

Penggunaan pasir zeolite ini dalam penelitian ini, karena memiliki banyak keuntungan, yaitu:

1. Bebas lumpur dan endapan.
2. Biaya cukup murah.
3. Bebas dari bahan kimia berbahaya pada efluennya.
4. Dapat menghasilkan air dengan kesadahan 0, dimana untuk proses lime soda tidak dapat dicapai.
5. Sederhana dalam pengoperasian (M.Ridwan,2005)

2.5 Hipotesis

Ha : Air sawah dapat dimanfaatkan sebagai air layak konsumsi dengan metode modifikasi filtrasi sederhana.

Ho : Air sawah tidak dapat dimanfaatkan sebagai air layak konsumsi dengan metode modifikasi filtrasi sederhana.