

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengertian Air

Air merupakan bagian penting dari ekosistem secara keseluruhan. Keberadaan air di suatu tempat yang berbeda membuat air bisa berlebih dan bisa berkurang sehingga dapat menimbulkan berbagai persoalan. Untuk itu, air harus dikelola dengan bijak dengan pendekatan yang terpadu secara menyeluruh. Terpadu dalam arti memiliki keterkaitan dengan berbagai aspek. Untuk sumber daya air yang terpadu membutuhkan keterlibatan dari berbagai pihak (Robert J..Kodoatie,2008).

Air merupakan senyawa kimia dengan rumus kimia H_2O , artinya satu molekul air tersusun atas dua atom hidrogen yang terikat pada satu atom oksigen. Air mempunyai sifat tidak berwarna, tidak berasa, dan tidak berbau pada kondisi standar. Zat kimia ini merupakan pelarut yang penting karena mampu melarutkan banyak zat kimia lainnya, seperti garam, gula, asam, beberapa jenis gas, dan senyawa organik (Scientist N., 2010 dalam Hardinsyah dkk, 2014). Air memiliki beberapa sifat khas, yaitu air memiliki titik beku $0^{\circ}C$ dan titik didih $100^{\circ}C$ (Dugan 1972; Hutchinson, 1975; dan Miller 1992 dalam Hardinsyah dkk, 2014).

Air dalam tubuh merupakan komponen yang paling besar menyusun tubuh manusia, sekitar 50 sampai 70 persen dari berat badan manusia terdiri dari air. Air yang diperoleh tubuh berasal dari tiga sumber, yaitu air yang dikonsumsi dalam bentuk minuman, air dalam makanan dan air metabolik.

Air metabolik berasal dari oksidasi bahan makanan seperti karbohidrat, protein, dan lemak. Jumlah air metabolik bergantung pada kecepatan metabolisme seseorang. Volume air menurut sumber air dalam tubuh dalam dilihat pada :

Tabel 2.1.
Volume air menurut sumber air dalam tubuh

No	Sumber Air tubuh	Jumlah (ml)
1	Minuman	550-1500
2	Makanan	700-1000
3	Hasil Metabolisme	200-300
Total		1450-2800

Sumber : Whitney, E.N , dan S.R. Rofles , *Understanding Nutrition* , 1993 dalam Santoso dkk, 2011 dan *Prinsip Dasar Ilmu Gizi*, 2000.

Kebutuhan air untuk keperluan individu berbeda-beda untuk tiap tempat dan tiap tingkatan kebutuhan. Semakin tinggi taraf kehidupan di suatu tempat, maka semakin meningkat pula sejumlah kebutuhan akan air. Pemenuhan kebutuhan air akan sangat penting sehingga segala cara dilakukan untuk mendapatkan air agar dapat bertahan hidup. Diperkirakan bahwa beberapa tahun ke depan, perebutan sumber daya air akan menjadi penyebab peperangan. Pemakaian air yang sangat luas, sehingga harus diupayakan sedemikian rupa agar tetap tersedia dan memenuhi persyaratan-persyaratan tertentu baik fisik, biologi maupun kimia (Alwi, 2012).

Kebutuhan air yang utama bagi manusia adalah untuk minum agar tubuh selalu mendapatkan cairan untuk menjaga metabolisme tubuh. Air merupakan komponen utama dari tubuh, rata rata tiap orang memiliki 60 persen air dari berat tubuhnya. Semua sistem di dalam tubuh tergantung oleh air. Selain untuk minum, air juga diperlukan pada hampir seluruh kegiatan manusia terutama untuk kebersihan dan kesehatan. Pemakaian air juga dilakukan untuk irigasi lahan

pertanian bagi sumber makanan manusia dan pada proses produksi yang menghasilkan barang-barang untuk memenuhi kebutuhan hidup manusia.

Kebutuhan air terus menerus meningkat setiap tahunnya, sedangkan jumlah ketersediaan air di bumi bersifat tetap, serta kurangnya ketersediaan air bagi kebutuhan air masyarakat seringkali menjadi masalah besar yang dialami oleh beberapa wilayah. Kurangnya ketersediaan air bagi pemenuhan kebutuhan air masyarakat sering dikaitkan dengan fenomena kekeringan.(Raharjo, 2010).

Menurut data WHO 2015, dikatakan bahwa 663 juta penduduk kesulitan dalam mengakses air bersih. Terkait dengan itu Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) juga pernah mencatat bahwa Indonesia menduduki peringkat terburuk dalam pelayanan ketersediaan air bersih dan layak konsumsi seAsia 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.

1. Manfaat Air

Air memiliki peran yang penting dalam tubuh dan kehidupan manusia.

Peran air dalam tubuh (Hidayat dkk, 2014; Jequier & Constant, 2010; Santoso dkk, 2011; Sulistomo dkk, 2014; Almatsier dkk, 2004), adalah sebagai berikut :

- a. Pembentuk sel dan cairan tubuh Air ditemukan di setiap sel, jaringan dan kompartemen tubuh. Air berperan dalam pembentukan cairan tubuh seperti darah, cairan lambung, hormon, dan enzim.
- b. Sebagai pengatur suhu Melalui penguapan keringat di kulit dan udara napas, serta pelarut zat- zat dalam tubuh (zat gizi, gas dan sisa metabolisme).

- c. Media transportasi zat gizi dan oksigen (gas dalam darah).
- d. Air sebagai makronutrien Air terlibat dalam seluruh reaksi hidrolisis protein, karbohidrat dan lemak. Air juga diproduksi dari hasil metabolisme oksidatif yang berisi substrat hidrogen .
- e. Air berfungsi sebagai pelumas dan bantalan pada persendian.
- f. Media pengeluaran racun dan produk sisa metabolisme.
- g. Pengaturan keseimbangan elektrolit air menjaga volume vaskular dan sirkulasi darah yang berperan penting dalam fungsi seluruh organ dan jaringan tubuh.
- h. Peredam benturan Air melindungi beberapa organ penting tubuh, sehingga organ tersebut terlindung dari benturan antara lain mata, jaringan saraf dalam kantung ketuban dan lainnya.

2. Ketersediaan Air sebagai Sumber Air minum

Ketersediaan air yang ada dalam permukaan bumi berasal dari berbagai sumber. Sumber air merupakan komponen penting untuk penyediaan air karena tanpa sumber air maka suatu sistem penyediaan air tidak akan berfungsi. Menurut (Chandra, 2012) “air yang di peruntukan bagi konsumsi manusia harus berasal dari sumber yang bersih dan aman”. Batasan-batasan sumber air yang bersih dan aman tersebut, antara lain :

- a. Bebas dari kontaminasi atau bibit penyakit.
- b. Bebas dari substansi kimia yang berbahaya dan beracun.
- c. Tidak berasa dan berbau.
- d. Dapat dipergunakan untuk mencukupi 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 pretisipasi merupakan air yang paling bersih, air tersebut cenderung mengalami pencemaran ketika berada di atmosfer. Pencemaran yang berlangsung di atmosfer disebabkan oleh partikel debu, mikroorganisme, dan senyawa senyawa kimia yang bahaya bagi tubuh seperti 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, di dalam 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 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 kedap air atau lapisan yang tidak dapat meloloskan air. Air ini merupakan akuifer atas atau sering disebut air freatis, yang banyak dimanfaatkan sebagai oleh penduduk untuk membuat sumur.
- 2) Air tanah dalam, yaitu air tanah yang berada di bawah lapisan air tanah 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. Di antara 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 tangkapannya. Pada daerah yang air tanahnya lebih rendah daripada permukaan air di daerah tangkapan

hujan, air akan memancar keluar dari sumur bor. Sumur demikian disebut sumur freatis (Visi universal, 2015)

d. Air laut

Menurut Peureulak (2009) “ Air laut adalah 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 di dalam 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%).

3. Kebutuhan Air Bersih Sebagai Sumber Baku Air Minum

Kebutuhan air terus menerus meningkat setiap tahunnya, sedangkan jumlah ketersediaan air di bumi bersifat tetap, serta kurangnya ketersediaan air bagi kebutuhan air masyarakat seringkali menjadi masalah besar yang dialami oleh beberapa wilayah. Kurangnya ketersediaan air bagi pemenuhan kebutuhan air masyarakat sering dikaitkan dengan fenomena kekeringan.

Menurut (Bramantyo & Suprpto, 2015) Di Korea dan Malaysia , pemanfaatan air hujan dianggap sebagai jawaban pemenuhan kebutuhan air bersih yang sangat mendesak. Di Brazil, diperkirakan 35% kebutuhan air bersih dapat dipenuhi dengan memanfaatkan air hujan. Air hujan juga adalah salah satu sumber air yang berkualitas tinggi dimana tersedia setiap musim hujan dan berpotensi untuk mengurangi tekanan terhadap pemakaian sumber air bersih (*fresh water sources*). Pemanenan air hujan yang berasal dari atap rumah biasanya merupakan alternatif penampungan air yang dapat digunakan sebagai

sumber air bersih sebagai sumber baku air minum dan hanya membutuhkan pengolahan yang sederhana sebelum air digunakan.

Di Singapura (*Nanyang Technological University Campus*) penggunaan air bersih dapat ditekan sebesar 12.4% untuk penyiraman toilet karena air bersih tersebut digantikan oleh air hujan (Apan, 1999). Studi di beberapa kota di Australia menyebutkan penggunaan air hujan dapat menghemat air bersih sampai 29.9% (Perth) dan 32.3% (Sydney) (Zang et al., 2009). Di Jordan pemanfaatan air hujan oleh penduduk sebagai alternatif sumber air bersih dapat mengurangi pemakaian air (*portable water*) hingga 19.7%. Selain untuk keperluan minum dan memasak, air hujan digunakan untuk perawatan taman, kebersihan di dalam dan di luar rumah. Untuk keperluan makan dan minum tentu membutuhkan pengolahan lebih lanjut walaupun tidak terlalu rumit (Cruvinel et al., 2019)

Ghisi et al (2009) menyatakan bahwa pemakaian air hujan di beberapa SPBU di Brasil menghemat pemakaian air bersih (*portable water*) sebesar 32,7–70%. Selain dapat digunakan sebagai pengganti air bersih (*portable water*), kelebihan air hujan dapat diresapkan ke dalam tanah, sehingga air tanah akan terisi kembali. Hal ini akan menguntungkan dalam hal konservasi air tanah sehingga membantu penurunan muka air tanah tidak terjadi secara drastis. Selain itu pengisian kembali air tanah dapat mengurangi volume limpahan air hujan dan dapat mengurangi potensi banjir.

Kebutuhan air bersih sebagai sumber baku air minum haruslah memenuhi peraturan menteri kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 tahun 2017 standar baku mutu kesehatan lingkungan dan Persyaratan Kesehatan air untuk

keperluan higiene sanitasi meliputi parameter fisik, biologi, dan kimia yang dapat berupa parameter wajib dan parameter tambahan. Parameter wajib merupakan parameter yang harus diperiksa secara berkala sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan, sedangkan parameter tambahan hanya diwajibkan untuk diperiksa jika kondisi geohidrologi mengindikasikan adanya potensi pencemaran berkaitan dengan parameter tambahan. Air untuk keperluan higiene sanitasi tersebut digunakan untuk pemeliharaan kebersihan perorangan seperti mandi dan sikat gigi, serta untuk keperluan cuci bahan pangan, peralatan makan, dan pakaian. Selain itu air untuk keperluan hygiene sanitasi dapat digunakan sebagai sumber air minum.

Tabel 2.2.
Persyaratan kualitas air sebagai sumber air baku

No.	Parameter wajib	unit	Standar Baku Mutu (Kadar Maksimum)
1	Parameter Fisik		
	Kekeruhan	NTU	25
	Warna	TCU	50
	Zat padat terlarut (Total Dissolved Solid)	mg/l	1000
	Suhu	°C	Suhu udara ± 3
	Rasa		Tidak berasa
	Bau		Tidak berbau
2	Parameter Kimia		
	pH	mg/l	6,5-8,5
	Besi Florida	mg/l	1
	Florida	mg/l	1,5
	Kesadahan CaCO ₃	mg/l	500
	Mangan	mg/l	0,5
	Nitrat	mg/l	10
	Nitrit	mg/l	1
	Sianida	mg/l	0,1
	Deterjen	mg/l	0,05
Peptisida Total	mg/l	0,1	
3	Parameter biologi		
	Total Coliform	CFU/100ml	50
	E.coli	CFU/100ml	0

Sumber : (Menteri Kesehatan Republik Indonesia, 2017)

6. Pengolahan Air

Secara umum, pengolahan air baku terdiri dari 3 aspek, yakni pengolahan secara fisika, kimia dan biologi.

a. Pengolahan Air Secara Fisik

Pengolahan air secara fisik yang telah dilakukan adalah penyaringan, pengendapan atau sedimentasi, dan absorpsi.

1) Penyaringan atau filtrasi

Penyaringan merupakan pemisahan antara padatan atau koloid dengan cairan. Proses penyaringan air melalui pengaliran air pada media butiran. Secara alami penyaringan air terjadi pada permukaan yang mengalami peresapan pada lapisan tanah. Bakteri dapat dihilangkan secara efektif melalui proses penyaringan demikian pula dengan warna, keruh, dan besi. Pada proses penyaringan, partikel-partikel yang cukup besar akan tersaring pada media pasir, sedangkan bakteri dan bahan koloid yang berukuran lebih kecil tidak tersaring seluruhnya. Ruang antara butiran berfungsi sebagai sedimentasi dimana butiran terlarut mengendap. Bahan-bahan koloid yang terlarut kemungkinan akan ditangkap karena adanya gaya *Elektrokinetik*. Banyak bahan-bahan terlarut tidak dapat membentuk flok dan pengendapan gumpalan-gumpalan masuk ke dalam filter dan tersaring.

2) Sedimentasi atau pengendapan

Sedimentasi adalah proses pengendapan partikel padat yang tersuspensi dalam cairan atau zat cair dengan menggunakan pengaruh gravitasi atau gaya berat secara alami. Kegunaan sedimentasi untuk

mereduksi bahan-bahan yang tersuspensi pada air dan kandungan organisme tertentu di dalam air. Ada dua jenis pengendapan yaitu *Discrete Settling* dan *flocculent Settling*. *Discrete Settling* terjadi apabila proses pengendapan suatu partikel tidak terganggu oleh proses pengelompokan partikel sehingga ketepatan endapan akan konstan. *flocculent Settling* dipengaruhi oleh pengelompokan partikel sehingga kecepatan pengendapan yang dimiliki berubah semakin besar. Proses sedimentasi dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu :

- Diameter butiran
- Berat Jenis butiran
- Berat Jenis zat cair
- kekeruhan cairan
- kecepatan aliran

3) Adsorpsi

Adsorpsi ialah pengumpulan zat terlarut di permukaan media dan merupakan jenis adhesi yang terjadi pada zat padat atau zat cair yang kontak dengan zat lainnya. Proses ini menghasilkan akumulasi konsentrasi zat tertentu di permukaan media setelah terjadi kontak antarmuka atau bidang batas cairan dengan cairan, cairan dengan gas atau cairan dengan padatan dalam waktu tertentu. Contohnya antara lain *dehumidifikasi*, yaitu pengeringan udara dengan *desiccant* (penyerap), pemisahan zat yang tidak diinginkan dari udara atau air menggunakan karbon aktif, *ion exchanger* untuk zat terlarut di dalam larutan dengan ion dari media *exchanger* yang Artinya, pengolahan air minum dengan karbon aktif hanyalah salah satu dari terapan adsorpsi. Adsorpsi merupakan proses penghilang partikel koloid yang berasal dari bahan

organik maupun non organik yang tidak terendapkan. Beberapa sifat yang harus dipenuhi oleh zat penyerap yaitu :

- Mempunyai luas permukaan yang besar
- Berpori-pori
- Tidak bereaksi dengan zat yang akan diserap.

b. Pengolahan Air Secara Kimia

1). Koagulasi atau flokulasi

Koagulasi atau flokulasi adalah proses pengumpulan partikel partikel yang tidak dapat dengan jalan menambahkan koagulasi.

2). Aerasi

Aerasi adalah proses pengolahan air dengan menggabungkan air dengan udara yang bertujuan untuk menambah oksigen, menurunkan karbon dioksida, dan mangan supaya bisa diendapkan. Proses ini juga menghilangkan bau pada air.

c. Pengolahan Air Secara Mikrobiologi

Upaya untuk memperbaiki mikrobiologi air yang paling konvensional adalah dengan membunuh mikroorganisme dalam air dengan cara sederhana mendidihkan air hingga mencapai 100°C.

B. Air Hujan

1. Pengertian Air Hujan

Air hujan merupakan hasil dari penguapan air yang terkondensasi dan jatuh dari atmosfer ke bumi dengan segala bentuknya dalam rangkaian siklus hidrologi. Jika air yang jatuh berbentuk cair disebut hujan (*rainfall*) dan jika berupa padat disebut salju (*snow*). Syarat terjadinya hujan yaitu Tersedia udara lembab dan sarana sehingga terjadi kondensasi (Achmad, 2011).

Air hujan merupakan salah satu sumber daya alam yang selama ini belum dimanfaatkan secara optimal dan hanya dibiarkan mengalir ke saluran-saluran *drainase* menuju ke sungai-sungai yang akhirnya mengalir ke laut. Padahal jika mampu diolah dan dikelola dengan baik, air hujan tersebut akan memiliki banyak manfaat bagi keberlangsungan hidup manusia, terutama untuk keberlangsungan penyediaan air bersih di masyarakat. Air hujan sendiri dapat digunakan untuk memenuhi berbagai keperluan manusia antara lain untuk mandi, mencuci bahkan untuk air minum (Latif, 2012).

2. Siklus Hidrologi Air Hujan

Hujan merupakan bagian dari siklus hidrologi yang terjadi dari air laut dan sebagian air daratan yang menguap membentuk uap air yang terbawa angin ke atmosfer, kemudian mengembun dan akhirnya jatuh ke daratan atau laut sebagai air hujan. Air hujan yang turun ke permukaan bumi selanjutnya dimanfaatkan oleh ekosistem di bumi seperti tanaman, hewan, manusia, sebagian diserap dan disimpan oleh tanah serta selebihnya mengalir di permukaan tanah yang masuk kedalam sungai, danau dan air laut. Air hujan yang tertampung di permukaan tanah sebagian akan menguap kembali untuk

membentuk awan di atmosfer. Hujan dapat berwujud cairan, hujan es atau *erosol* (seperti embun dan kabut), serta salju. Hujan dalam bentuk kabut sering dijumpai di daratan tinggi atau daerah pergunungan (Matahelumual, 2010). Setiap terjadinya hujan, intensitas yang terjadi tidak selalu sama (konstan) karena dipengaruhi oleh faktor penguapan, kelembapan dan tekanan udara, angin dan sebagainya (Susana, 2012).



Gambar 2.1. Siklus Hidrologi

Hujan yang terjadi memiliki distribusi intensitas curah hujan yang berbeda-beda. Distribusi intensitas curah hujan ini dapat digolongkan menjadi kelompok tertentu yang biasanya disebut dengan spektrum curah hujan.

Penggolongan spektrum curah hujan ini dibagi menjadi tiga golongan yaitu :

- Hujan kecil dengan intensitas sebesar 75% (0-20 mm)
- Hujan besar dengan intensitas sebesar 20% (21-51 mm)
- Hujan sangat besar (ekstrim) dengan intensitas sebesar 5% (>50mm)

Dari sebaran hujan ini tidak semuanya air hujan yang jatuh dibiarkan begitu saja mengalir ke sungai atau laut, sebenarnya dapat dilakukan beberapa manajemen praktis berdasarkan hujan yang terjadi (Susana, 2012).

3. Karakteristik dan Kandungan air hujan

Karakteristik Air hujan berasal dari penguapan air permukaan (laut, danau, rawa, sungai). Air hujan bersifat agak asam hal ini disebabkan karena di dalam air hujan terlarut asam karbonat (H_2CO_3), yang terbentuk dari gas CO_2 di dalam air hujan. Asam karbonat memiliki bersifat asam yang lemah sehingga pH air hujan tidak rendah. Asam karbonat dihasilkan dari hasil pembakaran bahan bakar dan kegiatan industri industri yang mengandung partikel/debu, dan polutan.

Air hujan yang jatuh memiliki kualitas yang cenderung baik, akan tetapi apabila air hujan dikumpulkan dari atap bangunan tetap akan mengalami kontaminasi dari dekomposisi bahan organik, material atap, dan polutan diudara. Limpasan atap yang dilewati air hujan sangat mempengaruhi kualitas air baik dari kualitas fisik, kimia dan mikrobiologi. (Khayan et al., 2017)

Air hujan menjadi air yang aman dan memiliki banyak kebermanfaatan untuk digunakan dalam aktifitas sehari-hari. Apabila telah melalui proses pengolahan. Bisa dikatakan aman karena air hujan bukanlah air yang sifatnya merugikan. Air hujan dalam industri pertanian dan perkebunan sangatlah bermanfaat untuk kebutuhan air tanaman, hal ini dapat membuat tanaman menjadi subur dan membuat tanah menjadi gembur.

Namun, pada kegiatan sehari hari apabila tidak diolah terlebih dahulu dapat mengakibatkan gangguan kesehatan. Kandungan air hujan yang telah terkontaminasi zat yang berbahaya bagi tubuh serta bersifat kimiawi. Maka

harus di olah terlebih layak di gunakan sebagai sumber air minum.kandungan zat atau bahan kimia yang terdapat pada air hujan antara lain sebagai berikut:

a. Uap air atau H₂O

Air hujan memiliki kandungan utama yaitu uap air atau H₂O. Kandungan uap air ini merupakan yang paling dominan dengan persentase sebesar 99,9% dan sisanya tergantung pada lapisan atmosfer yang dilalui. Mungkin kita sudah mengetahui tentang siklus hujan. Bagaimana hujan terjadi dari awal mula hingga turun ke bumi bahkan menjadi hujan lagi. Nah dari proses terjadinya hujan tersebut ada yang namanya penguapan dari sumber- sumber air yang ada di planet bumi. Dari proses tersebut yang membawa uap air dan membentuk awan-awan yang kecil, dari awan kecil tersebut kemudian terkumpul menjadi awan besar. Uap air ini sifatnya aman selama uap tersebut berasal dari sumber air di permukaan bumi yang aman bagi manusia pula.

b. Asam nitrat

Kandungan zat kimia yang terdapat pada air hujan adalah asam nitrat. Mungkin kita pernah mendengar terjadinya hujan asam. Hujan asam ialah hujan yang terjadi akibat adanya aktifitas manusia akibat dari pencemaran oleh pabrik yang bersifat kotor atau dari semburan gunung berapi. Kandungan asam nitrat yang berlebihan tidak baik dan bisa membahayakan. Kandungan asam juga bisa dinyatakan dalam pH. Air hujan normal memiliki pH 6, sementara hujan asam memiliki pH dibawah normal, yakni sekitar 5,7 ke bawah.

3) Karbon (silika dan fly ash dalam bentuk abu ringan)

Dalam air hujan juga mengandung zat karbon. Zat karbon yang ada pada air hujan berupa silika dan juga *fly ash*. Silika dan *fly ash* merupakan zat debu yang mengikat molekul-molekul pada air hingga terbentuklah hujan. Kedua zat ini juga berperan dalam proses terjadinya hujan.

4) Asam Sulfat

Kandungan zat kimia lainnya yang ada pada air hujan adalah asam sulfat. Asam sulfat adalah zat yang ada pada air hujan jika berlebihan maka bisa menyebabkan gangguan pada pernapasan manusia.

5) Garam

Zat kimia selanjutnya yang ada pada air hujan adalah garam. Seperti sudah diketahui garam berasal dari laut yang rasanya asin. Air hujan dengan kandungan garam itu relatif. Air hujan yang mengandung banyak kandungan garam adalah hujan yang terjadi di daerah pantai. Hal tersebut karena proses terjadinya hujan karena penguapan air laut yang terpanaskan oleh matahari.

4. Pemanenan dan faktor yang mempengaruhi kualitas Air Hujan

Rainwater Harvesting (pemanenan air hujan) merupakan salah satu teknik pengumpulan, penyimpanan dan penggunaan air hujan yang dapat diaplikasikan dalam rangka memenuhi kebutuhan air untuk berbagai keperluan, tidak terkecuali untuk keperluan air bersih sebagai sumber baku air minum. Pemanenan air hujan memiliki banyak sekali manfaat (*multi purpose*). Penampungan air hujan dapat dilakukan melalui atap rumah. Namun air hujan yang ditampung melalui atap rumah biasanya membutuhkan pengolahan yang

sederhana sebelum air digunakan untuk kebutuhan sehari hari. An dkk (2015) melakukan penelitian Air hujan yang jatuh memiliki kualitas yang cenderung baik, akan tetapi apabila air hujan dikumpulkan dari atap bangunan tetap akan mengalami kontaminasi dari dekomposisi bahan organik, material atap, dan polutan di udara. (Asnaning et al., 2018)

Pemurnian air adalah sebuah proses yang dilakukan untuk membuat air dapat diterima untuk penggunaan air minum, proses industri, medis dan penggunaan lainnya. Tujuan pemurnian air adalah menghilangkan zat pencemar yang ada dalam air hujan agar air menjadi layak untuk digunakan (Asnaning et al., 2018) Peruntukan air hujan sebagai bahan baku air bersih yang dapat dikonsumsi tentunya memerlukan kriteria tertentu sesuai dengan standar yang berlaku sehingga sesuai dengan kriteria kualitas air bersih. Kualitas air hujan dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu kondisi lingkungan daerah tangkapan air hujan dan kualitas udara. Selain itu, (Mendez et al., 2011) juga telah melakukan penelitian mengenai dampak dari jenis bahan atap (*roofing material*) terhadap kualitas air hujan yang dapat di panen. Penelitian yang serupa juga dilakukan oleh (Farreny et al., 2011) dimana pada dasarnya pemanfaatan air hujan dapat memberikan banyak keuntungan dan merupakan salah satu strategi untuk mengatasi keterbatasan air.

Luas bidang penangkap dan kualitas udara sangat mempengaruhi kualitas air hujan limpasan atap. Kualitas udara sangat dipengaruhi oleh kegiatan manusia yang membuang asap hasil sisa pembakaran begitu saja ke udara tanpa diolah atau disaring terlebih dahulu. Titik lokasi pengambilan sampel ini rencananya akan diambil di daerah kawasan Industri

tepatnya di daerah kecamatan panjang sekisaran PT. Semen Baturaja mengikuti arah mata angin. Tujuan pengambilan sampel didaerah tersebut ialah daerah tersebut padat penduduk, ramai lalu lintas truk atau angkutan lainnya yang keluar masuk industri, banyaknya cerobong asap hasil pembakaran yang dikeluarkan begitu saja serta dekat dengan laut.

Pada penelitian Manik dkk (2008) diketahui beberapa parameter kualitas udara di Kota Bandar Lampung yang meliputi paramater fisik dan kimia. Parameter fisik diantaranya adalah: suhu, kelembapan,, kecepatan angin, tekanan udara, arah angin, cuaca, debu, dan kebisingan, sedangkan parameter kimia yaitu : NO_x, CO, SO_x, plumbum, NH₃, dan H₂S yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar kendaraan dan kegiatan industri. Hal ini dapat menyebabkan pencemaran udara.

Pencemaran udara terjadi karena adanya bahan kontaminasi akibat kegiatan industri yang dibuang langsung ke lingkungan. Kontaminasi ini melebihi kemampuan lingkungan dalam mengatasi dan mengolahnya. Kontaminasi yang berlebihan ini akan menumpuk di udara dan akan mengakibatkan polusi udara. Polusi udara akibat kegiatan industri dapat berupa karbon monoksida (CO), karbon dioksida (CO₂), nitrit (NO₂) , nitrat (NO₃) , ammonia (NH₃) , SO_x dan klorida (Cl). Udara yang tercemar berakumulasi di atmosfer. (Alfiandy et al., 2021)

Akumulasi akan bereaksi dengan uap air (menghasilkan berbagai asam sehingga mengakibatkan uap air di atmosfer menjadi asam. Seperti dan di atmosfer bereaksi dengan uap air menjadi asam sulfat (H₂SO₄) dan asam nitrat (HNO₃) yang berbahaya bagi ekosistem di bumi. Uap air yang tercemar

membentuk awan di atmosfer dan akhirnya turun sebagai hujan ke bumi. Hujan yang turun ke bumi yang mengandung senyawa-senyawa yang berbahaya seperti SO_x, NO_x sehingga membentuk asam sulfat (H₂SO₄) dan asam nitrat (HNO₃) disebut sebagai hujan asam. Kedua senyawa ini sangat berbahaya baik pada tanah, tanaman, hewan, maupun manusia. (Alfiandy et al., 2021)

Pada penelitian Anuar (2015: 34-36), hasil penelitian air hujan yang berdasarkan parameter fisik, parameter kimiawi, parameter kimia anorganik, dan parameter mikrobiologi. Air hujan di lihat dari segi kuantitasnya sudah memenuhi kebutuhan, namun jika lihat dari sisi kualitasnya air hujan masih belum memenuhi syarat kualitas air bersih. (Asnaning et al., 2018)

Tabel 2.3
Data Kandungan Beberapa Variabel Kualitas Udara Pada Beberapa Tempat di Kota Bandar Lampung

NO	PARAMETER	Satuan	B M L	Lokasi						
A	PARAMETER FISIK			1	2	3	4	5	6	7
1.	Suhu	°C	-	32	33	34	29	32	31	31
2.	Kelembaban	%RH	-	57	60	59	63	58	60	68
3.	Kecepatan Angin	m/det	-	0,17	0,20	0,08	0,15	0,20	0,18	0,27
4.	Tekanan Udara	mmHg	-	760	760	760	760	760	760	760
5.	Arah Angin		-	B-T	B-T	B-T	B-T	B-T	T-B	T-B
6.	Cuaca		-	Cerah	Cerah	Cerah	Cerah	Cerah	Cerah	Cerah
7.	Debu	µg/Nm ³	230	187	195	138	115	164	158	71
8.	Kebisingan	dB	70	70-71	72-73	73-74	66-67	74-75	68-69	46-47
B	PARAMETER KIMIA									
9.	NO _x	µg/Nm ³	150	40,35	52,46	51,42	22,46	55,90	42,60	8,65
10.	CO	µg/Nm ³	10.000	1750	1900	3100	1200	2300	1500	<1100
11.	SO _x	µg/Nm ³	365	58,42	71,28	60,90	60,35	69,80	60,35	10,20
12.	Plumbum	µg/Nm ³	2	0,015	0,025	0,017	0,006	0,017	0,010	<0,005
13.	NH ₃	mg/L	2	0,005	0,006	0,005	<0,005	0,006	<0,005	<0,005
14.	H ₂ S	mg/L	0,02	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005

Sumber : Manik dkk (2008)

Keterangan :

1. Jalan Laksamana Malahayati (Depan Hotel Sahid) (10.05-11.05)
2. Areal Pelabuhan Panjang (Pintu Masuk Pelabuhan) (11.15-12.15)
3. Pasar Bawah (Depan Masjid At-Taqwa) (12.25-13.25)
4. Pintu Gerbang Unila (Jl. Pagar Alam) (09.05-10.05)
5. Terminal Rajabasa (Depan Penantian Utama) (10.15-11.15)
6. Perempatan Jalan Soekarno-Hatta dengan Jalan Karang Anyar (12.00-13.00)
7. Batu Putu (14.00-15.00)

Tabel 2.4
Data Pasif Sampeler SO₂ dan NO₂ Pada Beberapa Tempat di Kota
Bandar Lampung

No	Waktu Pengukuran	Lokasi Pengukuran							
		Pemukiman		Industri		Transportasi		Perkantoran	
		SO ₂	NO ₂	SO ₂	NO ₂	SO ₂	NO ₂	SO ₂	NO ₂
1.	Juli 2018	20,99	12,50	22,08	6,80	19,91	13,80	3,70	7,30
2.	Sept 2018	18,45	10,60	17,32	8,75	18,05	9,80	4,79	9,90
3.	Juli 2019	13,17	10,45	22,23	6,12	19,92	13,04	3,14	7,72
4.	Juli 2020	15,56	12,21	12,21	6,85	12,72	15,91	7,48	8,08
5.	Sept 2020	13,00	9,76	10,60	7,68	10,45	13,44	5,18	9,13
Baku Mutu Ambien		NO ₂ (µg/m ³) : 150 SO ₂ (µg/m ³) : 365							

Sumber :Dinas Lingkungan Hidup Kota Bandar Lampung

Keterangan lokasi pengukuran :

1. Pemukiman (Perumahan Palapa V Labuhan Ratu)
2. Industri(Jl. Yos Sudarso PT. HISAB Panjang)
3. Transportasi (Jl. Jendral Sudirman Tugu Adipura Bandar Lampung)
4. Perkantoran (Kantor Kelurahan Gulak Galik Timur).

C. Pengolahan Air Hujan

1. Metode Filtrasi Sederhana Air Hujan (*Rainwater Filtration*)

Metode filtrasi sederhana diperlukan untuk menyempurnakan penurunan kadar kontaminan seperti bakteri, warna, rasa, bau, kesadahan, besi, alumunium, zat organik, nitrit, nitrat, sulfat, chlorida dan zink sehingga diperoleh air bersih yang memenuhi standar kualitas air bersih sebagai sumber air baku air minum (Asmadi, dkk, 2011).

Filtrasi adalah proses pemisahan padatan dari larutan untuk menyisahkan partikel-partikel tersuspensi yang sangat halus di mana larutan tersebut dilewatkan melalui suatu media berpori atau materi berpori. Proses ini digunakan pada instalasi pengolahan air minum untuk menyaring air yang telah dikoagulasi dan diendapkan untuk menghasilkan air minum dengan kualitas yang baik (Djoko M.Hartono,2010).

Filtrasi memiliki dua jenis metode pengolahan yaitu, filtrasi pasir cepat (*rapid sandfilter*) dan filtrasi pasir lambat (*slow sand filter*). *Rapid sand filter* merupakan penyaringan dengan kecepatan penyaringan relatif lebih besar dibandingkan dengan *slow sand filter*.

Faktor yang mempengaruhi efisiensi penyaringan ada 4 (empat) yaitu :

- a. Kualitas air baku, semakin baik kualitas air baku yang diolah maka akan baik pula hasil penyaringan yang diperoleh.
- b. Suhu, Suhu yang baik yaitu antara 20-30°C, temperature mempengaruhi kecepatan reaksi-reaksi kimia.
- c. Kecepatan Penyaringan, Pemisahan bahan-bahan tersuspensi dengan penyaringan tidak dipengaruhi oleh kecepatan penyaringan. Berbagai hasil penelitian menyatakan bahwa kecepatan penyaringan tidak mempengaruhi terhadap kualitas air. Kecepatan penyaringan lebih banyak terhadap masa operasi saringan.
- d. Diameter butiran, secara umum kualitas effluent yang dihasilkan akan lebih baik bila lapisan saringan pasir terdiri dari butiran-butiran halus. Jika diameter butiran yang di gunakan kecil maka yang terbentuk juga kecil. Hal ini akan meningkatkan efisiensi penyaringan.

Tersumbatnya media filter ditandai oleh :

- a. Penurunan kapasitas produksi atau kecepatan alir filtrat.
- a. Peningkatan kehilangan energi (*headlos*) yang diikuti oleh kenaikan muka air diatas media.
- b. Penurunan kualitas air produksi.

Mekanisme Filtrasi

a. Mechanical straining

Mechanical straining adalah proses penyaringan partikel suspended matter yang terlalu besar untuk lolos dari lubang diantara butiran pasir.

b. Sedimentasi

Sedimentasi adalah proses pengendapan partikel tersuspensi yang lebih halus ukurannya daripada lubang pori pada permukaan butiran

c. Adsorpsi

Adsorpsi adalah proses penghilangan partikel koloidal yang berasal dari bahan organik maupun anorganik yang tidak terendapkan. Beberapa sifat yang harus dipenuhi oleh zat penyerap yaitu :

- 1) Mempunyai luas permukaan yang besar
- 2) Berpori pori
- 3) Aktif dan murni
- 4) Tidak bereaksi dengan zat yang akan diserap.

2. Media yang digunakan untuk proses Filtrasi dan Adsorpsi

a. Pasir silika



Gambar 2.2 Pasir silika

Pasir kuarsa juga dikenal dengan nama pasir silika (*silica sand*) merupakan hasil pelapukan batuan yang mengandung mineral utama, seperti kuarsa dan feldspar. Hasil pelapukan kemudian tercuci dan terbawa oleh air atau angin yang terendapkan di tepi-tepi sungai, danau, atau laut. Pasir silika adalah bahan galian yang terdiri atas Kristal silika (SiO_2) dan mengandung senyawa pengotor yang terbawa selama proses pengendapan. Pasir silika mempunyai komposisi gabungan dari SiO_2 , Fe_2O_3 , TiO_2 , CaO , MgO , dan K_2O , berwarna putih bening atau warna lain tergantung pada senyawa pengotornya, kekerasan 7 (skala *Mohs*), berat jenis 2,65, titik lebur $17-15^\circ\text{C}$, bentuk Kristal hexagonal, panas spesifik 0,185. (Kusnaedi,2010)

Pasir ini sangat berbeda dengan pasir pada umumnya. Media filter air yang satu ini dapat digunakan secara efektif dalam melakukan penyaringan air. Selain menyaring air pasir, silika dapat memisahkan air dan lumpur serta partikel-partikel lainnya yang terdapat di dalam air. (Jannah, FHS, 2019)

Dalam kegiatan industri, penggunaan pasir kuarsa sudah

berkembang luas, baik langsung sebagai bahan baku utama maupun bahan tambahan. Sebagai bahan baku utama, misalnya digunakan dalam industry gelas kaca, semen, tegel, mosaik keramik, bahan baku fero silicon, silicon carbide, serta bahan absarit (*ampelas dan sand blasting*). Bahan tambahan, misalnya dala industri cor, industry perminyakan dan pertambangan, serta bata tahan api (*refraktori*). Cadangan pasir silika terbesar terdapat di Sumatera Barat. Potensi lain terdapat di Kalimantan Barat, Jawa Barat, Sumatera Selatan, Kalimantan Selatan, serta Pulau Bangka Belitung.

Pasir silika ini juga sering digunakan untuk pengolahan air kotor menjadi air bersih. Fungsi ini baik untuk menghilangkan sifat fisiknya, seperti kekeruhan atau lumpur dan bau. Pasir ini umumnya digunakan sebagai saringan pada tahap awal. Pasir kuarsa ini banyak dijual di pasaran dalam bentuk batuan atau pun garnula.

Berdasarkan pengolahan air menggunakan media pasir, dibagi menjadi 2 (dua) **type, yaitu :**

1. Saringan pasir cepat (*Rapid Sand Filter*)

Saringan pasir cepat merupakan saringan air yang dapat menghasilkan debit air hasil penyaringan yang lebih banyak daripada pasir lambat. Saringan ini dapat digunakan untuk mengurangi padatan tersuspensi dan tingkat kekeruhan. Saringan pasir cepat ini biasanya merupakan saringan pasir yang memerlukan bahan penyusun dalam jumlah yang besar. Saringan jenis ini dilengkapi dengan pipa-pipa dan ran untuk air masuk (input) maupun output.

Kekurangan

- a) Diperlukan proses disinfeksi kuman yang lebih intensif,
- b) Kurang efektif untuk mengatasi bau dan rasa yang terdapat dalam air yang disaring.
- c) Lapisan bakteri untuk menghilangkan patogen tidak akan terbentuk sebaik saringan pasir lambat dikarenakan debit air yang cukup besar.

Kelebihan

Perawatan mudah karena pencucian media penyaring pasir dilakukan dengan cara membuka kran penguras, sehingga air hasil saringan yang berada di atas lapisan pasir berfungsi sebagai air pencuci.

2. Saringan pasir lambat (*Slow Sand Filter*)

Saringan pasir lambat dengan media pasir atau multimedia untuk proses pengolahan air permukaan yang tidak melalui unit-unit koagulasi, flokualasi dan sedimentasi. Dalam proses kerjanya saringan pasir lambat tidak membutuhkan penambahan bahan kimia, tetapi proses akan lebih efisien jika kecepatan alir konstan danambat untuk mendukung akitifitas biologi. Proses yang terjadi adalah proses fisik-biologis dan biokimia dengan bantuan mikroorgnisme yang terbentuk pad media filtrasi. Teknologi saringan pasir lambat ii telah digunakan secara lua di Eropa sejak tahun 1800, kaitannya dalam mendegradasi mikroorganisme yang sangat efisien.

- Keuntungan dari saringan pasir lambat:
 - a) Efektif :

Saringan pasir lambat merupakan instansi pengolahan yang dapat berdiri sendiri dan sekaligus dapat memperbaiki kualitas secara fisik, kimia, biologis, bahkan dapat menghilangkan sama sekali bakteri pathogen tetapi dengan ketentuan operasi dan pemeliharaan filter dilakukan secara benar dan baik.
 - b) Murah:

Saringan pasir lambat tidak memerlukan energi dan bahan kimia serta pembuatan alat tidak memerlukan biaya besar, maka biaya konstruksinya akan lebih murah dari biaya konstruksi saringan pasir cepat.
 - c) Sederhana :Operasi dan pemeliharaanya murah, tidak memerlukan tenaga khusus yang terdidik dan terampil khusus berkaitan dengan pembersihan.
- Kerugian dari saringan pasir lambat
 - a) Sangat sensitive dengan variasi pH air baku
 - b) Sangat peka terhadap kekeruhan
 - c) Waktu pengendapan air baku cukup lama sehingga proses filtrasi juga berlangsung lama.

b. Zeolit



Gambar 2.3 Batu Zeolit

Zeolit merupakan mineral hasil tambang yang bersifat lunak dan bersifat kering. Warna dari zeolit adalah putih keabu-abuan, putih kehijau-hijauan, atau putih kekuning-kuningan. Ukuran kristal zeolit kebanyakan tidak lebih dari 10-15 mikron. Zeolit juga merupakan suatu mineral yang dihasilkan dari proses *hidrothermal* pada batuan beku basa, secara umum zeolit mampu menyerap, mampu melakukan pertukaran ion dan menjadi katalis. Sifat zeolit sebagai adsorben dan penyaring molekul, dimungkinkan karena struktur zeolit yang berongga, sehingga zeolit mampu menyerap sejumlah besar molekul yang berukuran lebih kecil atau sesuai dengan ukuran rongganya. Selain itu kristal zeolit yang telah terdehidrasi merupakan adsorben yang selektif dan mempunyai efektivitas adsorpsi yang tinggi. (Mahaddilla & Putra, 2013; Mugiyantoro et al., 2017)

Zeolit adalah senyawa alumino-silikat berhidrat dengan kation natrium, kalium, dan barium. Zeolit memiliki struktur molekul yang unik, yaitu atom *silicon* dikelilingi oleh 4 atom oksigen sehingga membentuk semacam jaringan dengan pola yang teratur, di beberapa tempat di jaringan ini, atom silikon digantikan dengan atom aluminium ini hanya memiliki

muatan 3^+ , sedangkan silikon sendiri memiliki muatan 4^+ . Zeolit adalah Kristal alumino silikat dari elemen grup IA dan grup IIA, seperti natrium, kalium, magnesium, dan kalsium. Secara kimia zeolit dapat ditulis dengan rumus empiris $M_2/nO \cdot Al_2O_3 \cdot ySiO_2 \cdot wH_2O$, y adalah 2 atau lebih besar, n adalah valensi kation, dan melambangkan air yang terkandung didalamnya. Struktur zeolit adalah kompleks, yaitu polimer kristal anorganik didasarkan kerangka *tetrahedral* yang diperluas tak terhingga dari AlO_4 dan SiO_4 dan dihubungkan satu dengan lainnya melalui pembagian bersama ion oksigen. Struktur kerangka ini mengandung saluran yang diisi oleh kation dan molekul air. kation aktif bergerak dan umumnya bertindak sebagai ion exchanger. Air dapat dihilangkan secara reversibel yang secara umum dengan pemberian panas. Jika zeolit didasarkan pada satu unit sel kristal, dapat dituliskan sebagai $M_x/n[(AlO_2)_x(SiO_2)_y] \cdot wH_2O$. Keberadaan atom aluminium ini secara keseluruhan akan menyebabkan zeolit memiliki muatan negatif. (Kusnaedi, 2010)

Muatan negatif inilah yang menyebabkan zeolit mampu mengikat kation. Dengan demikian, dapat digunakan untuk mengikat kation-kation pada air, seperti besi (Fe), aluminium (Al) Atau magnesium (Mg). Dengan mengalirkan air baku pada filter zeolit, kation akan diikat oleh zeolite yang memiliki muatan negatif. Di samping itu, zeolite juga mudah melepas kation dan diganti dengan kation lainnya, misalnya zeolit melepas natrium dan digantikan dengan mengikat kalsium atau magnesium. Dengan demikian berfungsi sebagai *ion exchanger* dan adsorben dalam pengolahan air.

Zeolit juga sering disebut sebagai *molecular sieve/ molecuclr mesh* (saringan molekuler) karena memiliki pori-pori yang berukuran molekuler sehingga mampu memisahkan/ menyaring molekul dengan ukuran tertentu. Zeolit mempunyai beberapa sifat anantara lain mudah melepas air akibat pemanasan, tetapi juga mudah mengikat kembali molekul air dalam udara lembap. Oleh karena sifatnya tersebut, zeolit banyak digunakan sebagai bahan pengering. Sifat ini pula yang menyebabkan zeolit dimanfaatkan untuk melunakkan air. Zeolit dengan ukuran rongga tertentu digunakan pula sebagai katalis untuk mengubah alkohol menjadi hidrokarbon sehingga alkohol dapat digunakan sebagai bensin. (Kusnaedi,2010)

Zeolit di alam banyak ditemukan di India, Siprus, Jerman dan Amerika Serikat, serta banyak pul di Indonesia yang daerahnya memeiliki gunung berapi. Mineral zeolit telah dikenal sejak tahun 1756 oleh Cronstedt ketika menemukan stilibit yang bila dipanaskan seperti batuan mendidih (*boiling stane*) karena dehidrasi molekul air yang dikandungnya. Pada tahun 1954, zeolit diklasifikasikan sebagai golongan mineral tersendiri, yang saat itu dikenal sebagai *moleculer sieve materials*. Pada tahun 1984, Professor Joseph V.Smith, ahli kristalografi Amerika Serikat, mendefinisikan zeolit sebagai “ *A zeolite is an aluminosilicate with aframework structure enclosingcavities accupied by large ions dan water molecules, bothof which have considerable freedom of movement, permitting ion exchange and reversible dehydration*” yang berarti “ Zeolit adalah alumino silikat dengan struktur bingkai yang menutupi rongga yang diakibatkan oleh ion besar dan molekul air, keduanya memiliki kebebasan bergerak yang cukup besar,

memungkinkan pertukaran ion dan dehidrasi yang dapat dibalik. ”
(Kusnaedi,2010)

Zeolit merupakan salah satu bahan kekayaan alam yang sangat bermanfaat bagi industri kimia di Indonesia. Zeolit ada dua macam, yaitu zeolite alam dan sintetik. Zeolit alam sudah banyak dimanfaatkan sebagai katalis dan absorben. Zeolit mempunyai beragam kegunaan, seperti pemantap tanah dibidang pertanian, penjernih air, penjernih limbah dan pakan ternak. (Kusnaedi,2010)

Zeolit merupakan mineral hasil tambang yang bersifat lunak dan bersifat kering. Warna dari zeolit adalah putih keabu-abuan, putih kehijau-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.

Zeolit dapat dimanfaatkan sebagai material filtrasi karena mampu memisahkan molekul berdasarkan ukuran, bentuk, polaritas dan derajat ketidakjenuhan. Zeolit dapat dimodifikasi dengan cara sintesis langsung

untuk meningkatkan kandungan silica sehingga dapat meningkatkan sifat hidrofobik pada zeolit. Zeolit merupakan salah satu contoh *molecular sieves*. *Molecular sieves* adalah padatan berpori dengan ukuran dimensi molekul berkisar antara 0,3 nm sampai 2 nm.

c. Active Carbon (Arang Aktif)



Gambar 2.4 Arang Aktif (Active Carbon)

Karbon berpori atau lebih dikenal dengan nama karbon aktif, digunakan sebagai adsorben untuk menghilangkan warna, pengolahan limbah, pemurnian air. Karbon aktif akan membentuk amorf yang sebagian besar terdiri dari karbon bebas dan memiliki permukaan dalam yang berongga, warna hitam, tidak berbau, tidak berasa, dan mempunyai daya serap yang jauh lebih besar dibandingkan dengan karbon yang belum menjalani proses aktivasi. (Widystuti, Sri, dkk. 2011)

Luas permukaan karbon aktif berkisar antara 300-3500 m²/gram dan ini berhubungan dengan struktur pori internal yang menyebabkan karbon aktif mempunyai sifat sebagai adsorben. Karbon aktif dapat mengadsorpsi gas dan senyawa-senyawa kimia tertentu atau sifat adsorpsinya selektif, tergantung pada besar atau volume pori-pori dan luas permukaan. (Widystuti, Sri, dkk. 2011)

Karbon aktif dipakai dalam proses pemurnian udara, gas, larutan atau cairan, dalam proses *recovery* suatu logam dari biji logamnya, dan juga dipakai sebagai *support* katalis. Karbon aktif juga dipakai dalam pemurnian gas dan udara, *safety mask* dan respirator, seragam milliter, adsorbent doams, industri nuklir, *electroplating solutions*; deklorinasi, penyerap rasa dan bau dari air, aquarium, *cigarette filter*, serta penghilang senyawa senyawa organik dalam air. Hanya dengan satu gram karbon aktif, akan didapatkan suatu material yang memiliki luas permukaan yang sangat besar ini, karbon aktif memiliki kemampuan menyerap (absorpsi) zat-zat yang terkandung dalam air dan udara. Dengan demikian, arang aktif ini sangat efektif dalam menyerap zat terlarut dalam air, baik organik maupun anorganik. Oleh karena itu, karbon aktif sangat efektif digunakan untuk media pengolahan air. (Kusnaedi,2010)

Karbon aktif biasanya dibuat dari petroleum coke, serbuk gergaji, lignit, batu bara, peat, kayu, tempurung kelapa, dan biji buah-buahan. Kesemuanya itu ada kalanya dapat langsung diproses sebagai karbon aktif dan ada pula yang melalui proses aktivikasi. Cara mengaktifkan karbon adalah dengan memakai gas pengoksidasi seperti udara, steam, atau karbondioksida (CO_2) dan karbonasi bahan baku dengan memakai chemical agent, seperti seng klorida atau phosphoric acid. (Kusnaedi,2010)

Active carbon merupakan adsorben yang digunakan sebagai absorpsi untuk proses penyerapan bahan-bahan tertentu dengan penyerapan tersebut, air menjadi jernih karena zat-zat didalamnya diikat oleh adsorben. *Active carbon* sering digunakan untuk absorpsi yang

digunakan dapat berbentuk granula atau serbuk dengan waktu kontak 30 menit dalam tanki pengolahan yang dilengkapi dengan pengaduk. Setiap gram karbon aktif dapat mengabsorpsi 0,4 -0,9 fenol. (Kusnaedi,2010)

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 2.5 Karbon Aktif Bentuk Serbuk

- 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 2.6 Karbon Aktif Bentuk Granula

- 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 2.7 Karbon Aktif Berbentuk Pelet

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

Sifat Adsorben

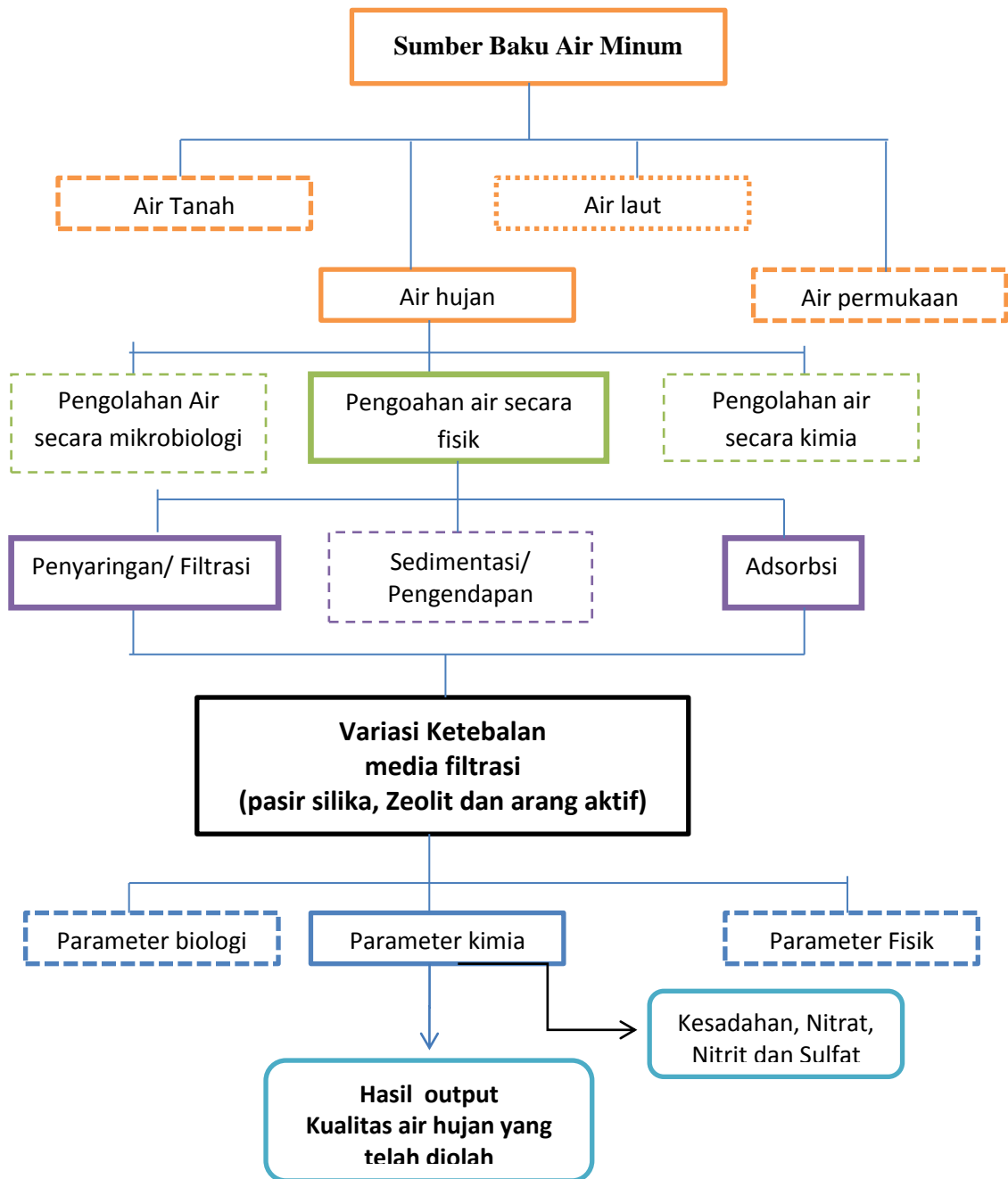
Arang aktif yang merupakan adsorben adalah suatu padatan berpori, yang sebagian besar terdiri dari unsur karbon bebas dan masing-masing berikatan secara kovalen.

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. 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 10 didihnya, untuk senyawa volatile, adsorpsi dilakukan pada temperatur kamar atau bila memungkinkan pada temperatur yang lebih kecil.

D. Kerangka Teori

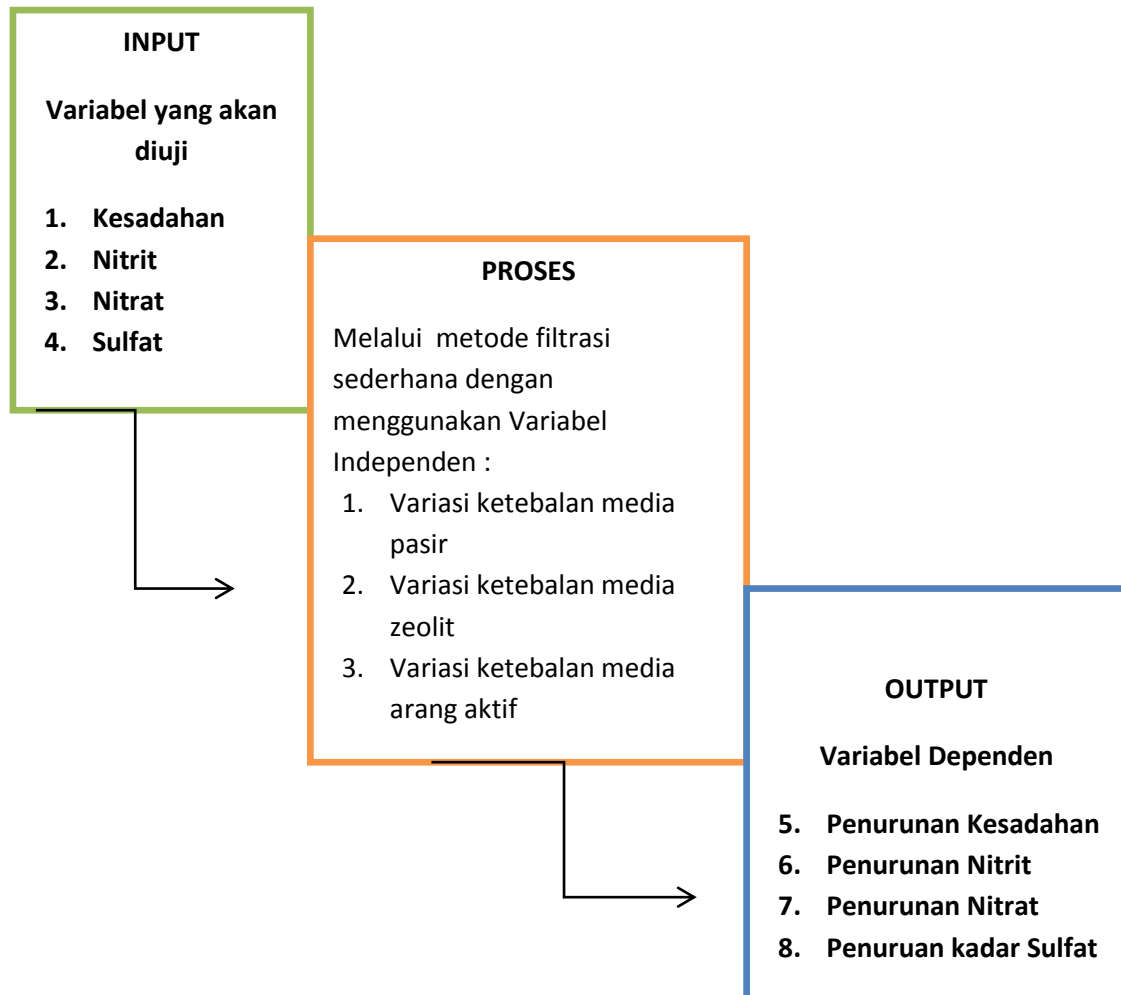


Gambar 2.8. Kerangka Teori

(Sumber : Asmadi,dkk.2010., Kusnaedi,2010.,Latif,2012.,Widystuti,Sri,dkk,2011)

Ket:  variabel yang diteliti
 Variabel yang tidak diteliti

E. Kerangka Konsep



Gambar 2.9
Kerangka Konsep