

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengertian Air

Air adalah suatu zat cair yang tidak mempunyai rasa, bau dan warna dan terdiri dari hidrogen dan oksigen dengan rumus kimia H_2O . Karena air mempunyai sifat yang hampir bisa digunakan untuk apa saja, maka air merupakan zat yang paling penting bagi semua bentuk kehidupan (tumbuhan, hewan, dan manusia) sampai saat ini selain matahari yang merupakan sumber energi. Air dapat berupa air tawar dan air asin (air laut) yang merupakan bagian terbesar di bumi ini. Di dalam lingkungan alam proses, perubahan wujud, gerakan aliran air (di permukaan tanah, di dalam tanah, dan di udara) dan jenis air mengikuti suatu siklus keseimbangan dan dikenal dengan istilah siklus hidrologi (Kodoatie dan Sjarief, 2010).

Air merupakan komponen utama penyusun makhluk hidup, hampir 98% tubuh suatu makhluk hidup, tersusun oleh air. Bumi merupakan planet air, yang menutupi sekitar 71% permukaan bumi dalam bentuk lautan. Air terdapat dalam berbagai bentuk misalnya uap air, es, cairan dan salju. Air tawar terutama terdapat di badan air di daratan dihubungkan dengan laut dan atmosfer melalui siklus hidrologi yang berlangsung secara kontinyu. Terganggunya suatu keseimbangan siklus air atau siklus hidrologi, akan berdampak terhadap lingkungan secara luas. Dampak dari kerusakan lingkungan ini bagi manusia adalah terganggunya sanitasi dan kesehatan serta berkurangnya jumlah cadangan air (Suyasa, 2014).

Air untuk keperluan hygiene sanitasi adalah air dengan kualitas tertentu yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya berbeda dengan air minum (Permenkes RI No. 32 Tahun 2017). Akhir-akhir ini sulit mendapatkan air bersih. Penyebab susah mendapatkan air bersih adalah adanya pencemaran air yang disebabkan oleh limbah industri, rumah tangga, limbah pertanian. Selain itu adanya pembangunan dan penjarahan hutan merupakan penyebab berkurangnya kualitas mata air dari pegunungan karena banyak tercampur dengan lumpur yang terkikis terbawa aliran air sungai. Akibatnya, air bersih terkadang menjadi barang langka (Asmadi, dkk 2011).

Kebutuhan air bersih yaitu banyaknya air yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan air dalam kegiatan sehari-hari seperti mandi, mencuci, memasak, menyiram tanaman dan lain sebagainya. Sumber air bersih untuk kebutuhan hidup sehari-hari secara umum harus memenuhi standar kuantitas dan kualitas (Asmadi, dkk 2011).

Ditinjau dari sudut ilmu kesehatan masyarakat, penyediaan sumber air bersih harus dapat memenuhi kebutuhan masyarakat karena penyediaan air bersih yang terbatas memudahkan timbulnya penyakit di masyarakat. Volume rata-rata kebutuhan air setiap individu per hari berkisar antara 150-200 liter atau 35-40 galon. Kebutuhan air tersebut bervariasi dan bergantung pada keadaan iklim, standar kehidupan, dan kebiasaan masyarakat (Chandra, 2012).

Data WHO 2015 menemukan bahwa 663 juta penduduk masih kesulitan dalam mengakses air bersih (Rochmi, 2016). Berkaitan dengan krisis air ini,

diramalkan pada tahun 2025 nanti hampir dua pertiga penduduk dunia akan tinggal di daerah-daerah yang mengalami kekurangan air (Unesco, 2017).

Terkait Indonesia, pada tahun 2012 Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) mencatat Indonesia menduduki peringkat terburuk dalam pelayanan ketersediaan air bersih dan layak konsumsi se-Asia Tenggara. Hal ini karena melihat ketersediaan air bersih melalui jumlah sungai yang mengalirkan air bersih terbatas, sedangkan cadangan air tanah (*green water*) di Indonesia hanya tersisa di dua tempat yakni Papua dan Kalimantan. Indonesia juga diprediksi bahwa akan ada 321 juta penduduk yang kesulitan mendapatkan air bersih (Rochmi, 2016).

1. Fungsi dan Peranan Air

a. Fungsi / manfaat dan peranan Air bagi Tubuh Manusia

Manusia dalam kehidupan sehari-hari memerlukan sumber tenaga yaitu makan dan minum. Salah satunya adalah kebutuhan akan air minum. Diketahui bahwa 70% bagian yang ada di dalam tubuh manusia berbentuk cairan. Oleh karenanya, manusia membutuhkan supply air yang cukup untuk menjaga kesegaran dan kebugaran jasmani. Air minum merupakan unsur gizi yang sama pentingnya dengan karbohidrat, protein, lemak, dan vitamin. Tubuh membutuhkan air mineral untuk dikonsumsi sebanyak 1 sampai 2,5 liter atau setara dengan 6-8 gelas setiap harinya. Mengonsumsi air mineral yang baik dan cukup bagi tubuh dapat membantu proses pencernaan, mengatur metabolisme, mengatur zat-zat makanan dalam tubuh dan Indah

Prasetyowati Tri Purnama Sari 56 JPJI, Volume 10, Nomor 2, November 2014 mengatur keseimbangan tubuh (Asmadi, 2011).

b. Fungsi / manfaat dan peranan Air bagi Tubuh Tumbuhan

Menurut Maryani (2012) “kekeringan merupakan faktor utama yang membatasi pertumbuhan dan perkembangan pada tumbuhan tingkat tinggi”. Karena kekeringan adalah kejadian umum di banyak lingkungan, dan banyak spesies tanaman tahunan telah mengembangkan mekanisme untuk mengatasi ketersediaan air yang terbatas. Bahwa ketersediaan air yang cukup untuk memenuhi kebutuhan air bagi tanaman sangat penting. Peranan air pada tanaman sebagai pelarut berbagai senyawa molekul organik (unsur hara) dari dalam tanah kedalam tanaman, transportasi fotosintat dari sumber (*source*) ke limbung (*sink*), menjaga turgiditas sel diantaranya dalam pembesaran sel dan membukanya stomata, sebagai penyusun utama dari protoplasma serta pengatur suhu bagi tanaman. Apabila ketersediaan air tanah kurang bagi tanaman maka akibatnya air sebagai bahan baku fotosintesis, transportasi unsur hara ke daun akan terhambat sehingga akan berdampak pada produksi yang dihasilkan.

2. Sumber Air

Menurut (Chandra, 2012) “air yang diperuntukan bagi konsumsi manusia harus berasal dari sumber yang bersih dan aman”. Batasa-batasan sumber air yang bersih dan aman tersebut, antara lain :

a. Bebas dari kontaminan atau bibit penyakit.

- b. Bebas dari substansi kimia yang berbahaya dan beracun.
- c. Tidak berasa dan berbau.
- d. Dipergunakan untuk kebutuhan domestik dan rumah tangga.
- e. Memenuhi standar minimal yang ditentukan oleh WHO atau Departemen Kesehatan RI.

Berdasarkan letak sumbernya, air dapat dibagi menjadi air angkasa (hujan), air permukaan, dan air tanah (Chandra, 2012).

a. Air Angkasa

Air angkasa atau air hujan merupakan sumber air utama 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 amonia.

b. Air Permukaan

Air permukaan yang 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 lainnya.

c. Air tanah

Air tanah (*ground water*) berasal dari air hujan yang jatuh ke permukaan bumi yang kemudian mengalami perkolasi atau penyerapan ke dalam tanah dan mengalami proses filtrasi secara alamiah. Proses-proses yang

telah dialami air hujan tersebut, didalam perjalannya ke bawah tanah, membuat tanah menjadi lebih baik dan lebih murni dibandingkan air permukaan. Air tanah memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan sumber lain. Pertama, air tanah biasanya bebas dari kuman penyakit dan tidak perlu proses purifikasi atau penjernihan. Persediaan air tanah juga cukup tersedia sepanjang tahun, saat musim kemarau sekalipun. Sementara itu, air tanah juga memiliki beberapa kerugian atau kelemahan dibandingkan sumber lainnya. Air tanah mengandung zat-zat mineral dalam konsentrasi yang tinggi. Konsentrasi yang tinggi dari zat-zat mineral semacam magnesium, kalium, dan logam berat seperti besi. Air tanah dibedakan atas letak kedalamannya, yaitu:

- 1) Air tanah dangkal, yaitu air tanah yang berada di bawah permukaan tanah dan berada di atas batuan yang kedap air atau lapisan yang tidak dapat meloloskan air. Air ini merupakan akuifer atas atau sering disebut air freatis, yang banyak dimanfaatkan oleh penduduk untuk membuat sumur.
- 2) Air tanah dalam, yaitu air tanah yang berada di bawah lapisan airtanah dangkal, dan berada di antara lapisan kedap air. Air ini merupakan akuifer bawah, banyak dimanfaatkan sebagai sumber air minum penduduk kota, untuk industri, perhotelan, dan sebagainya. Diantara lapisan kedap dan tak kedap air terdapat lapisan peralihan. Air tanah pada lapisan tak kedap mempengaruhi gerak aliran air. Jika lapisan yang kurang kedap terletak di atas dan di bawah suatu tubuh air, maka akan menghasilkan

lapisan penyimpanan air yaitu air tanah yang tak bebas. Tekanan dari air tanah tak bebas bergantung pada keberadaan tinggi suatu tempat dengan daerah tangkapan hujannya. Pada daerah yang air tanahnya lebih rendah daripada permukaan air di daerah tangkapan hujan, air akan memancar keluar dari sumur yang dibor. Sumur demikian disebut sumur freatis (Visiuniversal, 2015)

- d. Air laut yaitu air yang berasal dari laut atau samudera yang memiliki kadar garam rata-rata 3,5%, artinya dalam 1 liter air laut terdapat 35 gram garam". Perbedaan utama antara air laut dan air tawar adalah, adanya kandungan garam dalam air laut, sedangkan pada air tawar tidak mengandung garam. Garam yang terkandung didalam air laut yaitu: NaCl (68,1%), $HgCl_2$ (14,4%), $NaSO_4$ (11,4%), KCl (3,9%), $CaCl_2$ (3,2%), $NaHCO_3$ (0,3%), KBr (0,3%), lain-lain (0,1%). (Peureulak, 2009)

3. Air Bersih

a. Pengertian Air Bersih

Pengertian air bersih menurut Permenkes RI No. 416/MenKes/PER/IX/1990 adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari dan dapat diminum setelah dimasak. Sedangkan Pengertian Air Bersih menurut Permenkes RI No. 492/MenKes/PER/IV/2010 adalah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum.

b. Kebutuhan Air Bersih

Kebutuhan air bersih merupakan Air yang digunakan untuk memenuhi kegiatan sehari-hari. Sumber air bersih untuk kebutuhan hidup sehari-hari secara umum harus memenuhi standar kuantitas dan kualitas. Kebutuhan dasar air bersih adalah jumlah minimal air bersih bersih yang perlu disediakan agar manusia dapat menjalankan aktivitas dasar sehari-hari secara layak. Besarnya kebutuhan air domestik di daerah pedesaan sebesar 60 liter/orang/hari. Sedangkan kebutuhan air domestik di kota sebesar > 150 liter/orang/hari (Sudarmadji, 2014).

Sumber air bersih untuk kebutuhan hidup sehari-hari secara umum harus memenuhi standar kuantitas dan kualitas (Asmadi dkk, 2011).

1) Ditinjau dari segi kuantitas

Air adalah salah satu diantara kebutuhan hidup yang paling penting. Air termasuk dalam sumber alam yang dapat diperbaharui, karena secara terus menerus dipulihkan melalui siklus hidrologi yang berlangsung. Namun air merupakan sumber alam yang lain dari pada yang lain dalam arti bahwa jumlah keseluruhan air yang bisa didapat di seluruh dunia adalah tetap, persediaan totalnya tidak dapat ditingkatkan atau dikurangi melalui upaya-upaya pengelolaan untuk mengubahnya.

Persediaan total dapat diatur secara lokal dengan dibuatnya bendungan atau sarana-sarana lainnya. Disepakati bahwa volume total air di bumi adalah sekitar 1,4 milyar Km yang 97 % adalah air laut. Sisanya 2.7 % adalah air tawar yang terdapat didaratan dan berjumlah 37,8 juta

Km berupa lapisan es dipuncak-puncak gunung gletser (77,3%), air tanah resapan (22,4%), air danau dan rawa-rawa (0,35%), uap air diatmosfir (0,04%), dan air sungai (0,01%) (Asmadi dkk, 2011).

2) Ditinjau dari segi kualitas air

Secara langsung atau tidak langsung pencemaran akan berpengaruh terhadap kualitas air. Sesuai dengan dasar pertimbangan penetapan kualitas air minum, usaha pengelolaan terhadap air yang digunakan oleh manusia sebagai air minum berpedoman pada standar kualitas air terutama dalam penilaian terhadap produk air minum yang dihasilkannya, maupun dalam merencanakan sistem dan proses yang akan dilakukan terhadap sumber daya air (Asmadi, 2011).

Kualitas air yang baik adalah sebagai berikut :

1) Secara fisik

a) Rasa

Kualitas air bersih yang baik adalah tidak berasa. Rasa dapat ditimbulkan karena adanya zat organik atau bakteri / unsur lain yang masuk ke badan air.

b) Bau

Kualitas air bersih yang baik adalah tidak berbau, karena bau ini dapat ditimbulkan oleh pembusukan zat organik seperti bakteri serta kemungkinan akibat tidak langsung dari pencemaran lingkungan, terutama sistem sanitasi.

c) Suhu

Suhu merupakan kenaikan suhu perairan akan mengakibatkan kenaikan aktivitas biologi sehingga akan membentuk O_2 lebih banyak lagi.

d) Kekeruhan

Kekeruhan air dapat ditimbulkan oleh adanya bahan – bahan organik dan anorganik, kekeruhan juga dapat mewakili warna. Sedang dari segi estetika kekeruhan air dihubungkan dengan kemungkinan hadirnya pencemaran melalui buangan dan warna air tergantung pada warna buangan yang memasuki badan air.

e) TDS atau jumlah zat padat terlarut (*Total dissolved solids*)

Bahan pada adalah bahan yang tertinggal sebagai residu pada penguapan dan pengeringan pada suhu $103 - 105^{\circ}C$, dalam *portable water* kebanyakan bahan bakar terdapat dalam bentuk terlarut yang terdiri dari garam anorganik selain itu juga gas-gas yang terlarut. Kandungan total solids pada *portable water* biasanya berkisar antara 20 sampai dengan 1000 mg/L.

2) Secara kimia

a) pH (derajat keasaman)

Pada proses penjernihan air karena keasaman air pada umumnya disebabkan gas oksida yang larut dalam air terutama karbondioksida. Pengaruh yang menyangkut aspek kesehatan dari

pada penyimpangan standar kualitas air minum dalam hal pH yang lebih kecil 6,5 dan lebih besar dari 9,2 akan tetapi dapat menyebabkan beberapa senyawa kimia berubah menjadi racun yang sangat mengganggu kesehatan.

b) Kesadahan

Kesadahan ada dua macam yaitu kesadahan sementara dan kesadahan non-karbonat (permanen). Kesadahan sementara akibat keberadaan Kalsium dan Magnesium bikarbonat yang dihilangkan dengan memanaskan air hingga mendidih atau menambahkan kapur dalam air. Kesadahan non-karbonat (permanen) disebabkan oleh sulfat dan karbonat, chlorida dan nitrat dari magnesium dan kalsium disamping Besi dan Alumunium. Konsentrasi kalsium dalam air minum yang lebih rendah dari 75 mg/l dapat menyebabkan penyakit tulang rapuh, sedangkan konsentrasi yang lebih tinggi dari 200 mg/l dapat menyebabkan korosifitas pada pipa-pipa air. Dalam jumlah yang lebih kecil magnesium dibutuhkan oleh tubuh untuk pertumbuhan tulang, akan tetapi dalam jumlah yang lebih besar 150 mg/l dapat menyebabkan rasa mual.

c) Besi (Fe)

Air yang mengandung banyak besi (Fe) akan berwarna kuning dan menyebabkan rasa logam besi dalam air, serta menimbulkan korosi pada bahan yang terbuat dari metal. Besi (Fe) merupakan salah satu

unsur yang merupakan hasil pelapukan batuan induk yang banyak ditemukan diperairan umum. Batas maksimal yang terkandung didalam air adalah 1,0 mg/L.

d) Aluminium

Batas maksimal yang terkandung didalam air menurut Peraturan Menteri Kesehatan No 82 tahun 2001 yaitu 0,2 mg/l. Air yang mengandung banyak aluminium menyebabkan rasa yang tidak enak apabila dikonsumsi.

e) Zat organik

Larutan zat organik yang bersifat kompleks ini dapat berupa unsur hara makanan maupun sumber energi lainnya bagi flora dan fauna yang hidup di perairan.

f) Sulfat

Sulfat yang berlebihan dalam air dapat menyebabkan kerak air yang keras pada alat merebus air (panci/ketel) selain mengakibatkan bau dan korosi pada pipa.

g) Chlorida

Dalam konsentrasi yang layak, tidak berbahaya bagi manusia. Chlorida dalam jumlah kecil dibutuhkan untuk desinfektan namun apabila berlebihan dan berinteraksi dengan ion Na^+ dapat menyebabkan rasa asin dan korosi pada pipa air.

3) Secara Biologis

a) E. Colli

Air minum tidak boleh mengandung bakteri-bakteri penyakit (patogen) sama sekali tidak boleh mengandung bakteri coli melebihi batas-batas yang telah ditentukan yaitu 1 coli/100 ml air.

b) COD (*Chemical Oxygen Demand*)

COD yaitu suatu uji yang menentukan jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh bahan oksidan misalnya kalium dikromat untuk mengoksidasi bahan-bahan organik yang terdapat dalam air.

c) BOD (*Biochemical Oxygen Demand*)

BOD adalah jumlah zat terlarut yang dibutuhkan oleh organisme hidup untuk memecah bahan – bahan buangan didalam air (Asmadi dkk, 2011). Penggunaan oksigen yang rendah menunjukkan kemungkinan air jernih, mikroorganisme tidak tertarik menggunakan bahan organik makin rendah BOD maka kualitas air minum tersebut semakin baik.

Tabel 2.1
Syarat Kualitas Air Bersih

No	Parameter	Unit	Kadar Maksimum
A. Fisik			
1	Kekeruhan	NTU	25
2	Warna	TCU	50
3	TDS	Mg/l	1000
4	Suhu	°C	Suhu Udara ± 3

5	Rasa		Tidak Berasa
6	Bau		Tidak Berbau
B. Kimia			
1	pH	mg/l	6,5 - 8,5
2	Besi (Fe)	mg/l	1
3	Kesadahan	mg/l	500
4	Zat Organik	mg/l	10
C. Biologi			
1	Total coliform	CFU/100 ml	50
2	E.Colli	CFU/100 ml	0

(Sumber : Permenkes RI No. 32 tahun 2017)

B. Zeolit

Zeolit berasal dari bahasa Yunani yaitu “zein” yang berarti membuih dan “Lithos” yang berarti batu. Nama ini menggambarkan perilaku mineral ini yang dengan cepat melepaskan air bila dipanaskan sehingga kelihatan seolah-olah mendidih. Zeolit merupakan mineral hasil tambang yang bersifat lunak dan bersifat kering. Warna dari zeolit adalah putih keabu-abuan, putih kehujau-hijauan, atau putih kekuning-kuningan. Ukuran kristal zeolit kebanyakan tidak lebih dari 10-15 mikron.

Zeolit merupakan kristal alumina silikat terhidrasi yang mengandung kation alkali atau alkali tanah berbentuk kerangka tiga dimensi, bersifat asam dan mempunyai pori yang berukuran molekul. Zeolit terdiri dari 3 komponen yaitu kation yang dapat dipertukarkan, kerangka alumina silikat dan kandungan air. Kandungan air berubah-ubah tergantung dari sifat kation-kation yang ditukar dan kondisi kristalisasi. Air dan kation yang ada di dalam rongga zeolit dapat disubstitusikan dengan molekul lain. Zeolit merupakan mineral berpori dan memiliki sifat yang sama dengan mineral silika lainnya. Jika terdapat beberapa interaksi molekul dengan zeolit.

Menurut Sihombing (2007), faktor-faktor yang mempengaruhi penyerapan pada zeolit adalah :

- a. Ukuran butir zeolit : efisiensi zeolit menurun dengan meningkatnya ukuran butiran.
- b. Kemurnian zeolit : efisiensi zeolit akan meningkat dengan semakin tingginya kemurnian.
- c. Ukuran molekul adsorbat : molekul yang dapat diadsorpsi adalah molekul yang diameternya lebih kecil dari diameter pori.
- d. Suhu dan tekanan : kapasitas adsorpsi turun dengan naiknya suhu dan akan naik dengan naiknya tekanan.

Berdasarkan proses pembentukannya zeolit dapat digolongkan menjadi dua kelompok yaitu :

- a. Zeolit alam

Zeolit alam merupakan bahan mineral yang berwarna hijau keputihan dan banyak ditemukan di alam dalam bentuk sedimentasi. Terbentuk oleh alteri dari debu vulkanis oleh air. Pada proses pembentukan mineral galian zeolit, maka jenis mineral klinoptilonit dan filipsit akan terbentuk lebih dahulu karena kedua mineral ini merupakan mineral pendahulu bagi mineral-mineral jenis zeolit yang lain. Misalnya mineral analism, laumondit, dan modernit.

- b. Zeolit sintetis

Selain zeolit alam terdapat pula jenis zeolit lain yaitu zeolit sintesis. Jenis zeolit ini merupakan zeolit yang sengaja dibuat dengan rekayasa sedemikian rupa sehingga mendapatkan karakter yang sama dengan zeolit alam. Zeolit sintesis sangat bergantung pada jumlah Al dan Si dari bahan penyusunnya.

Zeolit sintesis dapat dikelompokkan sesuai dengan perbandingan kadar komponen Al dan Si dalam zeolit menjadi:

- a. Zeolit kadar Si Rendah (kaya Al) Zeolit jenis ini mempunyai pori-pori, komposisi, dan saluran rongga optimum sehingga mempunyai nilai ekonomi tinggi karena sangat efektif dipakai untuk pemisahan atau pemurnian dengan kapasitas besar. Volume pori-pori dapat mencapai $0,5 \text{ cm}^3 / \text{cm}^3$ volume zeolit. Kadar Maksimum Al dalam zeolit dicapai bila perbandingan Si/Al mendekati 1 dan keadaan ini menyebabkan daya penukaran ion dari zeolit maksimum. Contoh zeolit Si rendah yaitu zeolit A dan X.
- b. Zeolit Si sedang dari beberapa penelitian diketahui bahwa kerangka tetrahedral Al dari zeolit tidak stabil terhadap asam atau panas. Selain itu diketahui pula bahwa zeolit mordenit yang mempunyai perbandingan Si/Al = 5 adalah sangat stabil. Maka diusahakan untuk membuat zeolit dengan kadar Si yang lebih tinggi dari 1 yang kemudian diperoleh zeolit Y dengan perbandingan kadar Si/Al antara 1-3. Contoh zeolit Si sedang adalah zeolit Omega (sintesis).
- c. Zeolit Si tinggi Zeolit ini mempunyai perbandingan kadar Si/Al antara 10-100 bahkan lebih dan mempunyai sifat permukaan yang kadang-kadang tidak dapat diperkirakan sebelumnya. Sifatnya sangat hidrofilik dan akan menyerap molekul

yang tidak polar dan baik digunakan sebagai katalisator asam untuk hidrokarbon. Contoh zeolit Si tinggi : zeolit ZSM-5, ZSM-11, ZSM21

- d. Zeolit Si kalau zeolit Si tinggi masih mengandung AI meskipun hanya sedikit, tetapi zeolit Si ini tidak mengandung AI sama sekali atau tidak mempunyai sisi kation sama sekali. Sifat zeolit jenis ini adalah sangat hidrofilik-hidrofobik sehingga dapat mengeluarkan atau memisahkan suatu molekul organik dari suatu campuran air. Contoh zeolit silika : silikalit

Aktivasi Zeolit Agar dimanfaatkan zeolit harus mempunyai spesifikasi tertentu dan berkaitan dengan hal tersebut kualifikasi zeolit ditentukan oleh daya serap daya tukar kation, maupun daya katalis. Untuk mendapatkan zeolit dengan kemampuan tinggi diperlukan beberapa pengolahan, yaitu:

- a. Preparasi bertujuan untuk memperoleh produk yang sesuai dengan tujuan penggunaannya. Tahap pertama zeolit dibersihkan dari pengotornya yang melekat pada zeolit, kemudian tahap penghancuran (*crushing*), yakni bongkahan batuan zeolit yang berukuran besar dipecahkan menjadi ukuran yang lebih kecil sehingga mudah dihancurkan di dalam *ball mill* (alat penggiling). Tahapan selanjutnya adalah penggerusan (*grinding*) untuk memperoleh material zeolit yang lebih halus sesuai keperluan. Kemudian dilakukan pengayakan, untuk mendapatkan material zeolit dengan ukuran mesh tertentu.
- b. Aktivasi proses ini bertujuan meningkatkan sifat-sifat khusus zeolit dengan cara menghilangkan unsur-unsur pengotor dan menguapkan air yang terperangkap dalam pori-pori zeolit. Ada 2 cara yang umum digunakan dalam proses aktivasi

zeolit, yaitu secara fisik dan secara kimia. Aktivasi secara fisik dilakukan dengan cara pemanasan pada suhu 200-400°C selama 2-3 jam untuk menghilangkan molekul-molekul air yang tertangkap didalam pori-pori kristal zeolit. Aktivasi secara kimia melalui proses destruksi dengan menggunakan pereaksi HCl, NaOH atau H₂SO₄ untuk menghilangkan zat-zat pengotor berupa logam-logam alkali tanah serta beberapa jenis logam lainnya.

- c. Modifikasi proses dimaksudkan untuk mengubah sifat permukaan zeolit alam dengan cara melapiskan polimer organik (sintesis dan alamiah) pada zeolit tersebut. Modifikasi struktur zeolit dapat dilakukan dengan berbagai cara antara lain: modifikasi melalui proses pertukaran kation (*cation exchange*), pengadsorpsi molekul-molekul polar, dan modifikasi kerangka zeolit.

C. Macam-macam Pengolahan Air

Pengolahan Air merupakan Proses-proses yang terjadi pada IPA (Instalasi Pengolahan Air), Yaitu proses : Koagulasi, Flokulasi, Sedimentasi, Filtrasi, dan adsorpsi (Asmadi dkk, 2011).

1. Metode Filtrasi

Filtrasi adalah suatu operasi pemisahan campuran antara padatan dan cairan dengan melewati umpan (padatan + cairan) melalui medium penyaring. Proses filtrasi banyak dilakukan di industri, misalnya pada pemurnian air minum, pemisahan kristal-kristal garam dari cairan induknya, pabrik-kertas dan lain-lain. Untuk semua proses filtrasi, umpan mengalir disebabkan adanya tenaga dorong berupa beda tekanan, sebagai contoh adalah akibat gravitasi atau tenaga putar.

Secara umum filtrasi dilakukan bila jumlah padatan dalam suspensi relatif lebih kecil dibandingkan zat cairnya (Arifin, 2008). Menurut prinsip kerjanya filtrasi dapat dibedakan atas beberapa cara, yaitu:

- a. *Pressure Filtration*, Filtrasi yang dilakukan dengan menggunakan tekanan.
- b. *Gravity Filtration*. Filtrasi yang cairannya mengalir karena gaya berat.
- c. *Vacum Filtration*, Filtrasi dengan cairan yang mengalir

2. Metode Sedimentasi

Sedimentasi merupakan proses pengendapan bahan padat dari air olahan. Proses sedimentasi bisa terjadi bila air limbah mempunyai berat jenis lebih besar daripada air sehingga mudah tenggelam. Proses pengendapan ada yang bisa terjadi langsung, tetapi adapula yang memerlukan proses pendahuluan, seperti koagulasi atau reaksi kimia. Prinsip sedimentasi adalah pemisahan bagian padat dengan memanfaatkan gaya gravitasi sehingga bagian yang padat berada di dasar kolam pengendapan, sedangkan air dibagian atas (Evi, 2009).

3. Metode Pengadukan

Faktor penting dari sebuah koagulasi-flokulasi adalah pengadukan. Berdasarkan kecepatannya, pengadukan dibagi menjadi dua, yaitu : Pengadukan Cepat Adalah pengadukan dengan gradien kecepatan besar (300 - 1000 detik), sedangkan pengadukan lambat dengan gradien kecepatan kecil (20 - 100 detik) (Asmadi dkk, 2011).

Pengadukan dapat dilakukan dengan tiga cara, yaitu cara mekanis, cara hidrolis, dan cara pneumatis.

a. Pengadukan Mekanis

Adalah metoda Pengadukan menggunakan alat pengaduk berupa implier yang digerakkan dengan motor bertenaga listrik. Umumnya pengadukan mekanis terdiri dari motor, poros, pengaduk, dan gayung pengaduk.

b. Pengaduk Hidrolis

Pengadukan yang memanfaatkan gerakan air sebagai tenaga pengadukan. Sistem ini menggunakan energi hidrolis yang dihasilkan dari suatu aliran hidrolis.

c. Pengadukan Pneumatis

Pengadukan yang menggunakan udara (Gas) berbentuk gelembung yang dimasukkan ke dalam air sehingga menimbulkan gerakan pengadukan pada air.

4. Adsorpsi (Karbon Aktif)

Aktivasi karbon bertujuan untuk memperbesar luas permukaan arang dengan membuka pori – pori arang biasanya diisi oleh hidrokarbon dan zat – zat organik lainnya yang terdiri dari persenyawaan kimia yang ditambahkan akan meresap dalam arang dan membuka permukaan yang mula – mula tertutup oleh komponen kimia sehingga luas permukaan yang aktif bertambah besar. Efisiensi adsorpsi karbon aktif tergantung dari perbedaan muatan listrik positif akan diserap lebih efektif oleh arang aktif dalam larutan yang bersifat basa. (Lukman, 2010).

5. Karbon Aktif dengan Absorben

Karbon aktif adalah suatu bahan hasil proses pirolisis arang pada suhu 600-900°C (Harsanti,et.al. 2011). Selama ini bahan baku arang aktif yang

digunakan berasal dari limbah limbah kayu dan bambu. Bahan baku lainnya yang dapat digunakan adalah dari limbah pertanian antara lain sekam padi, jerami padi, tongkol jagung, batang jagung, serabut kelapa, tempurung kelapa, tandan kosong dan cangkang kelapa sawit, dan sebagainya. Pada tahap awal limbah pertanian dibuat arang melalui proses karbonisasi 5000°C dan tahap selanjutnya dilakukan aktivasi pada suhu 8000°C - 9000°C . Perbedaan mendasar arang dengan arang aktif adalah bentuk pori-porinya. Pori-pori arang aktif lebih besar dan bercabang serta berbentuk zig-zag.

Arang aktif bersifat multifungsi, selain media meningkatkan kualitas lingkungan juga pori-porinya sebagai tempat tinggal ideal bagi mikroba termasuk mikroba pendegradasi sumber pencemar seperti residu pestisida dan logam berat tertentu (Harsanti,et.al. 2011).

Arang merupakan suatu padatan berpori yang mengandung 85- 95% karbon, dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon dengan pemanasan pada suhu tinggi. Ketika pemanasan berlangsung, diusahakan agar tidak terjadi kebocoran udara didalam ruangan pemanasan sehingga bahan yang mengandung karbon tersebut hanya terkarbonisasi dan tidak teroksidasi. Arang selain digunakan sebagai bahan bakar, juga dapat digunakan sebagai adsorben (penyerap). Daya serap ditentukan oleh luas permukaan partikel dan kemampuan ini dapat menjadi lebih tinggi jika terhadap arang tersebut dilakukan aktivasi dengan bahan-bahan kimia ataupun dengan pemanasan pada temperatur tinggi.



Gambar 2.1 Karbon Aktif (Adsorben)

Sumber : (https://id.wikipedia.org/wiki/Berkas:Activated_Carbon.jpg)

Menurut Kusnaedi (2010) ada tiga jenis arang aktif yang terbuat dari tempurung kelapa yang dijual di pasaran, yaitu :

- a. Serbuk yaitu arang aktif berbentuk serbuk mempunyai ukuran lebih kecil dari 0,18 mm. Arang aktif jenis ini dimanfaatkan pada industri pengolahan air minum, industri farmasi, terutama untuk pemurnian monosodium glutamaet, bahan tambahan makanan, penghilang warna asam furan, pengolahan pemurnian jus buah, penghalus gula, pemurnian asam sitrat, asam tartarat, pemurnian glukosa, dan pengolahan zat warna kadar tinggi.



Gambar 2.2 Karbon Aktif Bentuk Serbuk
(Sumber: Cahyo, 2015)

- b. Granula yaitu arang aktif berbentuk granula atau tidak beraturan yang berukuran 0,2-5 mm. Arang aktif jenis ini digunakan dalam pemurnian emas, pengolahan air, air limbah dan air tanah, pemurnian pelarut dan penghilang bau busuk.



Gambar 2.3 Karbon Aktif Bentuk Granula
(Sumber: Cahyo, 2015)

- c. Pelet merupakan arang aktif berbentuk pelet dengan ukuran 0,8-5 mm. Digunakan untuk pemurnian udara, kontrol emisi, tromol otomotif, penghilang bau kotoran, dan pengontrol emisi pada gas buang .



Gambar 2.4 Karbon Aktif Berbentuk Pelet
(Sumber: Cahyo, 2015)

Sifat arang aktif yang paling penting adalah daya serap. Dalam hal ini ada beberapa factor yang mempengaruhi daya serap adsorpsi, yaitu:

a. Sifat Adsorben

Arang aktif yang merupakan adsorben adalah suatu padatan berpori, yang sebagian besar terdiri dari unsur karbon bebas dan masing-masing berikatan secara kovalen.

b. Sifat Serapan

Banyak senyawa yang dapat diadsorpsi oleh arang aktif sebagai adsorben, akan tetapi kemampuannya untuk mengadsorpsi berbeda untuk masing-

masing senyawa. Adsorpsi dipengaruhi oleh gugus fungsi, posisi gugus, ikatan rangkap, struktur rantai dari senyawa serapan.

c. Temperatur

Dalam pemakaian arang aktif dianjurkan untuk menyelidiki temperatur pada saat berlangsungnya proses. Jika pemanasan tidak mempengaruhi sifat-sifat senyawa serapan, seperti terjadi perubahan warna maupun dekomposisi, maka perlakuan dilakukan pada titik didihnya, untuk senyawa volatile, adsorpsi dilakukan pada temperatur kamar atau bila memungkinkan pada temperatur yang lebih kecil.

Ada 2 macam cara pembuatan arang aktif yaitu dengan bahan baku arang dan bahan baku aslinya seperti kayu, tempurung kelapa, serbuk gergaji dan lain-lain. Kedua cara tersebut tidak banyak berbeda hanya pada bahan baku arang langsung dilakukan proses pengaktifan menggunakan uap panas setelah terlebih dahulu arang tersebut direndam dalam bahan kimia. Pada cara kedua, perendaman bahan baku dalam bahan kimia dilakukan sebelum proses karbonisasi atau pengarangan dengan mengikuti cara pengarangan kemudian dilanjutkan dengan pengaktifan. Berikut adalah tahap kerja pengaktifan arang aktif.

a. Pembuatan Arang Aktif Granular

Arang yang dihasilkan dari proses pengarangan atau karbonisasi, lalu dipecahpecah dalam bentuk granular kira-kira sebesar kerikil (diameter 2-3 cm) dengan menggunakan alat pemukul (*hammer mill*). Apabila bahan baku berupa kayu atau tempurung kelapa maka digunakan alat pencacah (*crusher*) sebagai alat

pemecah. Tujuan kegiatan ini adalah memperbesar kontak antara bahan baku dengan bahan pengaktif.

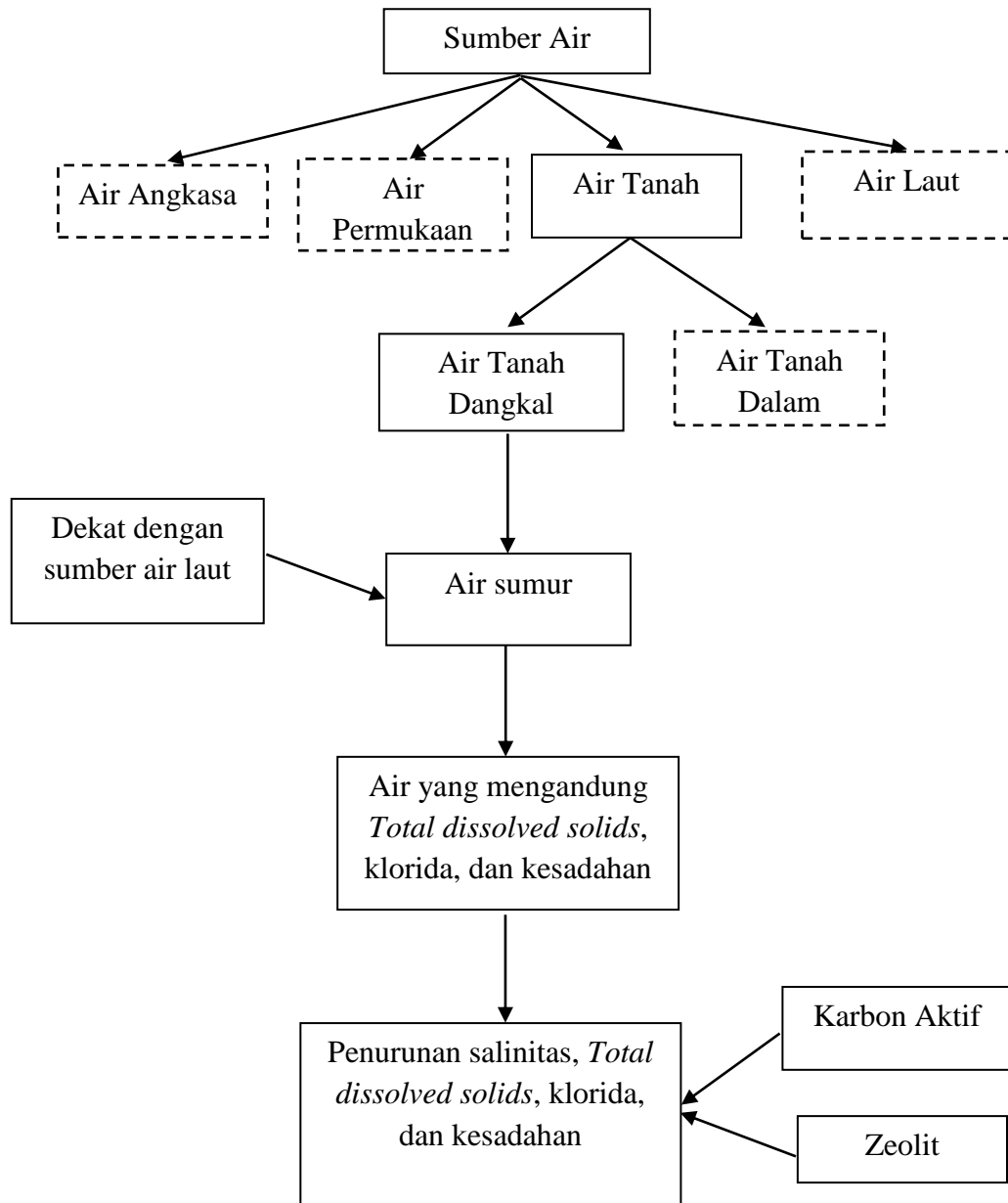
b. Perendaman dalam Bahan Kimia

Arang atau bahan baku dimasukkan kedalam wadah yang telah terisi dengan cairan $ZnCl_2$, $CaCl_2$, $MgCl_2$, $NaOH$, dan H_3PO_4 dalam konsentrasi yang berbedabeda tergantung jenis bahan karbon tersebut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa $ZnCl_2$, $NaOH$ dan H_3PO_4 merupakan bahan yang cukup baik untuk digunakan sebagai bahan pengaktivasi. Konsentrasi garam-garam klorida dan asam fosfat umumnya digunakan 10-15%, sedangkan $NaOH$ 1-2% tergantung kekerasan bahan. Lama perendaman 12-24 jam yang kemudian ditiriskan dengan cara diletakkan ditempat terbuka sambil sesekali dibalik, sampai air di bagian permukaan hilang. Cara meniriskannya juga dapat dilakukan dengan cara meletakkan bahan diatas saringan yang bagian atasnya diletakkan kasa nyamuk.

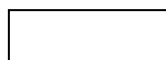
c. Pengaktifan dengan Uap Panas

Butiran panas yang telah ditiriskan dimasukkan kedalam ruang pengaktif. Setelah terisi penuh, pintu ditutup dengan bata tahan api dibagian dalam dan bata merah dibagian luar. Pada waktu memasukkan bahan pada umumnya ruang pengaktif telah panas oleh proses sebelumnya. Suhu ruang ditingkatkan terus sampai mencapai $1.100^{\circ}C$. Standar Kualitas Arang Aktif keran uap mulai dibuka dan dialirkan selama 36 jam sampai suhu mencapai titik maksimum (Ford, 2010).

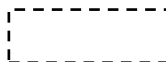
D. Kerangka Teori



Keterangan :

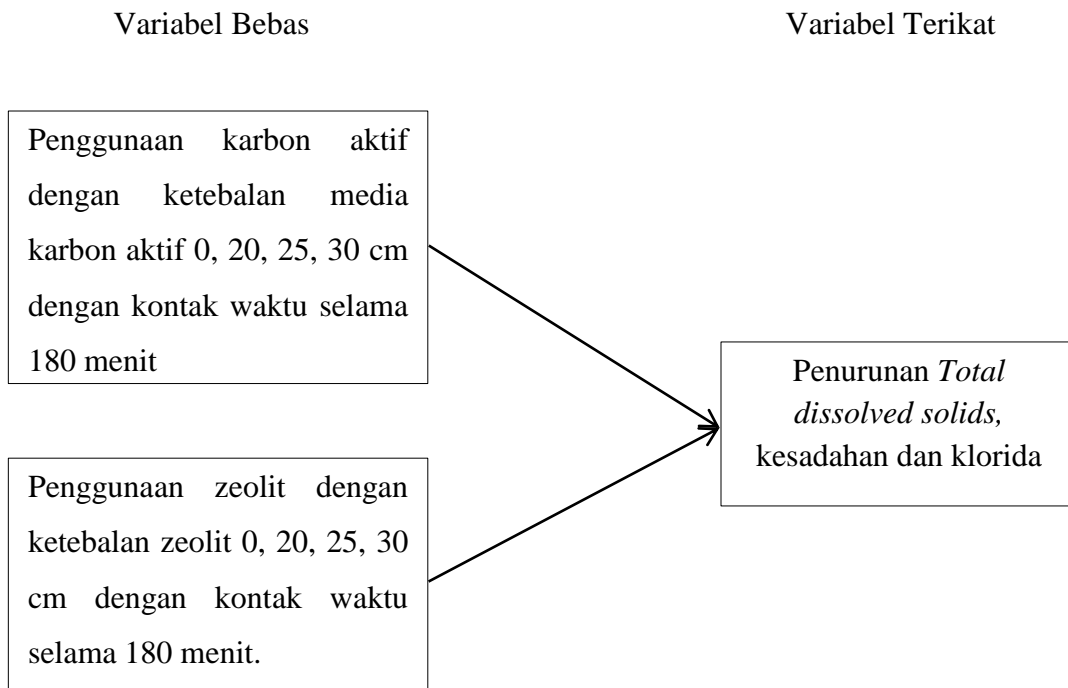


Variabel yang diteliti



Variabel yang tidak diteliti

E. Kerangka Konsep



F. Hipotesis Penelitian

Ha = Adanya pengaruh karbon aktif dan zeolit terhadap penurunan *Total dissolved solids*, kesadahan dan klorida pada air payau.