

## **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<sub>2</sub>O. 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 Indonesiahanya tersisa di dua tempat yakni Papua dan Kalimantan. Indonesia jugadiprediksi bahwa akan ada 321 juta penduduk yang kesulitan mendapatkan air bersih (Rochmi, 2016).

## **B. 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 ke dalam 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.

**C. Sumber Air**

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

1. Bebas dari kontaminan atau bibit penyakit.
2. Bebas dari substansi kimia yang berbahaya dan beracun.
3. Tidak berasa dan berbau.
4. Dipergunakan untuk kebutuhan domestik dan rumah tangga.
5. Memenuhi standar minimal yang ditetapkan oleh WHO atau Depkes 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 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 perendaman 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 dari pada 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<sub>2</sub> (14,4%), NaSO<sub>4</sub> (11,4%), KCl (3,9%), CaCl<sub>2</sub> (3,2%), NaHCO<sub>3</sub> (0,3%), KBr (0,3%), lain-lain (0,1%). (Peureulak, 2009)

## D. Air Bersih

### 1. 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.

### 2. Kebutuhan Air Bersih

3. 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).

#### a. 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 diseluruh 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).

b. 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 :

a. Secara fisik

1) 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.

2) 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.

### 3) Suhu

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

### 4) 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.

### 5) 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 *portabel water* kebanyakan bahan bakar terdapat dalam bentuk terlarut yang terdiri dari garam anorganik selain itu juga gas-gas yang terlarut. Kandungan total solids pada *portabel water* biasanya berkisar antara 20 sampai dengan 1000 mg/L.

#### a. Secara kimia

##### 1) 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.

## 2) 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 padapipa-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.

## 3) 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 batuaninduk yang banyak ditemukan diperairan umum. Batas maksimal yang terkandung didalam air adalah 1,0 mg/L.

## 4) 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.

## 5) 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.

6) Sulfat

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

7) Chlorida

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

## E. Secara Biologis

1. E. Colli

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

2. 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.

3. 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
<b>A. Fisik</b>			
1	Kekeruhan	NTU	<3
2	Warna	TCU	10
3	TDS	Mg/l	<300
4	Suhu	°C	Suhu Udara ± 3
5	Rasa		Tidak Berasa
6	Bau		Tidak Berbau
<b>B. Kimia</b>			
1	pH	mg/l	6,5 - 8,5
2	Besi (Fe)	mg/l	0,2
3	Mangan	mg/l	0,1
4	Nitrat	mg/l	20
5	Nitrit	Mg/l	3
<b>C. Biologi</b>			
1	Total coliform	CFU/100 ml	0
2	E.Colli	CFU/100 ml	0

(Sumber : Permenkes RI No. 02 tahun 2023)

## F. Macam-macam Pengolahan Air

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

### 1. Metode Perendaman

Perendaman adalah suatu operasi pemisahan campuran antara padatan dan cairan dengan melewati umpan (padatan + cairan) melalui medium penyaring. Proses perendaman banyak dilakukan di industri, misalnya pada pemurnian air minum, pemisahan kristal-kristal garam dari cairan induknya, pabrik-kertas dan lain-lain. Untuk semua proses perendaman, umpan mengalir disebabkan adanya tenaga dorong berupa beda tekanan, sebagai contoh adalah akibat gravitasi atau tenaga putar. Secara umum perendaman dilakukan bila jumlah padatan dalam suspensi relatif lebih kecil dibandingkan zat cairnya (Arifin, 2008). Menurut prinsip kerjanya perendaman dapat dibedakan atas beberapa cara, yaitu:

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

### 4. Pengadukan Mekanis

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

### 5. Pengaduk Hidrolis

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

### 6. Pengadukan Pneumatis

Pengadukan yang menggunakan udara (Gas) berbentuk gelembung yang dimasuk.

## **G. 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).

#### **H. Karbon Aktif dengan Adsorben**

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. 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 bahanyang 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)

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

1. 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 glutamat, 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)

2. 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)

3. 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 10 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 dipecah-pecah 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, yaitu dengan cara mencampurkan air dengan kalsium klorida dengan perbandingan 3:1. Dalam mencampurkan kedua bahan ini, disarankan untuk berhati-hati karena kalsium klorida yang dicampur dengan air memiliki sifat panas apabila mengenai kulit. Air hasil percampuran ini, nantinya akan digunakan

untuk merendam arang. apabila kesulitan menemukan kalsium klorida kamu dapat menggantinya dengan pemutih, selanjutnya arang yang telah jadi bisa di pindahkan ke dalam mangkuk anti karat atau mangkuk kaca, dan dapat menuangkan larutan kalsium klorida sedikit demi sedikit sambil mengaduknya dengan sendok kayu. Apabila campuran arang dan kalsium klorida, telah sedikit mengental, maka kamu bisa berhenti mengaduknya, kemudian, berilah tutup pada mangkuk dan taruh di tempat yang tidak bisa dijangkau anak-anak. Lalu diamkan selama 24 jam lamanya. Setelah 24 jam, kuruslah kelembaban yang ada pada mangkuk sampai arang menjadi basah namun tidak basah kuyup atau basah sangat sedikit. Selanjutnya lakukan pemanasan pada arang selama kurang lebih 3 sampai 4 jam pada tanur dengan suhu  $300^{\circ}\text{C}$ . Keluarkan arang dari Tanur dan dinginkan, setelah itu arang aktif siap untuk digunakan. (Setyawan, 2014).

b) Perendaman dalam Bahan Kimia

Arang atau bahan baku dimasukkan kedalam wadah yang telah terisi dengan cairan  $\text{ZnCl}_2$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{NaOH}$ , dan  $\text{H}_3\text{PO}_4$  dalam konsentrasi yang berbedabeda tergantung jenis bahan karbon tersebut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa  $\text{ZnCl}_2$ ,  $\text{NaOH}$  dan  $\text{H}_3\text{PO}_4$  merupakan bahan yang cukup baik untuk digunakan sebagai bahan pengaktivasi. Konsentrasi garam-garam klorida dan asam fosfat umumnya digunakan 10-15%, sedangkan  $\text{NaOH}$  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  $1.100^{\circ}\text{C}$ . Standar Kualitas Arang Aktif keran uap mulai dibuka dan dialirkan selama 36 jam sampai suhu mencapai titik maksimum. Apabila suhu ruang telah turun, penyemprotan uap di hentikan sampai suhu meningkat kembali. Pemberian uap dilakukan secara periodik selama 15-20 menit. Setelah penyemprotan selesai pemanasan masih terus dilanjutkan selama 12 jam untuk mengeringkan bahan dan kemudian dikeluarkan dari tanur dan terus disemprot air agar tidak terbakar (Ford, 2010).

## **I. Kandungan Zat Aktif Bahan Alami**

### **1. Arang Batok Kelapa**

#### **a. Kandungan Zat Aktif**

Metode lain untuk menurunkan kadar besi pada air adalah menggunakan Arang tempurung kelapa. Penghilangan kadar besi dihasilkan dari adsorpsi oksigen diikuti oleh oksidasi  $\text{Fe}^{2+}$ , dikatalisis oleh permukaan karbon adsorben.  $\text{Fe}^{3+}$  mengendap pada padatan, membentuk karbon berlapis oksida besi terhidrasi yang juga mampu menyerap zat besi. Arang tempurung kelapa yang dimodifikasi saat ini telah ditemukan sangat efektif dan menghilangkan zat besi hingga di bawah 0,3 ppm dalam air tanpa meningkatkan pH di atas ambang batas (Beenakumari K.S, 2009).

Menurut Fifit Astuti, DKK 2021, hasil pembakaran batok kelapa terkandung campuran dari berbagai oksida mineral yaitu natrium oksida ( $\text{Na}_2\text{O}$ ), kalium Oksida ( $\text{K}_2\text{O}$ ), Magnesium Oksida ( $\text{MgO}$ ), besi oksida ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), silikon dioksida

(SiO<sub>2</sub>) dan beberapa senyawa lainnya. Unsur yang terkandung dalam abu dan memiliki efektifitas senyawa penyerap adalah senyawa silikon dioksida (SiO<sub>2</sub>). Kandungan SiO<sub>2</sub> pada limbah batok kelapa sekitar 37,97%.

Melimpahnya jumlah batok kelapa pada sektor pertanian menjadikannya mudah untuk didapati diberbagai wilayah di indonesia.

#### **b. Prosedur Pembuatan Arang**

Cara pembuatan arang pada prinsipnya adalah metode fisika dengan proses pembakaran dengan suhu tinggi. adapun prosedurnya adalah sebagai berikut :

- 1) Pada pembuatan arang dengan menggunakan batok kelapa, direkomendasikan menggunakan drum bekas minyak. Kemudian masukkan batok ke dalam drum selanjutnya bakar batok pada awalnya saja, apabila sudah menyala, segera tutup drum. Tutup drum harus memiliki ventilasi udara. Biarkan selama beberapa jam,
- 2) Kemudian, cara menentukan arang yang kamu buat sudah jadi atau belum, kamu tidak perlu membuka penutup drum. Cukup perhatikan dari ciri-ciri yang terdapat pada asap,
- 3) Apabila asap yang dikeluarkan dari drum tebal dan berwarna putih, itu berarti batok tersebut sudah pada tahap mengering. Apabila asap yang dikeluarkan tebal dan memiliki warna kuning, itu merupakan tanda sedang terjadinya proses pengarbonan pada batok. Sedangkan apabila asap sedikit demi sedikit semakin menipis dan berwarna biru, itu tanda bahwa proses pengarangan hampir selesai,
- 4) Apabila telah selesai, sebelum membongkar arang, pastikan arang menjadi dingin terlebih dahulu, dan

5) Pemilahan arang aktif. Arang yang memiliki warna hitam mengkilap, keras dan utuh serta rapuh atau mudah dipatahkan merupakan arang yang memiliki kualitas baik. Apabila ingin membuat arang aktif dirumah, bisa menggantikan drum dengan tungku dan lakukan proses pengarangan di luar rumah dengan menggunakan kayu bakar. Agar hemat dan tahan lama.

### c. Pembuatan Arang Aktif

Setelah arang yang berbahan Batok kelapa telah selesai dibuat, maka perlu dilakukan pengaktifan terhadap arang tersebut dengan cara:

- 1) Arang yang telah jadi dapat dipindahkan ke dalam mangkuk anti karat atau baskom yang berbahan plastik. Dapat menuangkan larutan kalsium klorida sedikit demi sedikit sambil mengaduknya dengan sendok kayu,
- 2) Apabila campuran arang dan kalsium klorida, telah sedikit mengental, maka bisa berhenti mengaduknya,
- 3) Kemudian, berilah tutup pada mangkuk dan taruh di tempat yang aman, Lalu diamkan selama 24 jam lamanya,
- 4) Setelah 24 jam, kuruslah kelembaban yang ada pada wadah sampai arang menjadi basah namun tidak basah kuyup atau basah sangat sedikit,
- 5) Selanjutnya lakukan pemanasan pada arang selama kurang lebih 3 sampai 4 jam pada tanur dengan suhu  $300^{\circ}\text{C}$ ,
- 6) Keluarkan arang dari Tanur dan dinginkan, setelah itu arang aktif siap untuk digunakan

## 2. Arang Kayu

### a. Kandungan Zat Aktif

Arang kayu, merupakan hasil dari sisa bahan tidak terpakai pada usaha panglong kayu, bahan tersebut menumpuk dan menyebabkan masalah lingkungan, kayu sisa usaha panglong itu maka dapat di olah menjadi arang aktif limbah kayu, Bahan untuk menurunkan kadar besi pada air bersih salah satunya adalah arang aktif yang mengandung karbon aktif yang berasal dari bahan kayu. Komposisi kimia kayu terdiri dari karbohidrat, selulosa, lignin, silika  $\pm 60\%$  dan zat ekstraktif. Selulosa merupakan komponen kayu terbesar dan merupakan komponen struktur utama dinding sel tumbuhan. Ahmadi (1990)

Selain itu kayu mengandung senyawa aktif alami yang disebut dengan tanin atau bentuk spesifiknya adalah tanat. Senyawa ini memiliki sifat dapat larut dalam air atau alkohol karena tanin banyak mengandung fenol yang memiliki gugus OH-, dapat mengikat logam berat.

Asam tanin dalam kayu bersifat korosif terhadap logam besi (besi) atau logam dengan kandungan besi (besi). Asam tanat adalah bentuk spesifik tanin, sejenis polifenol. Keasamannya yang lemah (pKa sekitar 6) disebabkan oleh banyaknya gugus fenol dalam struktur. Formula kimia untuk asam tanat komersial sering diberikan sebagai  $C_{76}H_{52}O_{46}$ , yang sesuai dengan glukosa decagalloyl, tetapi sebenarnya itu adalah campuran glukosa polygalloyl atau ester asam quinic polygalloyl dengan jumlah bagian galloyl per molekul mulai dari 2 hingga 12 tergantung pada sumber tanaman yang digunakan untuk mengekstrak asam tanat (Kumar Das dkk, 2020; Das dkk, 2023).

## **b. Prosedur Pembuatan Arang**

Kayu yang sudah dipilih kemudian di potong kecil-kecil dan menyesuaikan ukuran kuali atau alat yang digunakan untuk memasak arang. Peosedur pembuatan arang tersebut adalah :

- 1) Membuat api berukuran sedang di area aman dan media pembakaran yang aman juga serta api harus cukup panas untuk membakar kayu.
- 2) Memasukkan kayu berukuran kecil ke kuali logam.
- 3) Memasukkan kayu keras atau bahan tanaman ke dalam kuali logam, lalu pasang tutupnya.
- 4) Menutup kuali harus memiliki lubang udara, walaupun aliran udara di dalam kuali perlu dibatasi selama proses. Anda bisa memakai ketel masak yang biasa dipakai untuk berkemah sehingga udara bisa keluar melalui cerat.
- 5) Bahan yang dibakar perlu sekering mungkin sebelum dimasukkan ke kuali
- 6) Memasak kuali di api terbuka selama 3-5 jam untuk membuat arang. Ketika bahan dimasak, Anda akan melihat keluarnya asap dan gas dari lubang ventilasi tutup kuali. Hal ini akan membakar semua material pada bahan, kecuali karbon (arang) di dalamnya.
- 7) Ketika tidak ada lagi asap atau gas yang keluar dari kuali, arang sudah selesai dimasak.
- 8) Membersihkan arang dengan air kalau sudah dingin. Sekarang, arang di dalam kuali akan terus panas untuk sementara waktu. Tunggulah sampai arang mendingin. Ketika arang cukup dingin untuk disentuh, pindahkan karbon ke wadah bersih dan bilas dengan air dingin untuk menyingkirkan abu dan segala serpihan yang tersisa, kemudian buang airnya.
- 9) Menggiling arang dengan cara memindahkan arang yang dibersihkan ke



lumpang dan pakai alu untuk menumbuknya sampai menjadi bubuk halus. Kalau tidak, masukkan arang ke kantong plastik kuat dan hancurkan menjadi bubuk dengan palu.

- 10) Biarkan bubuk arang kering sepenuhnya kemudian pindahkan bubuk ke mangkuk bersih. Pastikan kekeringan arang memakai jari; bubuk sebaiknya kering sepenuhnya sebelum dipindahkan. Proses pembuatan arang sudah selesai.

### **c. Prosedur Pembuatan Arang Aktif**

Arang kayu yang telah jadi tidak langsung bisa dipakai namun harus di bercampuran bahan kimi agar bisa aktif atau memiliki kandungan/ senyawa aktif yang berfungsi menurunkan kadar besi pada air bersih. Prosedur tersebut antara lain :

- a) Arang yang telah jadi dapat dipindahkan ke dalam mangkuk anti karat atau baskom yang berbahan pelastik. Dapat menuangkan larutan kalsium klorida sedikit demi sedikit sambil mengaduknya dengan sendok kayu,
- b) Apabila campuran arang dan kalsium klorida, telah sedikit mengental, maka bisa berhenti mengaduknya,
- c) Kemudian, berilah tutup pada mangkuk dan taruh di tempat yang aman, Lalu diamkan selama 24 jam lamanya,
- d) Setelah 24 jam, kuraslah kelembaban yang ada pada wadah sampai arang menjadi basah namun tidak basah kuyup atau basah sangat sedikit,
- e) Selanjutnya lakukan pemanasan pada arang selama kurang lebih 3 sampai 4 jam pada tanur dengan suhu 300°C,

- f) Keluarkan arang dari Tanur dan dinginkan, setelah itu arang aktif siap untuk digunakan. (Setyawan, 2014).

### **3. Arang Sekam Padi**

#### **a. Kandungan Zat Aktif**

Cara berikutnya untuk menurunkan kadar besi pada air adalah menggunakan sekam padi. Sekam padi mengandung beberapa unsur kimia yaitu kadar air (9,02%), protein kasar (3,03%), lemak (1,18%), serat kasar (35,68%), abu (17,17%), karbohidrat (33,71%), karbon (zat arang) 1,33%, hidrogen 1,54%, oksigen 33,64%, selain itu Sekam padi merupakan bahan berligno selulosa seperti biomassa lainnya akan tetapi memiliki kelebihan yaitu mengandung silika yang tinggi. Kandungan kimia sekam padi terdiri atas 50 % selulosa, 25 – 30 % lignin, dan 95,35 % silika (Ismail and Waliuddin, 1996).

Daya serap ditentukan oleh luas permukaan partikel. Kemampuan arang dapat menjadi lebih tinggi jika dilakukan aktivasi terhadap arang tersebut dengan bahan-bahan kimia atau dengan pemanasan pada temperatur tinggi (Jasman, 2011). penelitian lain membuktikan bahwa di antara berbagai sumber silika, sekam padi dianggap sebagai bahan biomassa pertanian yang berharga dan sumber daya hemat biaya yang dapat menyediakan silika biogenik untuk aplikasi biomedis. Sekam padi adalah biomassa polimer dengan kekerasan abrasif dan kapasitas penyerap yang lebih tinggi. Mereka mengandung jumlah lignin yang lebih tinggi dan 95% SiO<sub>2</sub>, bertanggung jawab atas kapasitas penyerapannya. Ini dapat digunakan untuk penyaringan air karena memiliki luas permukaan eksternal yang tinggi dan dapat memerangkap hingga 95% kekeruhan dan menghilangkan bakteri. Sekam

padi adalah sumber potensial silika amorf, yang memiliki berbagai aplikasi dalam ilmu material, produksi semen Portland dll. Karena luas permukaan spesifik yang tinggi dan adanya karbon aktif, mereka baik dalam memenjarakan kotoran lain serta zat seperti Klorin dan Besi (Joseph, 2022).

#### **b. Pembuatan Arang Sekam Padi**

Sebelum dapat digunakan sebagai bahan penurun kandungan FE pada air tentu saja harus dilakukan pengolahan terhadap Sekam Padi menjadi arang dengan cara :

- 1) Pilih lokasi pembakaran yang jauh dari perumahan atau jalan, karena proses pembakaran sekam padi akan menimbulkan asap yang tebal. Sebaiknya alas tempat pembakaran terbuat dari lantai keras yang tahan panas, atau alasi bagian bawah dengan plat seng sebelum melakukan pembakaran. Hal ini untuk memudahkan pengambilan arang sekam.
- 2) Buat api unggun seukuran silinder yang telah kita buat sebelumnya. Bahan bakarnya bisa menggunakan kertas koran, kayu bakar atau daun-daun kering. Kemudian nyalakan api, lalu tutup api tersebut dengan silinder yang telah diberi cerobong asap tadi.
- 3) Timbun ruang pembakaran silinder yang didalamnya sudah ada nyala api dengan beberapa karung sekam padi. Penimbunan dilakukan menggunung ke atas setinggi kurang lebih 1 meter dengan puncak timbunan cerobong asap yang menyembul keluar.
- 4) Setelah 20-30 menit atau saat puncak timbunan sekam padi terlihat menghitam, naikkan sekam yang masih berwarna coklat di bawah ke arah puncak. Lakukan terus sampai semua sekam padi menghitam sempurna.

- 5) Setelah semua sekam berubah menjadi hitam, siram dengan air hingga merata. Penyiraman dilakukan untuk menghentikan proses pembakaran. Apabila proses pembakaran tidak dihentikan maka arang sekam akan berubah menjadi abu.
- 6) Setelah disiram dan suhunya menurun, bongkar gunung arang sekam dan keringkan. Kemudian masukkan ke dalam karung dan simpan di tempat kering.

(Indah Listiana,dkk.2021)

### **c. Pembuatan Arang Aktif Sekam Padi**

Setelah arang aktif yang berbahan dari Sekam Padi telah disiapkan maka perlu dilakukan pengaktifan terhadap arang tersebut, dengan cara :

- 1) Arang yang telah jadi dapat dipindahkan ke dalam mangkuk anti karat atau baskom yang berbahan plastik. Dapat menuangkan larutan kalsium klorida sedikit demi sedikit sambil mengaduknya dengan sendok kayu,
- 2) Apabila campuran arang dan kalsium klorida, telah sedikit mengental, maka bisa berhenti mengaduknya,
- 3) Kemudian, berilah tutup pada mangkuk dan taruh di tempat yang aman, Lalu diamkan selama 24 jam lamanya,
- 4) Setelah 24 jam, kuraslah kelembaban yang ada pada wadah sampai arang menjadi basah namun tidak basah kuyup atau basah sangat sedikit,
- 5) Selanjutnya lakukan pemanasan pada arang selama kurang lebih 3 sampai 4 jam pada tanur dengan suhu 300°C,

- 6) Keluarkan arang dari Tanur dan dinginkan, setelah itu arang aktif siap untuk digunakan.

(Setyawan, 2014).

#### **4. Arang Bonggol Jagung**

##### **a. Kandungan Zat Aktif**

Tongkol atau Bonggol Jagung juga merupakan salah satu limbah yang dapat digunakan sebagai bahan baku adsorben kadar besi (Fe) di air.

Tongkol jagung memiliki kandungan selulosa 40 - 45%, hemiselulosa 30 - 35% dan lignin 10-20% (Velmurugan et al, 2015) sedangkan abu tongkol jagung mengandung silika lebih dari 60% dengan sejumlah kecil unsur-unsur logam (Adesanya and Raheem, 2009).

Selain itu, pada Penelitian lain dijelaskan Bongkol jagung mengandung selulosa (41%) dan hemiselulosa (36%) yang dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan karbon aktif. Besarnya jumlah persentase selulosa yang di dalam tongkol jagung, sehingga dapat digunakan sebagai alternatif bahan baku arang aktif sebagai adsorben yang digunakan pada proses adsorpsi (Narwati dkk, 2020). Oleh karena itu untuk menghilangkan zat besi dari air, sebuah studi batch telah dilakukan dengan proses adsorpsi menggunakan karbon aktif yang dibuat dari tongkol jagung jagung sebagai adsorben dan efisiensi penyisihannya sebagai fungsi dari parameter seperti dosis (1-6 g), pH (3-8), waktu kontak (30-180 menit) dan awal konsentrasi (0,5-5 mg / L). Diamati bahwa penghilangan zat besi maksimum terjadi pada pH 5,5. Juga diamati bahwa Penghilangan zat besi maksimum terjadi setelah waktu kontak 120

menit. Persentase penghapusan zat besi berkurang dengan peningkatan di awal konsentrasi larutan sedangkan meningkat dengan peningkatan dosis dan mencapai keseimbangan untuk 3g adsorben Dosis. Efisiensi penghapusan ditemukan sekitar 75% (Kogad, 2019).

#### **b. Prosedur Pembuatan Arang dan Arang Aktip**

Pembuatan karbon aktif dengan bahan baku limbah tongkol jagung manis melewati beberapa tahap dan proses. Proses kimia yang digunakan dalam pembuatan karbon aktif ini disebut dengan karbonisasi. Karbonisasi terhadap limbah tongkol jagung manis dilakukan dengan kondisi suhu 550 °C selama setengah jam. Setelah proses karbonisasi dilakukan, karbon aktif melewati beberapa tahapan proses lagi untuk menjadi karbon aktif yang akan diuji karakteristiknya. Dalam penelitian ini digunakan  $\text{CaCl}_2$  sebagai aktivator. Aktivator merupakan zat atau senyawa kimia yang digunakan untuk mengaktifkan arang sebelum menjadi arang aktif. Tujuan aktivasi ini adalah mengaktifkan arang tongkol jagung sehingga dapat berfungsi sebagai adsorben. Menambahkan atau mengembangkan volume pori dan memperbesar diameter pori yang telah terbentuk pada proses karbonisasi serta untuk membuat beberapa porositas baru (Gunawan, E. R dan D. Suhendra, 2010). Adapun prosedurnya adalah sebagai berikut :

- 1) Arang yang telah jadi dapat dipindahkan ke dalam mangkuk anti karat atau baskom yang berbahan plastik. Dapat menuangkan larutan kalsium klorida sedikit demi sedikit sambil mengaduknya dengan sendok kayu,
- 2) Apabila campuran arang dan kalsium klorida, telah sedikit mengental, maka bisa berhenti mengaduknya,

- 3) Kemudian, berilah tutup pada mangkuk dan taruh di tempat yang aman, Lalu diamkan selama 24 jam lamanya,
- 4) Setelah 24 jam, kuruslah kelembaban yang ada pada wadah sampai arang menjadi basah namun tidak basah kuyup atau basah sangat sedikit,
- 5) Selanjutnya lakukan pemanasan pada arang selama kurang lebih 3 sampai 4 jam pada tanur dengan suhu 300°C,
- 6) Keluarkan arang dari Tanur dan dinginkan, setelah itu arang aktif siap untuk digunakan. (Setyawan, 2014).

#### **J. Prosedur Pengambilan Sampel Air**

Persiapan Wadah dan Alat Pengambil Sampel Untuk menghindari kontaminasi sampel, seluruh wadah sampel dan peralatan pengambil sampel harus benar-benar dibersihkan sebelum berangkat. Wadah sampel bisa sebagai sumber kontaminan jika tidak disiapkan dengan benar. Wadah sampel tersebut juga harus digunakan hanya untuk sampel air tidak boleh digunakan untuk menyimpan bahan kimia atau cairan lain. Hal yang perlu diperhatikan adalah dalam penggunaan wadah (botol) bekas, karena dapat mengkontaminasi sampel. Beberapa cara pencucian umumnya diaplikasikan pada wadah sebelum digunakan. Cara pencucian wadah sampel sesuai dengan persyaratan pencucian untuk masing-masing parameter adalah sebagai berikut

1. Logam ( Total dan Terlarut ) Wadah: Botol polietilen lengkap dengan tutupnya. Tata kerja pembersihan: Cuci botol dan tutupnya dengan deterjen yang bebas logam dan fosfat. Bilas dengan air bersih, setelah itu cuci botol dengan asam dengan memasukkan 1 : 1 HCl ke dalam botol, putar tutup botol hingga kencang kemudian kocok. Kemudian bilas botol dengan air bersih dan

cuci kembali dengan HNO<sub>3</sub> 1:1. Akhirnya bilas botol dengan air bebas analit sebanyak 3 kali dan biarkan mengering. Setelah kering, tutup botol dengan rapat lalu diberi label "wadah bersih" dan dilengkapi dengan tanggal pembersihan serta petugas pembersih wadah.

2. BOD dan COD Wadah : Gunakan botol plastik atau gelas lengkap dengan tutupnya. Kapasitas minimum botol adalah 1 liter untuk analisis BOD dan 100 mL untuk analisis COD. Tata kerja pembersihan : Cuci botol dan tutupnya dengan deterjen yang bebas fosfat dan bilas dengan air bersih. Setelah itu cuci botol dengan asam HCl 1:1. Akhirnya bilas botol dengan air bebas analit sebanyak 3 kali dan biarkan mengering. Setelah kering, tutup botol dengan rapat lalu diberi label "wadah bersih" dan dilengkapi dengan tanggal pembersihan serta petugas pembersih wadah. Anorganik non logam dan sifat fisik Wadah : Gunakan botol plastik atau gelas lengkap dengan tutupnya. Kapasitas minimum 2 liter. Tata kerja pembersihan : Cuci botol dan tutupnya dengan deterjen yang bebas fosfat dan bilas dengan air bersih. Selanjutnya bilas botol dengan air bebas analit sebanyak 3 kali dan biarkan mengering. Setelah kering, tutup botol dengan rapat lalu diberi label "wadah bersih" dan dilengkapi dengan tanggal pembersihan serta petugas pembersih wadah. Peralatan pengambil sampel yang digunakan juga dapat memberikan kontaminasi bila tidak dibersihkan dengan cara yang tepat. Alat pengambil sampel ini harus dicuci dengan deterjen bebas fosfat dan disikat untuk menghilangkan partikel yang menempel di permukaan. Bilas peralatan dengan air bersih hingga seluruh deterjen hilang. Bila peralatannya terbuat dari bahan non logam (misalnya teflon) maka cuci dengan asam HNO<sub>3</sub>. Kemudian seluruh peralatan dibilas dengan air bersih, dilanjutkan dengan menggunakan



isopropanol (pesticide grade) dan akhirnya dengan air bebas analit. Peralatan yang telah dibersihkan harus diberi label "bersih" siap untuk pengambilan sampel lengkap dengan tanggal pencucian, nama petugas yang membersihkan dan tandatangannya.

#### **K. Persiapan Bahan dan Peralatan Penunjang**

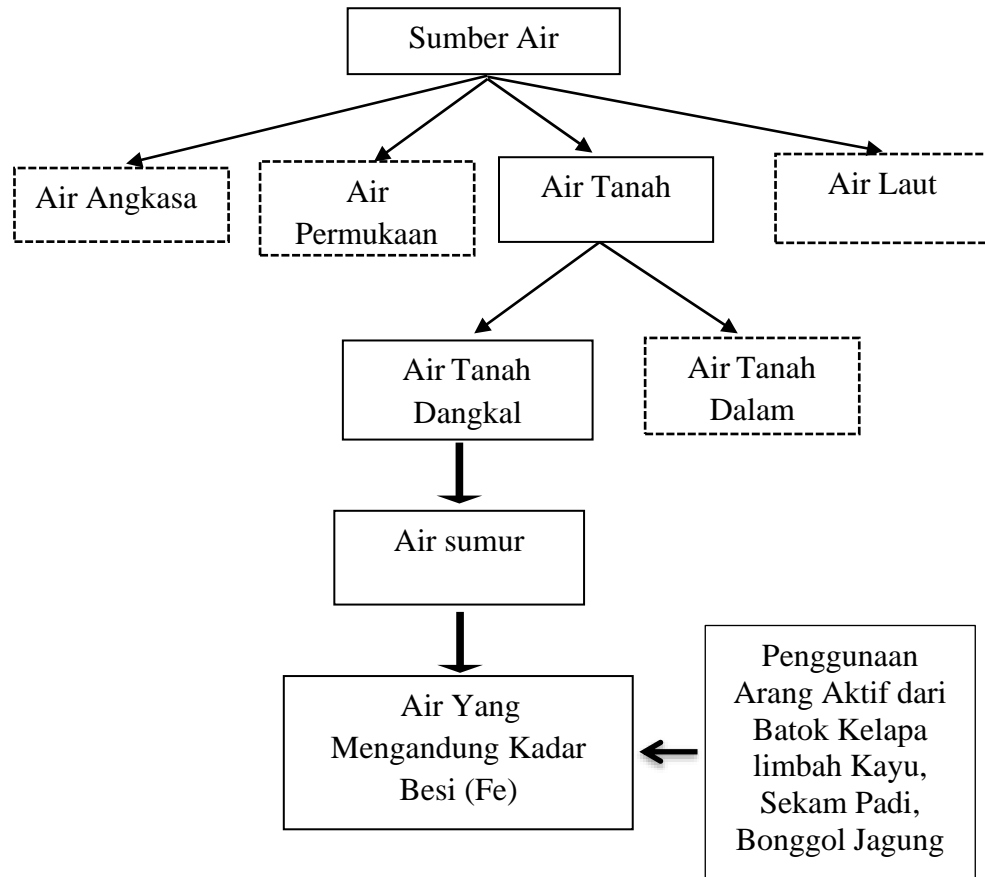
Bahan penunjang yang harus disiapkan untuk pengambilan sampel meliputi: pengawet, label, blanko (air suling bebas analit) untuk pengendalian mutu lapangan, formulir rekaman lapangan. Blanko yang biasanya digunakan adalah:

Formulir rekaman lapangan harus disiapkan sebelum berangkat ke lapangan untuk merekam seluruh data pengambilan sampel. Hal ini sangat berguna pada saat verifikasi dan validasi data pengambilan sampel. Penulisan data dalam form rekaman lapangan harus dibuat jelas, tidak ditulis dengan pensil, bila terjadi kesalahan tidak dihapus atau di tip-ex atau dibuat tidak kelihatan, tetapi dicoret dan data yang benar ditulis di sampingnya dengan dibubuhi paraf petugas.


Formulir rekaman lapangan berisi informasi antara lain:

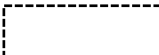
1. Identitas petugas;
2. Waktu pengambilan sampel;
3. Identifikasi sampel;
4. Lokasi dan titik pengambilan sampel termasuk diagram,
5. Titik pengambilan contoh pada kran sebagai berikut :
  - a. pada sumur bor eksplorasi contoh diambil pada titik yang telah ditentukan sesuai keperluan eksplorasi;
  - b. pada sumur observasi contoh diambil pada dasar sumur setelah air dalam sumur bor/pipa dibuang sampai habis (dikuras) sebanyak tiga kali;
  - c. pada sumur produksi contoh diambil pada kran/mulut pompa keluarnya air.

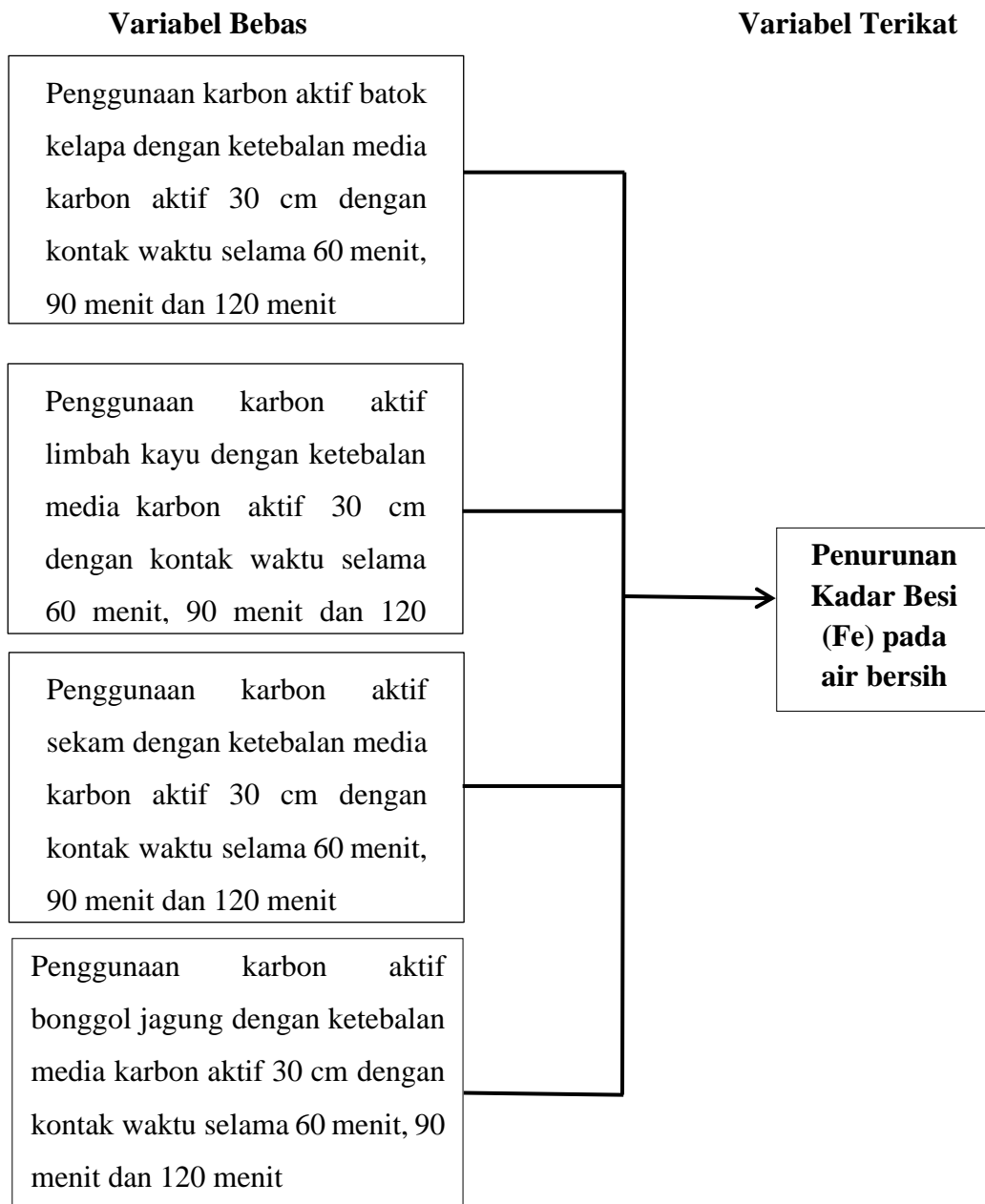
## L. Kerangka Teori



Keterangan :

 Variabel yang diteliti

 Variabel yang tidak diteliti

**M. Kerangka Konsep**

**N. Hipotesis Penelitian**

H<sub>0</sub> = Penggunaan karbon aktif batok kelapa, Penggunaan karbon aktif Sekam Padi, Penggunaan karbon aktif Limbah kayu, Penggunaan karbon aktif bonggol jagung tidak memiliki perbedaan terhadap penurunan Kadar besi (*Fe*) pada air bersih.

H<sub>1</sub> = Penggunaan karbon aktif batok kelapa, Penggunaan karbon aktif Sekam Padi, Penggunaan karbon aktif Limbah kayu, Penggunaan karbon aktif bonggol jagung terdapat perbedaan terhadap menurunkan Kadar besi (*Fe*) pada air bersih.