

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Air

Air merupakan substansi kimia dengan rumus kimia H_2O : satu molekul air tersusun atas dua atom hidrogen yang terikat kovalen pada satu atom oksigen. Secara fisik air bersih tidak memiliki warna, tidak berasa, dan tidak berbau, yakni pada tekanan 100 kpa (1 bar) dan temperatur 273,15 k (0°C). Zat kimia ini adalah satu pelarut yang mutlak, yang mempunyai kekuatan untuk melarutkan banyak zat kimia lain (Scientist, 2010). Fungsi air bagi kehidupan tidak dapat digantikan oleh senyawa lain. Penggunaan air yang utama dan sangat vital bagi kehidupan adalah sebagai air minum. Hal ini terutama untuk mencukupi kebutuhan air di dalam tubuh manusia (Slamet, 2007). Dalam tubuh manusia, air diperlukan untuk transportasi zat-zat makanan dalam bentuk larutan dan melarutkan berbagai jenis zat yang diperlukan tubuh. Seperti untuk melarutkan oksigen sebelum memasuki pembuluh-pembuluh darah yang ada disekitar alveoli (Mulia, 2005).

2.2. Pembagian air

Menurut (Achmad, 2004), pada dasarnya air di muka bumi ini dibagi menjadi 4 yaitu :

a. Air Permukaan

Air permukaan adalah semua air yang berada pada permukaan tanah, air permukaan dibagi menjadi 2 yaitu :

1. Air sungai

Air sungai berasal dari mata air dan air hujan yang mengalir pada permukaan tanah dari hulu ke hilir. Lingkungan disekitar aliran sungai tersebut sebagai faktor yang mempengaruhi kualitas air sungai. Namun dewasa ini kualitas air sungai semakin menurun dan tidak layak untuk digunakan sebagai bahan baku air minum, hal tersebut disebabkan oleh limbah industri dan domestik yang dibuang kesungai tanpa melalui proses pengolahan limbah terlebih dahulu.

2. Air danau atau rawa

Air danau atau rawa merupakan air yang terkumpul pada permukaan tanah yang cekung. Biasanya permukaan air berwarna biru kehijauan yang disebabkan oleh lumut yang tumbuh di dasar maupun permukaan danau ataupun rawa. Air juga dapat mengandung Fe dan Mn yang relatif tinggi akibat dari pembusukan bahan-bahan organik.

b. Air Laut

Air laut yaitu air mengandung senyawa garam murni (NaCl) yang tinggi dengan kisaran 3% dari jumlah total keseluruhan air laut. Air laut dapat digunakan sebagai air minum setelah melalui suatu proses, salah satu caranya yaitu dengan cara destilisasi (penyaringan) yang bertujuan untuk menghilangkan kadar garam yang tinggi.

c. Air Hujan

Air hujan merupakan air yang berasal dari suatu proses penguapan air di permukaan bumi akibat dari pemanasan oleh sinar matahari. Pada dasarnya air hujan

bersifat netral dan dapat dikonsumsi langsung, namun akibat dari polusi udara air hujan menjadi bersifat asam dan sadah dengan kandungan kalsium dan magnesium yang relatif tinggi. Selain itu, air hujan juga mengandung senyawa dan unsur-unsur mineral, diantaranya SO_4 , Cl , NH_3 , N_2 , C , dan O_2 .

d. Air Tanah

Air tanah merupakan air yang terdapat pada lapisan tanah maupun batuan yang berada dibawah permukaan tanah. Kondisi fisik air tanah lebih jernih dibandingkan dengan air permukaan dengan sifat dan kandungan mineral yang cukup tinggi, kandungannya antara lain Na , Mg , Ca , Fe , dan O_2 . Air tanah dibagi menjadi 3 yaitu:

1. Air tanah dangkal

Air ini terdapat pada kedalaman kurang lebih 15 meter dibawah permukaan tanah. Biasanya hanya digunakan untuk keperluan rumah tangga disebabkan jumlah air yang relatif kecil dan keberadaannya dipengaruhi oleh musim.

2. Air tanah dalam

Air tanah dalam merupakan air tanah yang terdapat pada kedalaman 100-300 meter dibawah permukaan tanah. Warnanya lebih jernih dan dengan kualitas yang lebih baik, hal tersebut disebabkan oleh proses filtrasi yang lama, panjang, dan sempurna. Biasanya air ini digunakan untuk kepentingan industri karena ketersediaannya yang banyak dan tidak dipengaruhi oleh musim.

3. Mata air

Mata air yaitu air yang berasal langsung dari permukaan tanah. Air ini dapat ditemukan pada lereng gunung yang berupa rembesan dari mata air dan dapat pula ditemukan di dataran rendah (mata air umbul). Kualitas air ini sangat bagus dengan kuantitas yang banyak tanpa dipengaruhi oleh waktu dan dapat digunakan dalam jangka waktu yang relatif panjang.

2.3. Klasifikasi mutu air

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia nomor 82 tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan klasifikasi mutu air yang ditetapkan menjadi 4 kelas, yaitu :

1. Kelas satu, air yang peruntukannya dapat digunakan sebagai air minum dan mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaannya tersebut.
2. Kelas dua, air yang peruntukannya dapat digunakan sebagai sarana dan prasarana rekreasi air, pembudidayaan air tawar, peternakan dan untuk mengairi pertanian, peruntukan lain yang mempersyaratkan air sama dengan kegunaannya tersebut.
3. Kelas tiga, air yang peruntukannya dapat digunakan sebagai budidaya ikan air tawar peternakan dan untuk mengairi pertanian, peruntukan lain yang mempersyaratkan air sama dengan kegunaannya tersebut.
4. Kelas empat, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertanian dan peruntukan lain yang mempersyaratkan air sama dengan kegunaannya tersebut.

2.4. Pencemaran Air

UU Nomor 23 Tahun 1997 tentang pengelolaan lingkungan hidup dan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia nomor 82 tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan klasifikasi mutu air yang dimaksud dengan pencemaran air adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan atau komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia, sehingga kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak dapat berfungsi sesuai dengan peruntukannya (Herlambang, 2006).

Berdasarkan definisi pencemaran air, penyebab terjadinya pencemaran air dapat berupa masuknya makhluk hidup, zat, energi atau komponen lain ke dalam air sehingga menyebabkan kualitas air tercemar, masukan tersebut sering disebut dengan istilah unsur pencemar, yang pada praktiknya masukan tersebut berupa buangan yang bersifat rutin, misalnya buangan limbah cair. Aspek penyebab pencemaran air dapat disebabkan oleh alam atau manusia. Pencemaran yang disebabkan oleh alam dan tidak memiliki implikasi hukum. Akan tetapi, Pemerintah harus tetap menanggulangi pencemaran tersebut. Aspek akibatnya dapat dilihat berdasarkan penurunan kualitas air sampai ke tingkat tertentu yaitu tingkat kualitas air belum sampai batas dan kualitas air yang telah sampai ke batas atau melewati batas (Warlina, 2004).

2.4.1. Indikator Pencemaran Air

Indikator atau tanda bahwa air lingkungan telah tercemar adalah adanya perubahan atau tanda yang dapat diamati dan dapat digolongkan menjadi :

- a. Pengamatan secara fisik, yaitu pengamatan pencemaran air berdasarkan tingkat kejernihan air (kekeruhan), perubahan suhu, warna dan adanya perubahan warna, bau dan rasa.
- b. Pengamatan secara kimiawi, yaitu pengamatan pencemaran air berdasarkan zat kimia yang terlarut, perubahan pH.
- c. Pengamatan secara biologis, yaitu pengamatan pencemaran air berdasarkan mikroorganisme yang ada dalam air, terutama ada tidaknya bakteri patogen.

Indikator yang umum diketahui pada pemeriksaan pencemaran air adalah pH atau konsentrasi ion hidrogen, oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen, DO*), kebutuhan oksigen biokimia (*Biochemical Oxygen Demand, BOD*), serta kebutuhan oksigen kimiawi (*Chemical Oxygen Demand, COD*) (Warlina, 2004).

2.4.2. Komponen Pencemaran Air

Menurut (Warlina, 2004) komponen pencemaran air dikelompokkan menjadi

- a. Bahan Buangan Padat

Yang dimaksud bahan buangan padat adalah bahan buangan yang berbentuk padat, baik yang kasar atau yang halus, misalnya sampah. Buangan tersebut bila dibuang ke air menjadi pencemaran air dan akan menimbulkan pelarutan, pengendapan ataupun pembedakan koloid.

- b. Bahan buangan organik dan olahan bahan makanan.

Bahan buangan organik umumnya berupa limbah yang dapat membusuk atau terdegradasi oleh mikroorganisme, sehingga bila dibuang ke perairan

akan menaikkan populasi mikroorganisme. Kadar BOD dalam hal ini akan naik. Tidak menutup kemungkinan dengan bertambahnya mikroorganisme dapat berkembang pula bakteri patogen yang berbahaya bagi manusia. Demikian pula untuk buangan olahan bahan makanan yang sebenarnya adalah juga buangan organik yang baunya lebih menyengat. Umumnya buangan olahan makanan mengandung protein dan gugus amin, maka bila didegradasi akan terurai menjadi senyawa yang mudah menguap dan berbau busuk (misal, NH_3).

c. Bahan buangan anorganik

Bahan buangan anorganik sukar didegradasi oleh mikroorganisme, umumnya adalah logam. Apabila masuk ke perairan, maka akan terjadi peningkatan jumlah ion logam dalam air. Bahan buangan anorganik ini biasanya berasal dari limbah industri yang melibatkan penggunaan unsur-unsur logam seperti timbal (Pb), Arsen (As), Cadmium (Cd), air raksa atau merkuri (Hg), Nikel (Ni), kalsium (Ca), magnesium (Mg) dan lain-lain.

d. Bahan buangan zat kimia

Bahan buangan zat kimia banyak ragamnya, tetapi dalam bahan pencemar air ini akan dikelompokkan menjadi :

- Sabun (deterjen, sampo dan bahan pembersih lainnya).
- Bahan pemberantas hama (insektisida)
- Zat warna kimia
- Zat radioaktif (Warlina, 2004).

2.5. Logam Berat

Istilah logam berat secara khas mencirikan suatu unsur yang merupakan konduktor yang baik, mudah ditempa, bersifat toksik dalam biologi, mempunyai nomor atom 22-92 dan terletak pada periode III dan IV dalam sistem periodik unsur kimia. Logam berat adalah unsur-unsur yang umumnya digunakan dalam industri, bersifat toksik bagi makhluk hidup. Berdasarkan sudut pandang toksikologi, logam berat ini dapat dibagi dalam dua jenis yaitu logam berat esensial dan logam berat non esensial. Jenis pertama adalah logam jenis esensial, dimana keberadaannya dalam jumlah tertentu sangat dibutuhkan oleh organisme hidup, namun dalam jumlah yang berlebihan dapat menimbulkan efek racun. Contoh logam berat ini adalah Zn, Cu, Fe, Co, Mn dan lain sebagainya. Jenis kedua adalah logam berat non esensial atau beracun dimana keberadaannya dalam tubuh masih belum diketahui manfaatnya atau bahkan dapat bersifat racun, seperti Hg, Pb, Cd, Cr dan lain-lain (Widowati dkk, 2008).

Karakteristik dari kelompok logam berat menurut (Murphy,1981) adalah sebagai berikut :

- a. Memiliki spesifikasi *gravity* yang sangat besar (lebih besar dari 4)
- b. Mempunyai nomor atom 22 – 34 dan 40 – 50 serta unsur-unsur Lantanida dan Aktinida.
- c. Mempunyai respon biokimia khas (spesifik) pada organisme hidup.

Nieboer dan Richardson (1980), menggunakan istilah logam berat untuk menggantikan pengelompokan ion-ion logam ke dalam 3 kelompok biologi dan kimia (bio-kimia).

Berbeda dengan logam biasa, logam berat biasanya menimbulkan efek-efek khusus pada makhluk hidup. Dapat dikatakan bahwa semua logam berat dapat menjadi bahan racun yang akan meracuni tubuh makhluk hidup. Logam berat dalam jumlah kecil dibutuhkan atau belum berbahaya bagi manusia. Seperti diperlukan dalam pembentukan sel-sel darah merah (Fe dan Cu) dan metabolisme pertumbuhan anak (Zn). Namun dalam jumlah besar akan bersifat racun. Seperti gangguan pada pencernaan (As), meracuni syaraf (Pb dan Hg), kanker kulit atau gangguan pernafasan (Cr) seperti diutarakan oleh Pikukuh (1985) dan mengganggu kualitas air minum (Fe, Mn dan Zn) (Widyanto dan Suselo, 1977). Logam berat dapat menimbulkan efek gangguan terhadap kesehatan manusia, tergantung pada bagian mana dari logam berat tersebut yang terikat dalam tubuh serta besarnya dosis paparan. Efek toksik dalam logam berat mampu menghalangi kerja enzim sehingga mampu menghalangi metabolisme tubuh, menyebabkan alergi, bersifat mutagen dan karsinogen bagi manusia ataupun hewan (Widowati dkk, 2008).

2.6. Ion Tembaga Cu (II)

Tembaga dengan nama kimia *cuprum* dilambangkan dengan Cu merupakan unsur logam yang berbentuk kristal dengan warna kemerahan. Unsur tembaga di alam dapat ditemukandalam bentuk logam bebas, akan tetapi banyak ditemukan dalam bentuk persenyawaan atau sebagai senyawa padat dalam bentuk mineral. Pada

umumnya, sumber masuknya logam Cu dalam tatanan lingkungan adalah secara alamiah dan non alamiah. Secara alamiah, Cu dapat masuk ke dalam tatanan lingkungan sebagai akibat dari berbagai peristiwa alam, seperti pengikisan (erosi) dari batuan mineral dan dari debu atau partikulat Cu yang terdapat dalam lapisan udara dan dibawa turun oleh hujan. Secara non alamiah, Cu masuk ke dalam suatu tatanan lingkungan sebagai akibat dari aktivitas manusia, seperti buangan industri (contohnya industri galangan kapal) yang memakai Cu dalam proses produksinya. Sebagai logam berat, Cu digolongkan kedalam logam berat esensial, artinya meskipun Cu logam berat yang beracun, unsur ini sangat diperlukan oleh tubuh meski dalam jumlah yang sedikit (Yudo, 2006).

Tembaga bersifat toksik bagi organisme, bentuk tembaga yang paling beracun adalah debu-debu Cu yang dapat mengakibatkan kematian pada dosis 3,5mg/kg. Pada manusia efek keracunan pertama yang ditimbulkan akibat terpapar oleh debu atau uap logam Cu adalah terjadinya gangguan pada jalur saluran pernapasan sebelah atas dan terjadinya kerusakan atropik pada selaput lendir yang berhubungan dengan hidung (Palar, 2004). Toksisitas yang dimiliki oleh logam Cu baru akan bekerja dan memperlihatkan pengaruhnya bila logam ini telah masuk ke tubuh organisme dalam jumlah besar atau melebihi nilai toleransi organisme terkait (Yudo, 2006).

2.7. Impregnasi TiO₂ ke dalam Zeolit ZSM-5

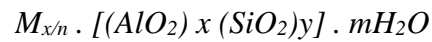
2.7.1. Zeolit

Zeolit adalah mineral kristal aluminasilika tetrahidrat berpori yang mempunyai struktur kerangka tiga dimensi terbentuk oleh tetrahedral [SiO₄]⁴⁻ dan [AlO₄]⁵⁻ yang saling terhubungkan oleh atom-atom oksigen sedemikian rupa, sehingga membentuk kerangka tiga dimensi terbuka yang mengandung kanal-kanal dan rongga-rongga, yang di dalamnya terisi oleh ion-ion logam. Ion-ion logam yang mengisi biasanya adalah logam-logam alkali atau alkali tanah dan molekul air yang dapat bergerak bebas (Lestari, 2010). Pada kerangka zeolit, tiap Al bersifat negatif dan akan dinetralkan oleh ikatan dengan kation yang mudah dipertukarkan. Kation yang mudah dipertukarkan yang ada pada kerangka zeolit ini berpengaruh dalam proses adsorpsi dan sifat-sifat termal zeolit (Cakicioglu-Ozkan & Ulku, 2005).

Setiap zeolit memiliki tingkat selektifitas, pertukaran ion yang berbeda. Hal tersebut dipengaruhi oleh struktur terbentuknya zeolit yang mempengaruhi ukuran dari rongga yang terbentuk serta efek dari pengayakan zeolit, mobilitas kation yang diperlukan, efek medan listrik yang ditimbulkan kation serta difusi ion kedalam larutan energi hidrasi. Zeolit memiliki kapasitas penyerapan yang tinggi, disebabkan zeolit dapat memisahkan molekul – molekul berdasarkan dari ukuran dan konfigurasi dari molekul (Poerwadio dkk, 2004). Zeolit dengan kadar Si tinggi Si/Al = 10 – 100 memiliki sifat yang tidak dapat diperkirakan terlebih dahulu, sangat higroskopis dan

menyerap molekul non polar sehingga sangat baik digunakan sebagai katalisator asam untuk hidrokarbon.

- a) Rumus yang menyatakan komposisi molekul zeolit yaitu :



Keterangan :

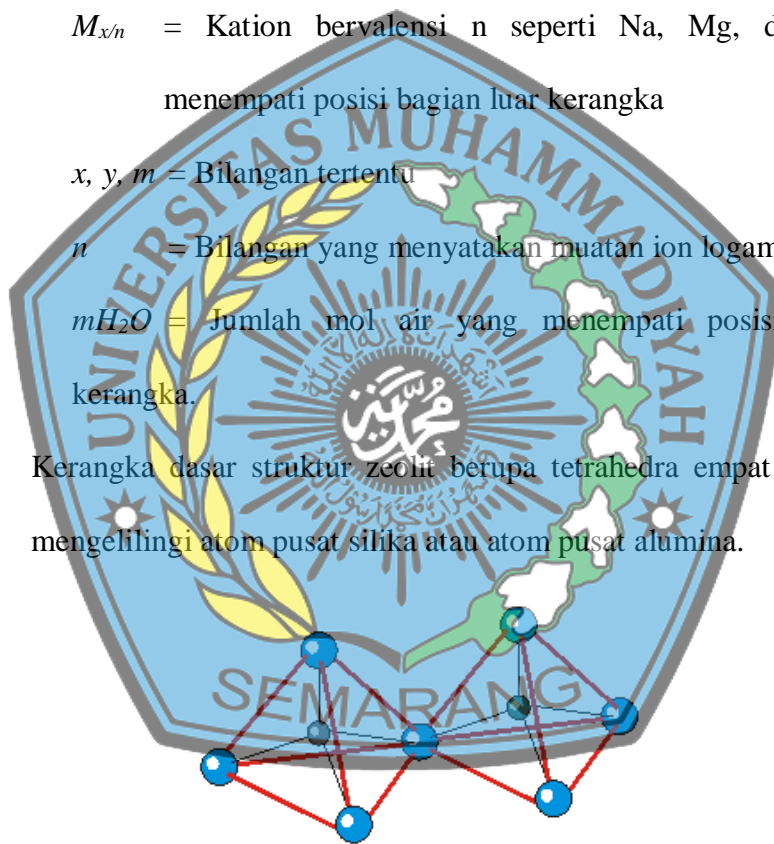
$M_{x/n}$ = Kation bervalensi n seperti Na, Mg, dan Ca, yang menempati posisi bagian luar kerangka

x, y, m = Bilangan tertentu

n = Bilangan yang menyatakan muatan ion logam

mH_2O = Jumlah mol air yang menempati posisi bagian luar kerangka.

- b) Kerangka dasar struktur zeolit berupa tetrahedra empat atom O yang mengelilingi atom pusat silika atau atom pusat alumina.



Gambar 1. Struktur Tetrahedra alumina dan silika (TO_4) pada struktur zeolit (Laz, 2005)

- c) Jenis Zeolit

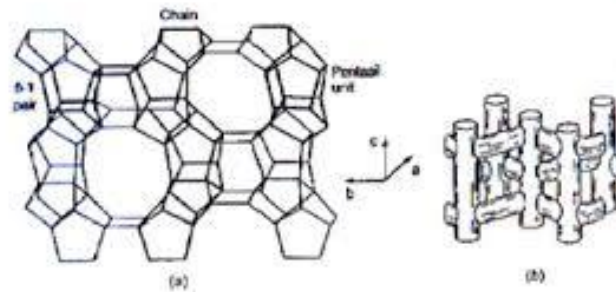
Pada dasarnya saat ini terdapat dua macam zeolit, yaitu zeolit alam dan zeolit sintetik seperti zeolit ZSM-5.

1. Zeolit alam

Zeolit alam merupakan bahan yang terbentuk dari hasil hidrasi alkali dengan struktur jaringan rangka terbuka dengan kemampuan menyerap dan melepaskan air dan pertukaran ion terhadap lingkungannya (Poerwadi, dkk. 2014). Sifat yang dimiliki oleh zeolit alam yaitu dehidrasi, adsorpsi, penukaran ion, katalisator, dan separator (Amelia, 2003).

2. Zeolit sintetik ZSM-5

Zeolit ZSM-5 (*Zeolite Secony Mobile-5*) pertama diproduksi pada tahun 1972 dengan hasil yang berupa padatan dengan diameter pori – pori sekitar 5 Angstrom dari perbandingan Si/Al sebagai salah satu parameter kristal zeolit yang pori – porinya selalu diatas 5. Zeolit ZSM-5 tergolong kedalam mineral aluminosilikat dengan rumus kimia $Na_n \cdot Al_n \cdot Si_{96-n} O_{192} \cdot 16H_2O$, dan terbentuk dari beberapa unit pentasil yang membentuk rantai pentasil yang dihubungkan oleh oksigen. ZSM-5 memiliki pori sedang dengan unit sel orthombik yang ditentukan berdasarkan jumlah ring yang membentuk selektifitasnya, pori – porinya sekitar $5,1 \times 5,5^0$ A dan $5,4 \times 5,6^0$ A.



Gambar 2. (a). Kerangka ZSM-5
(b). Struktur channel ZSM-5 (Mukaromah, A.H dkk, 2015).

2.7.2. TiO₂

Titanium dioksida (TiO₂) atau disebut juga titanium dioksida adalah bentuk oksida yang paling umum untuk logam titanium. Titanium dioksida memiliki bentuk kristal berwarna putih, mempunyai berat molekul 97,886 g/mol, massa jenis 4,32 g/cc, titik leleh 1843° C tanpa adanya oksigen dan 1892° C dengan adanya oksigen, serta mempunyai titik didih 2972° C. Kristal TiO₂ bersifat asam yang tidak larut dalam air, asam klorida, asam sulfat encer dan alcohol. Namun kristal ini larut dalam asam sulfat pekat dan asam fluoride. Titanium dioksida cukup melimpah dalam kulit bumi yaitu sekitar 0,6% dengan mineral utama FeTiO₃ (*eliminate*) dan CaTiO₃ (*perovskite*).

Titanium dioksida berwarna putih dan mempunyai sifat tidak beracun dan tahan karat menyebabkan TiO₂ dapat dimanfaatkan sebagai pigmen (warna) putih pada makanan maupun kosmetik. Konfigurasi electron atom titanium (Ti) adalah 1s² 2s² 2p⁶ 3s² 3p⁶ 4s² 3d², dan atom oksigen (O) adalah 1s² 2s² 2p⁴. Dengan demikian

orbital molekul TiO_2 terbentuk antara ikatan kulit 3d pada Ti dan 2p pada O, tingkat energi pada kulit 3d menjadi daerah konduktif molekul sedangkan kulit 2p menjadi daerah valensi molekul.

Titanium oksida mempunyai pita valensi yang terisi penuh dan pita konduksi yang kosong dengan celah pita pada sekitar 3,2 eV. Energi pasangan elektron donor tersebut lebih cukup untuk menguraikan air menjadi hidrogen dan oksigen. Energi foton dari cahaya memiliki panjang gelombang 400 nm, di luar daerah visible mendekati ultraviolet. Bagian ultraviolet dari cahaya matahari dapat mengeksitasi elektron dari pita valensi TiO_2 dalam pita konduksi sehingga meninggalkan lubang positif pada pita valensi. Dengan cara ini, TiO_2 dengan adanya sinar matahari dapat menyediakan elektron yang berenergi tinggi dari pita induksi. (Suspeno, 2009). Titanium oksida memiliki bentuk kristal dan amorf. Dalam bentuk amorf susunan atom pada TiO_2 tidak teratur sehingga bentuk ini juga memiliki pita valensi dan pita konduksi yang tidak teratur.

Dalam bentuk kristal TiO_2 memiliki tiga fase, yaitu fase anatase, rutil dan brookite. Anatase adalah kristal yang paling reaktif terhadap cahaya dan mempunyai nilai E_g 3,2 eV. Hal ini menyebabkan eksitasi elektron dari pita valensi menuju pita konduksi mudah terjadi. Anatase dapat diperoleh melalui pemanasan TiO_2 amorf pada temperatur 400° C sampai 700° C. Brookite merupakan jenis kristal yang sulit diamati karena sifatnya yang tidak mudah dimurnikan. *Rutile* adalah bentuk kristal yang banyak dihasilkan di alam dan diproduksi secara komersil di pasaran. *Rutile* dan *anatase* mempunyai struktur sama yaitu struktur tetragonal, sedangkan brookite

mempunyai struktur ortorombik yang jarang dijumpai. Titanium dioksida banyak digunakan sebagai fotokatalis karena stabil, tahan korosi, aman, memiliki sifat amfilik dan murah. Titanium hidroksida stabil pada pH 4,5-8. Sifat amfilik adalah sifat yang awalnya superhidrofobik menjadi superhidofilik pada permukaan TiO_2 setelah disinari UV. Sifat yang dimiliki TiO_2 ini dapat dimanfaatkan sebagai sistem desinfektan, antifogging dan self cleaning. (Augusty, 2012).

2.7.3. Impregnasi TiO_2 ke dalam Zeolit ZSM-5

Impregnasi adalah upaya yang dilakukan untuk memaksimalkan kerja dari TiO_2 yang dimanfaatkan sebagai katalis yakni dengan aktivasi dan memodifikasi zeolit sebagai pengemban antara lain karena strukturnya yang tahan panas. Struktur yang berpori mengakibatkan luas permukaan zeolit besar sehingga lebih banyak logam katalis yang dapat diemban (Rianto dkk, 2012). Logam yang diemban pada padatan zeolit melalui impregnasi akan menjadikan logam oksida dalam zeolit sebagai katalis bersifat bifungsional (Sriatun dan Suhartana, 2002). Penelitian yang dilakukan oleh Augusty (2012) mengenai penggunaan TiO_2 terimpregnasi zeolit untuk mendegradasi zat warna congo red, 1 g TiO_2 diimpregnasikan pada 20 g zeolit selama 120 menit pada pH 4 dapat menurunkan kadar *Congo red* sebesar 81,66%.

2.7.4. Fotodegradasi

Fotodegradasi adalah proses peruraian suatu senyawa (biasanya senyawa organik) dengan bantuan energi foton. Proses fotodegradasi memerlukan suatu fotokatalis, yang umumnya merupakan bahan semikonduktor. Prinsip fotodegradasi

adalah adanya loncatan elektron dari pita valensi ke pita konduksi pada logam semikonduktor jika dikenai suatu energi foton. Loncatan elektron ini menyebabkan timbulnya *hole* (lubang elektron) yang dapat berinteraksi dengan pelarut (air) membentuk radikal OH. Radikal bersifat aktif dan dapat berlanjut untuk menguraikan senyawa organik target (Fatimah & Karna, 2010).

2.8. Spektrofotometer

Spektrofotometer merupakan suatu metode analisa yang didasarkan pada pengukuran serapan sinar monokromatis oleh suatu lajur larutan berwarna pada panjang gelombang spesifik dengan menggunakan monokromator prisma atau kisi difraksi dengan detektor fototube (Day, 2007). Spektrofotometer adalah alat untuk mengukur transmittan atau absorbansi suatu sampel sebagai fungsi panjang gelombang. Spektrofotometer dapat dianggap sebagai perluasan suatu pemeriksaan visual dengan studi yang lebih mendalam dari absorpsi energi. Absorpsi radiasi oleh suatu sampel diukur pada berbagai panjang gelombang dan dialirkan oleh suatu perekam untuk menghasilkan spektrum tertentu yang khas untuk komponen yang berbeda. Dalam analisis secara spektrofotometri terdapat tiga daerah panjang gelombang elektromagnetik yang digunakan yaitu daerah UV (200 – 380 nm), daerah visible (380-700 nm), dan daerah infra red (700-3000 nm) (Sulistiyani dkk., 2015).

Menurut (Sulistiyani dkk., 2015) secara garis besar bagian spektrofotometer terdiri dari :

1. Sumber sinar

Sesuai dengan daerah jangkauan spektrumnya maka spektrofotometer menggunakan sumber sinar yang berbeda pada masing-masing daerah (sinar tampak, UV, dan IR). Sedangkan sumber sinar filter fotometer hanya untuk daerah tampak.

2. Monokromator

Monokromator adalah alat yang berfungsi untuk merubah sinar polikromatis menjadi sinar monokromatis sesuai yang dibutuhkan untuk pengukuran.

3. Cuvet

Cuvet adalah suatu alat yang digunakan sebagai tempat cuplikan yang akan dianalisis. Pada pengukuran di daerah sinar tampak digunakan cuvet kaca dan daerah UV digunakan cuvet kuarsa serta kristal garam untuk daerah IR.

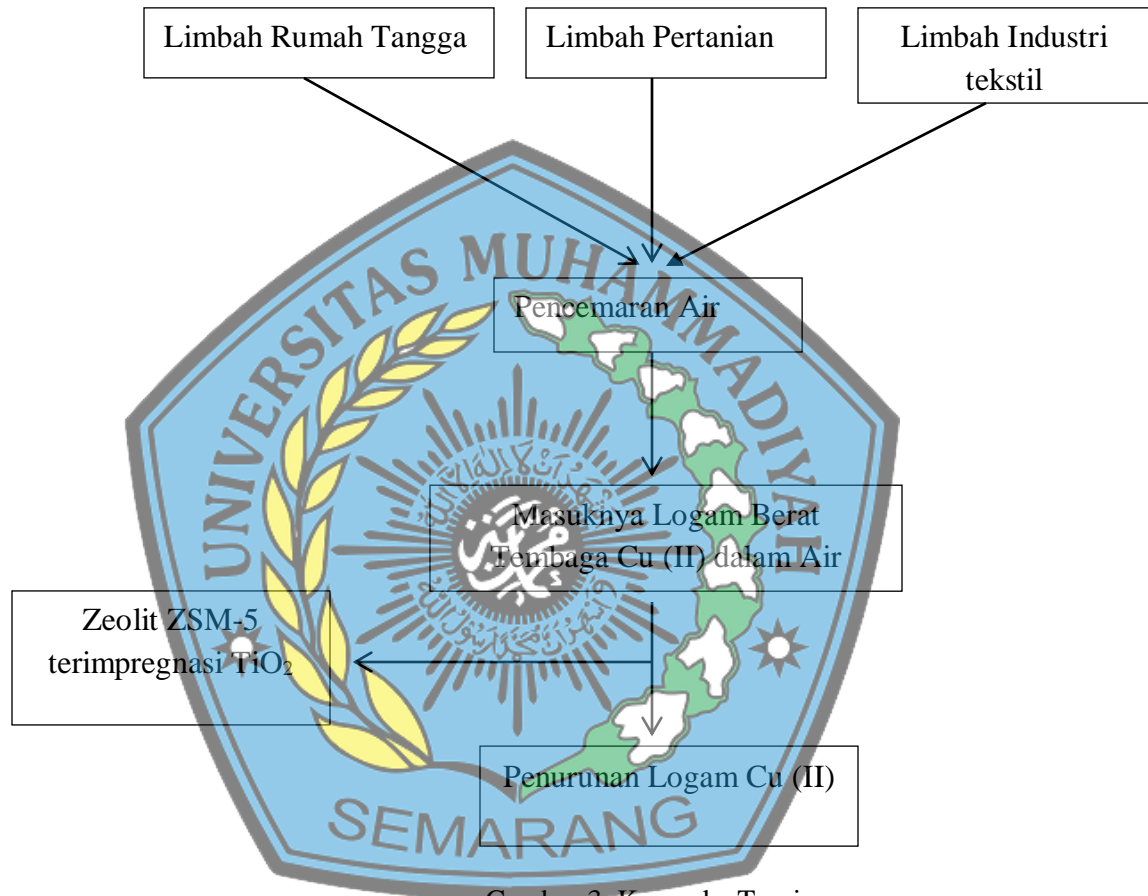
4. Detektor

Detektor adalah suatu alat yang berfungsi untuk merubah sinar menjadi energi listrik yang sebanding dengan besaran yang dapat diukur.

Prinsip kerja spektrofotometer adalah apabila cahaya (monokromatik maupun campuran) jatuh pada suatu medium homogen, sebagian sinar masuk akan dipantulkan, sebagian diserap dalam medium itu dan sisanya diteruskan. Nilai yang keluar dari cahaya yang diteruskan dinyatakan dalam nilai absorbansi karena memiliki hubungan dengan konsentrasi sampel. Hukum *beer* menyatakan absorbansi

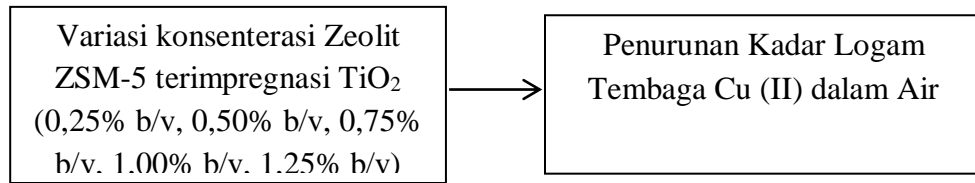
cahaya berbanding lurus dengan konsentrasi dan ketebalan bahan atau medium
(Novitasari, 2012)

2.9. Kerangka Teori



Gambar 3. Kerangka Teori

2.10. Kerangka Konsep



Variabel Bebas

Variabel Terikat

Gambar 4. Kerangka Konsep

2.11. Hipotesis

Ada pengaruh variasi konsentrasi Zeolit ZSM-5 terimpregnasi TiO₂ terhadap penurunan kadar ion logam Cu (II) dalam air.

