

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Air

##### 2.1.1 Definisi Air

Air adalah zat pelarut yang baik sekali dan paling murah, terdapat di alam dalam keadaan tidak murni. Air minum berupa cairan yang tidak berbau, tidak berasa dan tidak berwarna. Air merupakan persenyawaan 2 atom hidrogen dan 1 atom oksigen, rumus kimianya  $H_2O$ . Kurang lebih 70% permukaan bumi tertutup oleh air sehingga air mempunyai peran yang sangat penting dalam memenuhi hajat semua kehidupan makhluk hidup yang berada di bumi. Air yang digunakan sebagai kebutuhan manusia dalam kehidupannya sehari-hari, digunakan pula untuk air minum setelah mengalami proses perebusan hingga mendidih, dan harus memenuhi persyaratan dari segi kualitas air yang meliputi kualitas fisik, kimia, biologis, dan radiologis, sehingga apabila dikonsumsi tidak dapat menimbulkan efek samping yang dapat mengganggu kesehatan manusia sesuai dengan PERMENKES R.I/No.492/MENKES/PER/IV/2010.

Tabel 2. Persyaratan kualitas air menurut Permenkes RI Nomor 492/Menkes/Per/IV/2010

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
1	Parameter yang berhubungan langsung dengan kesehatan		
	a. Parameter Mikrobiologi		
	1. <i>E.coli</i>	Jumlah per 100 ml sampel	0
	2. Total bakteri <i>Coliform</i>	Jumlah per 100 ml sampel	0

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
2	b. Kimia an-organik		
	1. Arsen	mg/L	0,01
	2. Flourida	mg/L	1,5
	3. Total Kromium	mg/L	0,05
	4. Fe	mg/L	0,3
	5. Kadmium	mg/L	0,003
	6. Nitrit	mg/L	3
	7. Nitrat	mg/L	50
	8. Sianida	mg/L	0,07
	9. Selenium	mg/L	0,01

### 2.1.2 Persyaratan Air Bersih

Persyaratan kualitas air bersih diatur dalam Peraturan Menteri Kesehatan (Kep.Menkes RI Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010), persyaratan tersebut adalah sebagai berikut :

#### 1. Persyaratan fisik

Secara fisik air bersih harus jernih, tidak berbau dan tidak berasa. Selain itu juga suhu air bersih sebaiknya sama dengan suhu udara atau kurang lebih 25°C, dan apabila terjadi perbedaan maka batas yang diperbolehkan adalah 25°C ± 30 °C.

#### 2. Persyaratan kimiawi

Air bersih tidak boleh mengandung bahan-bahan kimia dalam jumlah yang melampaui batas. Beberapa persyaratan kimia antara lain adalah : derajat keasaman (pH), total suspended solid, kesadahan (CaCO<sub>3</sub>), kalsium (Ca), besi (Fe), mangan (Mn), tembaga (Cu), seng (Zn), chlorida (Cl), nitrit (NO<sub>2</sub>), nitrat (NO<sub>3</sub>) serta logam berat yaitu kadmium (Cd), timbal (Pb), arsen (As), Khrom (Cr) dan air raksa (Hg).

### 3. Persyaratan mikrobiologi

Air bersih tidak boleh mengandung kuman patogen dan parasitik yang mengganggu kesehatan. Persyaratan bakteriologis ini ditandai dengan tidak adanya bakteri *Escherichia coli* atau *fecal coli* dalam air. Bakteri golongan *E.coli* tidak termasuk golongan bakteri yang patogen, namun bakteri ini merupakan indikator dan pencemaran air oleh bakteri patogen.

### 4. Persyaratan radioaktivitas

Apapun bentuk radioaktivitas menimbulkan efek yang sama, yaitu kerusakan pada sel yang terpapar. Dapat berupa kematian dan perubahan komposisi genetik. Kematian sel dapat digantikan kembali apabila sel dapat beregenerasi dan tidak semua sel mengalami kematian. Perubahan genetik dapat menimbulkan penyakit berupa kanker dan mutasi (Slamet, 2009).

#### **2.1.3 Kualitas Air**

Permenkes RI Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 mengelompokkan kualitas air menjadi beberapa golongan yaitu

- a. Golongan A, yaitu air yang dapat digunakan sebagai air minum secara langsung, tanpa pengolahan terlebih dahulu.
- b. Golongan B, yaitu air yang dapat digunakan sebagai air baku air minum.
- c. Golongan C, yaitu air yang dapat digunakan untuk keperluan perikanan dan peternakan.
- d. Golongan D, yaitu air yang dapat digunakan untuk keperluan pertanian, usaha perkotaan, industri, dan pembangkit listrik tenaga air (Effendi, 2003).

#### 2.1.4 Pencemaran Air

Pencemaran air menurut Surat Keputusan Menteri Negara Kependudukan dan lingkungan Hidup Nomor : KEP-02/MENKLH/1/1998 tentang penetapan Baku Mutu Lingkungan adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, anergi dan komponen lain ke dalam air atau berubahnya tatanan air oleh kegiatan manusia atau oleh proses alam sehingga kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air kurang atau sudah tidak berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya (pasal 1). Pencemaran air diakibatkan oleh masuknya bahan pencemar (polutan) yang dapat berupa gas, bahan-bahan terlarut dan partikular. Polutan memasuki badan air dengan berbagai cara, misalnya melalui atmosfer, tanah, limbah. (*run off*) pertanian, limbah domestik dan perkotaan, pembuangan limbah industri dan lain-lain (Effendi, 2003).

Menurut Kristanto, (2013) pencemaran air dapat diklasifikasikan menjadi :

##### 1. Limbah Pertanian

Limbah pertanian mengandung polutan insektisida atau pupuk organik dan apabila masuk ke dalam sungai akan mengakibatkan kematian pada biota air yang hidup pada sungai tersebut dan apabila biota air tidak mati dan dikonsumsi oleh manusia atau hewan maka manusia atau hewan akan mengalami keracunan (Kristanto, 2013).

##### 2. Limbah Rumah Tangga

Limbah rumah tangga dapat dijumpai berbagai material organik, material anorganik dan pencemar biologis. Material organik yang kemudian akan larut dalam air akan mengalami penguraian dan pembusukan, sehingga

akan mengakibatkan konsentrasi oksigen di dalam air akan menurun dan biota air mati (Kristanto, 2013).

### 3. Limbah Industri

Limbah industri bersumber dari cairan sisa industri yang dibuang ke sungai. Sehingga perlu dilakukan pengolahan limbah sebelum di buang ke sungai (Kristanto, 2013).

Logam berat juga dapat membuat kualitas air menurun atau tercemar sehingga sangat berbahaya dalam lingkungan hidup, karena bersifat tak dapat terbiodegradasi, toksik, serta mampu mengalami bioakumulasi dalam rantai makanan (Anis, S dan Gusrial, 2006).

#### 2.2 Chromium

Chromium memiliki nomor atom 24 dan massa atom relatifnya 51,9961 g/mol. Logam chromium pertama kali ditemukan oleh *vauquelin* (1797). Umumnya logam-logam di alam ditemukan dalam bentuk persenyawaan dengan unsur lain dan sangat jarang ditemukan dalam bentuk unsur tunggal. Logam chromium di alam ditemukan dalam bentuk *chromite* ( $\text{FeO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$ ). Chromium adalah logam yang berwarna putih. Logam ini memiliki titik leleh di atas  $1800^\circ\text{C}$ . Logam chromium larut dalam asam klorida encer atau pekat (Yudistira, 2012).

Logam chromium tidak dapat teroksidasi oleh udara yang lembab dan bahkan pada proses pemanasan cairan, logam chromium teroksidasi dalam jumlah yang sangat sedikit. Logam chromium mudah larut dalam HCl, sulfat, dan perklorat. Sesuai dengan tingkat oksidasinya, logam atau ion chromium yang

telah membentuk senyawa, mempunyai sifat-sifat yang berbeda sesuai dengan tingkat oksidasinya.

### 2.2.1 Sifat Chromium

Chromium mempunyai konfigurasi elektron  $2s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2,$  dan  $3d^4$ , sangat keras, mempunyai titik leleh dan didih tinggi diatas titik leleh dan titik didih unsur-unsur transisi deretan pertama lainnya. Bilangan oksidasi terpenting adalah +2, +3, +6, disebut terpenting karena reaksi senyawa chromium yang sering ditemukan (Asmadi *et al.*,2009).

### 2.2.2 Chromium (II)

Logam chromium biasanya melarut dalam asam klorida atau asam sulfat yang membentuk larutan  $(Cr(H_2O)_6)^{2+}$  dengan warna larutan biru langit. Di dalam larutan air Cr(II) merupakan reduktor yang kuat dan mudah dioksidasi di udara menjadi senyawa Cr(III). Ion Cr(II) dapat juga bereaksi dengan  $H^+$  dan dengan air jika terdapat katalis berupa serbuk logam.

### 2.2.3 Chromium (III)

Senyawa chromium +3 adalah yang paling stabil diantara kation logam transisi yang mempunyai bilangan oksidasi +3. Kompleks Cr(III) umumnya berwarna hijau dan dapat berupa kompleks anion atau kation. Larutan yang mengandung Cr(III)  $(Cr(H_2O)_6)^{3+}$  berwarna ungu apabila dipanaskan menjadi hijau.

### 2.2.4 Chromium (VI)

Ion chromium (VI) memiliki bilangan oksidasi +6, ion-ion kromat berwarna kuning, sedangkan dikromat berwarna jingga. Senyawa yang terbentuk ion Cr(VI) akan bersifat asam.

Chromium termasuk logam yang mempunyai daya racun tinggi. Daya racun yang dimiliki oleh kromium ditentukan oleh bilangan oksidasinya, semakin tinggi bilangan oksidasi semakin tinggi racun yang dihasilkan. (Asmadiet *al.*,2009).Daya racun yang terdapat pada Cr(VI) bersifat sangat toksik bagi manusia dan hewan bahkan bersifat karsinogen. Cr(VI) dapat menyebabkan iritasi pada hidung, mata dan kulit, meningkatkan resiko kanker paru-paru, gangguan pada hati, ginjal, alat pencernaan dan sistem imunitas(Widowatiet *al.*, 2008).

### 2.2.5 Analisis Chromium

#### 1. Analisis Secara Kuantitatif

Analisis kuantitatif chromium menggunakan menggunakan metode spektrofotometri dengan penambahan diphenilkarbazida sehingga akan terbentuk warna merah ungu (Yusrin,2004).

#### 2. Analisis Secara Kualitatif

Tabel 3. Analisis kualitatif Cr

Sampel + larutan $\text{Na}_2\text{S}$	Endapan abu-abu kehijauan
Sampel + $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	Warna ungu
Sampel + larutan $\text{Na}_3\text{PO}_4$	Endapan warna hijau
Sampel + larutan $\text{Na}_2\text{CO}_3$	Endapan warna hijau



### **2.3.2 Komponen-komponen yang terdapat pada serbuk arang jerami padi yang berasal dari jerami padi**

Komponen-komponen yang terdapat pada serbuk arang jerami padi yang berasal dari jerami padi adalah :

#### **1. Lignin**

Lignin merupakan zat organik yang memiliki polimer banyak dan merupakan hal yang penting bagi tumbuhan, tersusun atas jaringan polimer fenolik yang berfungsi merekatkan serat selulosa dan hemiselulosa sehingga menjadi sangat kuat (Sun dan Cheng, 2002). Lignin dalam ikatan lignoselulosa mempunyai koefisien cerna yang sangat rendah. Lignin terutama terdapat pada batang dan akar. Semakin tua tanaman, kandungan lignin semakin tinggi, kadungan lignin pada jerami padi adalah 16,62% (Endang, 2009).

#### **2. Hemiselulosa**

Hemiselulosa merupakan polisakarida yang mempunyai berat molekul lebih kecil daripada selulosa. Berbeda dengan selulosa yang hanya tersusun atas glukosa, hemiselulosa tersusun dari bermacam-macam jenis gula netral, yaitu glukosa, mannanosa, dan galaktosa (heksosan) serta xilosa dan arabinosa (pentosan) yang merupakan konstituen utama hemiselulosa, kadungan hemiselulosa yang terdapat pada jerami padi adalah 21,99% (Fengel dan Wegener, 2000).

#### **3. Selulosa**

Selulosa adalah struktur polisakarida utama dalam tanaman yang terdapat pada dinding sel tanaman dan memberikan kekuatan pada dinding sel tanaman tersebut. Struktur kimia selulosa berupa rantai yang tidak bercabang dan tersusun

atas satuan-satuan  $\beta$ -D-glukopiranos, dengan ikatan glikosida 1,4. Selulosa berupa zat padat amorf, berwarna putih, yang tidak larut dalam air dan pelarut organik umum. Pelarut yang baik untuk selulosa yaitu pereaksi *Cross* (larutan zink klorida dalam asam klorida). Pelarut *Schweitzer* (larutan amoniakal dari kupri hidroksida), dan larutan yang diperoleh dari campuran natrium klorida dengan karbon tetraklorida. Jerami padi memiliki kandungan selulosa yang cukup tinggi yaitu 37,71% (Sumardjo, 2008).

#### 4. Silika

Silika dinotasikan sebagai senyawa silikon dioksida ( $\text{SiO}_2$ ), yang dalam penggunaannya dapat berupa berbagai macam bentuk, contohnya amorphous yang dalam variasi bentuknya. Silika sering digunakan sebagai *dessicant*, adsorben, media filter, dan komponen katalisator. Silika merupakan bahan baku utama pada *glass industry*, keramik, industri refraktori dan bahan baku yang penting untuk produksi larutan silikat, silikon dan *alloy* (Kirk-Othmer, 1967). Silika yang terdapat pada jerami padi yaitu 70,8%, adapun kandungan lainnya adalah bahan ekstraktif 3,8% dan abu 13,3% (Puwaningsih *et al*, 2012). Persentase kandungan pada komponen serbuk jerami padi tertera pada tabel. 4.

Tabel.4 persentase kandungan komponen serbuk jerami padi

Komponen-komponen jerami padi	Persentase kadungan jerami padi(%)
Lignin	16,62
Hemiselulosa	21,99
Selulosa	37,71
Silika	70,8

Beberapa keuntungan arang aktif dibandingkan dengan adsorben-adsorben lain yaitu :

- a) Penyerapan yang dilakukan untuk proses pemisahan dan pemurnian umumnya tanpa terlebih dahulu melakukan penghilangan kelembaban.
- b) Karena luas pori-porinya untuk mencapai permukaan bagian dalam dapat menyerap dengan banyak molekul non polar dan menyerap dengan molekul-molekul polar organik.
- c) Panas adsorpsi atau kekuatan ikatan, pada arang aktif lebih rendah dibandingkan penyerap yang lain karena kekuatan Vander Waals merupakan kekuatan utama dalam adsorpsi. Sehingga pelepasan molekul-molekul yang terserap relatif mudah dan membutuhkan energi yang lebih rendah untuk regenerasi arang aktif.

#### **2.4 Aktivator $\text{Na}_2\text{CO}_3$**

Aktivator adalah zat yang digunakan untuk mengaktivasi arang aktif jerami padi. Aktivasi adalah perlakuan terhadap karbon yang bertujuan untuk memperbesar pori yaitu dengan cara memecahkan ikatan hidrokarbon atau mengksidasi molekul permukaan sehingga karbon mengalami perubahan sifat, baik fisika atau kimia, yaitu luas permukaannya bertambah besar dan berpengaruh terhadap daya adsorpsi.

Aktivasi dibagi menjadi dua yaitu aktivasi fisika dan aktivasi kimia. Aktivasi fisika dapat didefinisikan sebagai proses memperluas pori dari karbon aktif dengan bantuan panas, uap dan gas  $\text{CO}_2$ . Sedangkan aktivasi kimia merupakan aktivasi dengan pemakaian bahan kimia yang dinamakan aktivator.

Aktivator yang sering digunakan adalah hidroksida logam alkali, klorida, sulfat, fosfat dari logam alkali tanah khususnya  $ZnCl_2$  garam-garam anorganik seperti  $Na_2CO_3$ .

Aktivator yang digunakan adalah natrium karbonat ( $Na_2CO_3$ ), karena mudah didapat,  $Na_2CO_3$  juga larut sempurna dalam air dan dapat menurunkan kadar logam. Pada penelitian ini akan dilakukan pembuatan arang dengan bahan dasar jerami padi dengan proses aktivasi menggunakan aktivator basa. Adapun basa yang digunakan adalah natrium karbonat ( $Na_2CO_3$ ).

## 2.5 Adsorpsi

Beberapa metode yang dapat digunakan untuk menurunkan konsentrasi ion logam berat diantaranya adalah adsorpsi, pengendapan, penukar ion dengan menggunakan resin, filtrasi, dan dengan cara penyerapan bahan pencemar oleh adsorben baik berupa resin sintetik maupun karbonaktif (Satriani, *et al.*, 2016). Adsorpsi adalah suatu fenomena fisika dimana partikel-partikel bahan yang diadsorpsi tertarik pada permukaan bidang padat yang bertindak sebagai adsorben (Pahlevi, 2009).

Adsorpsi merupakan proses penyerapan yang terjadi dari suatu fase fluida cairan maupun gas oleh suatu padatan hingga terbentuk suatu lapisan tipis pada permukaan adsorben. Bahan yang diserap disebut adsorbat dimana adsorbat yang sering digunakan dalam pendingin yaitu air, methanol, ammonia dan bahan yang berfungsi sebagai penyerap disebut adsorben (Asipet *et al.*, 2008).

## **2.6 Spektrofotometer**

### **2.6.1 Definisi Spektrofotometer**

Spektrofotometer adalah alat untuk mengukur transmittan atau absorban suatu sampel sebagai fungsi panjang gelombang. Pengukuran menggunakan spektrofotometer, metode yang digunakan sering disebut dengan spektrofotometri (Chandra, 2011).

Salah satu metode sederhana untuk menentukan zat organik dan anorganik secara kualitatif dan kuantitatif yaitu dengan metode spektrofotometri Ultra-violet dan Sinar Tampak. Prinsip kerjanya berdasarkan penyerapan cahaya atau energi radiasi oleh suatu larutan. Jumlah cahaya atau energi radiasi yang diserap memungkinkan pengukuran jumlah zat penyerap dalam larutan secara kuantitatif. Spektrofotometer UV-Vis adalah pengukuran panjang gelombang dan intensitas sinar ultraviolet dan cahaya tampak yang diadsorbsi oleh sampel. Sinar ultraviolet dan cahaya tampak memiliki energi yang cukup untuk mempromosikan elektron pada kulit terluar ke tingkat energi yang lebih tinggi. Sinar Ultraviolet mempunyai panjang gelombang antara 200-400 nm, sementara sinar tampak mempunyai panjang gelombang 400-800 nm (Dachriyanus, 2004).

### **2.6.2 Prinsip Kerja Spektrofotometer**

Prinsip kerja spektrofotometer adalah apabila cahaya (monokromatik maupun campuran) jatuh pada suatu medium homogen, sinar yang masuk akan dipantulkan, sebagian diserap dalam medium dan sisanya diteruskan. Nilai yang keluar dinyatakan dalam nilai absorbansi setara dengan konsentrasi sampel.

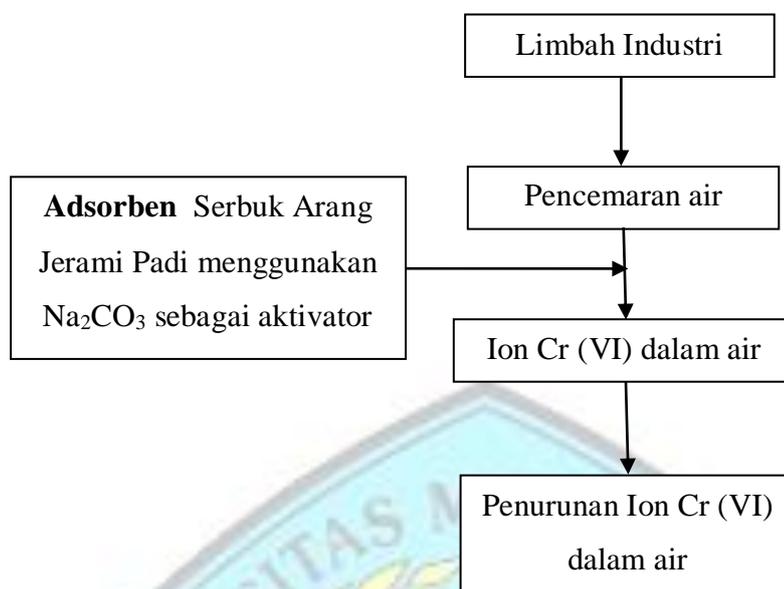
Hukum Beer menyatakan absorbansi cahaya berbanding lurus dengan konsentrasi dan ketebalan medium.

### 2.6.3 Komponen Spektrofotometer

Untuk mendapatkan hasil pengukuran yang optimum, setiap komponen dari instrumen yang dipakai harus berfungsi dengan baik. Komponen-komponen spektrofotometer UV-Vis meliputi sumber sinar, monokromator, dan sistem optik.

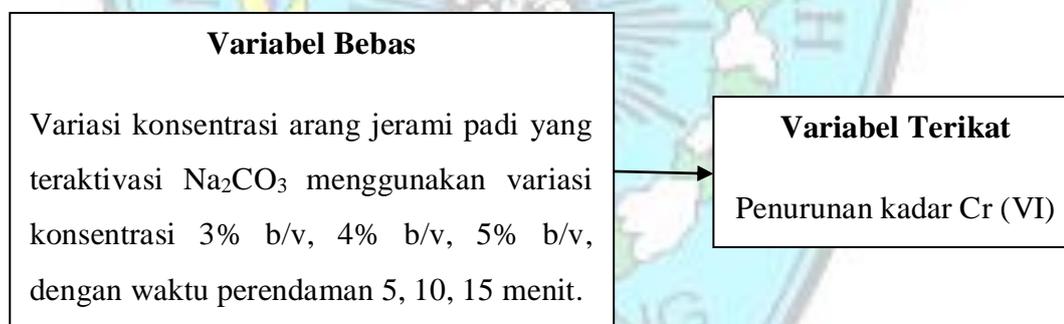
- a. Sumber sinar; lampu deuterium atau lampu hidrogen untuk pengukuran UV dan lampu tungsten digunakan untuk daerah visibel.
- b. Monokromator; digunakan untuk mendispersikan sinar ke dalam komponen-komponen panjang gelombangnya yang selanjutnya akan dipilih oleh celah (*slit*). Monokromator berputar sedemikian rupa sehingga kisaran panjang gelombang dilewatkan pada sampel sebagai *scan* instrumen melewati spectrum.
- c. Optik-optik; dapat didesain untuk memecah sumber sinar sehingga sumber sinar melewati 2 kompartemen, dan sebagaimana dalam spektrofotometer berkas ganda (*double beam*), suatu larutan blanko dapat digunakan dalam satu kompartemen untuk mengoreksi pembacaan atau spektrum sampel. Yang paling sering digunakan sebagai blanko dalam spektrofotometer adalah semua pelarut yang digunakan untuk melarutkan sampel atau pereaksi (Rohman, 2007).

## 2.7 Kerangka Teori



Gambar 2. Kerangka Teori

## 2.8 Kerangka Konsep



Gambar 3. Kerangka Konsep

## 2.9 Hipotesis

- $H_a$  : ada pengaruh penambahan arang jerami padi yang teraktivasi Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> konsentrasi 3, 4 dan 5% b/v, dengan variasi waktu perendaman 5, 10 dan 15 menit terhadap penurunan kadar Cr (VI) pada air.
- $H_0$  : tidak ada pengaruh penambahan arang jerami padi yang teraktivasi Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> konsentrasi 3, 4, dan 5% b/v dengan variasi waktu perendaman 5, 10 dan 15 menit terhadap penurunan kadar Cr (VI) pada air.