

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Air

Air merupakan salah satu sumber daya alam yang dapat dipengaruhi dan diperlukan oleh semua makhluk hidup. Oleh karena itu, air harus dilindungi dari berbagai faktor penyebab penurunan kualitas air, supaya dapat dimanfaatkan oleh semua makhluk hidup. Namun akhir-akhir ini kualitas air yang ada semakin menurun akibat pencemaran dari kegiatan domestik, dan peleburan logam. Dapat berupa cairan, padatan (es), dan uap ataupun gas. Namun pada kondisi tertentu air dapat menjadi sumber daya alam yang tidak dapat diperbarui, misalnya pada kondisi geologi tertentu, proses perjalanan air tanah membutuhkan waktu yang cukup lama, sehingga jika menggunakan air secara berlebihan akan habis (Kodoatie, 2010).

1. Pembagian air

Menurut Kodoatie (2010) 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 di gunakan dalam jangka waktu yang relatif panjang.

2. Kualitas air

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 Tahun 2001 mengelompokkan klasifikasi mutu air menjadi 4 kelas :

- a. Kelas satu, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku dan air minum.
- b. Kelas dua, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk sarana/prasarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, air untuk mengairi pertanian.
- c. Kelas tiga, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, dan air untuk mengairi pertanian.
- d. Kelas empat, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi, pertanian, dan untuk lainnya yang mempersyaratkan mutu air dengan kegunaan tersebut.

3. Pencemaran air

Menurut Wardhana (2004) pencemaran air di lingkungan dapat diketahui melalui beberapa indikator yaitu :

- a. Perubahan suhu air

Dalam kegiatan industri sering kali membutuhkan air untuk mengoperasikan mesin. Sehingga suhu air yang dihasilkan dari proses tersebut akan menjadi panas biasanya air limbah tersebut langsung dibuang ke lingkungan (sungai) tanpa melaui proses pengolahan terlebih dahulu. Akibatnya suhu air sungai meningkat dan mengganggu kehidupan di air. Kadar oksigen terlarut dalam air

dipengaruhi oleh suhu air sungai, semakin tinggi suhu air, maka semakin rendah pula kadar oksigen terlarutnya.

b. Perubahan pH

Syarat air yang layak digunakan untuk kehidupan yaitu memiliki pH 6,5-7,5. Jika pH air dibawah normal memiliki sifat asam, sedangkan air yang memiliki pH diatas nilai normal memiliki sifat basa. Hal ini disebabkan oleh limbah kegiatan industri yang dibuang ke sungai.

c. Perubahan warna, bau, dan rasa air

Dalam keadaan normal dan bersih air tidak berwarna, sehingga tampak bening/ jernih. Namun, seringkali pencemaran air tidak mengakibatkan perubahan warna pada air, tetapi air tetap berwarna jernih dengan kandungan zat-zat beracun yang cukup tinggi. Timbulnya bau pada air merupakan indikator pencemaran air yang cukup signifikan. Sedangkan air yang berbau dapat diakibatkan oleh limbah industri dan mikroorganisme dalam air.

d. Timbulnya endapan koloidal dari bahan terlarut

Endapan ini berasal dari adanya buangan industri yang berbentuk padatan. Bahan ini tidak dapat terlarut sempurna dalam air, sehingga mengendap di dasar sungai dengan sebagian endapan menjadi koloidal. Selain berasal dari bentuk padatan, endapan dan koloidal berasal dari buangan organik, dalam hal ini mikroorganisme memiliki peranan penting yaitu mendegradasi bahan organik dengan bantuan oksigen terlarut dalam air untuk menjadi bahan yang lebih sederhana.

e. Mikroorganisme

Mikroorganisme memiliki peran penting dalam proses degradasi, jika bahan yang harus di degradasi banyak, maka perkembangbiakan mikroorganisme juga lebih banyak dan tidak dapat dipungkiri mikroba patogen juga ikut berkembang. Pencemaran ini umumnya disebabkan oleh limbah industri pengolahan makanan.

f. Meningkatnya radioaktivitas air lingkungan

Zat radioaktivitas dapat menimbulkan perubahan komposisi genetik bahkan kematian yang disebabkan oleh kerusakan sel. Salah satu penyebab meningkatnya zat radioaktivitas yaitu dari pembakaran batu bara.

g. Pencemaran logam berat

Pencemaran logam berat pada perairan berasal dari masukan air yang terkontaminasi oleh limbah buangan industri dan pertambangan. Logam berat dapat menimbulkan efek kesehatan bagi manusia tergantung pada bagian mana logam berat tersebut terikat dalam tubuh.

2.2. Limbah

Limbah merupakan hasil dari sebuah buangan dari proses produksi baik domestik maupun non domestik yang biasanya banyak dikenal sebagai sampah yang tidak memiliki nilai ekonomis. Limbah domestik merupakan hasil buangan yang berasal dari limbah rumah tangga seperti mandi, kakus, dapur, tempat cuci pakaian, cuci peralatan rumah tangga dan sebagainya. Secara kuantitatif limbah ini bisa berupa padat atau cair yang berbahaya dan dapat menyebabkan keracunan jika dikonsumsi, sedangkan limbah non domestik biasanya berasal dari pestisida seperti pupuk yang mengandung nitrogen, fosfor, sulfur, mineral dan sebagainya.

Limbah ini dapat menyebabkan dampak yang negatif bagi kesehatan jika air yang digunakan sudah tercemar, maka harus dilakukan penanganan yang tepat (Anitasari, 2016).

2.3. Krom

Krom merupakan salah satu logam berat, biasanya terdapat dalam dua keadaan oksidasi yaitu Cr (III) dan Cr (VI). Dua senyawa tersebut mempunyai perbedaan dalam sifat-sifat kimia, yaitu Cr (III) merupakan nutrisi esensial yang sangat penting untuk metabolisme gula dan beberapa reaksi enzim. Krom (VI) sangat beracun, sangat aktif dalam air pada berbagai pH dan bersifat karsinogenik. Krom (VI) dalam bentuk kromat maupun dikromat sangat toksik yaitu dapat menyebabkan kanker kulit dan saluran pernafasan (Sunardi, 2011). Menurut Peraturan Menteri Kesehatan nomor: 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang kadar Krom maksimum untuk kepentingan air minum adalah 0,05 mg/L akan tetapi untuk kadar krom maksimum untuk kepentingan air bersih adalah 0,05 mg/L.

2.4. Titanium Dioksida (TiO_2)

Titanium dioksida (TiO_2) atau disebut juga titania adalah bentuk oksida yang paling umum untuk logam titanium. Titanium dioksida memiliki bentuk kristal berwarna putih, mempunyai berat molekul 79,886 g/mol, massa jenis 4,23 g/cc, titik leleh 1843°C tanpa adanya oksigen dan 1892°C dengan adanya oksigen, serta mempunyai titik didih 2972°C. Kristal TiO_2 bersifat asam yang tidak larut dalam air, asam klorida, asam sulfat encer, dan alkohol. Namun kristal ini larut dalam asam sulfat pekat dan asam fluorida (Agusty, 2012). TiO_2 mempunyai beberapa keunggulan yaitu harganya ekonomis, non toksik dan yang paling penting adalah

kestabilan dan keaktifannya ketika dikenai cahaya. Titanium dioksida banyak digunakan sebagai fotokatalis karena stabil, tahan korosi, aman, memiliki sifat amfifilik, dan murah. Titanium dioksida stabil pada pH 4,5-8. Ultraviolet (UV) merupakan suatu radiasi elektromagnetik yang mempunyai panjang gelombang lebih pendek dari sinar violet yang berkisar dari 100-400 nanometer. Banyak penelitian yang telah dilakukan untuk memaksimalkan kerja TiO_2 dengan cara mendistribusikan ke dalam media pendukung. Salah satunya adalah dengan mengimpregnasikannya pada Zeolit (Agusty, 2012).

2.5. Zeolit

Zeolit adalah suatu mineral aluminosilikat yang membentuk kerangka 3 dimensi serta mempunyai rongga, dimana luas permukaan dalam rongga jauh lebih besar dari luas permukaan kristal bagian luar zeolit (Rusvirman, 2005). Zeolit mempunyai struktur berongga yang berisi air dan kation yang dapat dipertukarkan. Secara umum zeolit berfungsi sebagai penyerap, penukar ion dan sebagai katalis. Secara kimiawi zeolit berfungsi sebagai penukar ion yang dapat memisahkan zat-zat yang terkandung dalam air karena adanya kation logam alkali dan alkali tanah. Zeolit sintetis lebih baik kualitasnya dibandingkan dengan zeolit alam, karena dibuat dari bahan kimia dan bahan-bahan alam yang kemudian diproses dari bijih alam dan memiliki perbandingan silika dengan alumina yaitu 1:1 sedangkan zeolit alam memiliki perbandingan hingga mencapai 5:1. Salah satu zeolit sintetis yaitu zeolit ZSM-5 yang memiliki kemampuan menyerap molekul non polar sehingga baik digunakan sebagai salah satu katalisator asam untuk hidrokarbon. Zeolit ZSM-5 tergolong kedalam

mineral aluminosilikat dengan rumus kimia $\text{Na}_n\text{Al}_n \cdot \text{Si}_{96-n}\text{O}_{192} \cdot 16\text{H}_2\text{O}$, 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 $5,1 \times 5,5^0 \text{ \AA}$ dan $5,4 \times 5,6^0 \text{ \AA}$.



Gambar 1.(a). Kerangka ZSM-5 (b). Struktur *channel* ZSM-5 (Mukaromah, dkk, 2015).

2.6. Zeolit ZSM-5 terimpregnasi TiO_2

Kerja TiO_2 dapat ditingkatkan dengan cara mengimpregnasikan TiO_2 ke dalam media pendukung seperti Zeolit ZSM-5 (Agusty, 2012). Penelitian yang dilakukan oleh Agusty (2012) mengenai penggunaan TiO_2 terimpregnasi zeolit untuk mendegradasi zat warna Congo red, TiO_2 1 g diimpregnasi pada 20 g zeolit diperoleh hasil 81,66%. Penelitian ini diadopsi dari penelitian Agusty (2012), Perbedaan dengan penelitian yang sebelumnya yaitu, pada penelitian sebelumnya menggunakan zeolit dengan sampel Congo Red sedangkan penelitian ini menggunakan TiO_2 -ZSM-5 dengan sampel air yang mengandung logam Cr (VI).

2.7. Fotodegradasi larutan Cr (VI) menggunakan TiO_2 -ZSM-5

Reaksi fotodegradasi terkatalisis memerlukan empat komponen utama yaitu sumber cahaya (foton), senyawa target, oksigen dan fotokatalisis. Dalam

penelitian ini menggunakan reaktor yang dilengkapi dengan pengaduk magnetik P.N. 510-652 dan lampu UV 40 Watt dengan panjang gelombang 254 nm, senyawa target Cr (VI) dalam sampel air dan fotokatalis TiO_2 -ZSM-5. Fotodegradasi Cr (VI) dengan TiO_2 -ZSM-5 ini dilakukan dengan bantuan penyinaran (Gambar 2.) dilakukan pengadukan dengan magnetic stirrer agar reaksi fotodegradasi berlangsung secara lebih merata (Mukaromah, dkk, 2015).



Gambar 2. Reaktor Degradasi Cr (VI) dengan zeolit ZSM-5 terimpregnasi TiO_2
(Mukaromah, dkk, 2015).

2.8. Fotokatalisis

Fotokatalisis berasal dari kata katalis yang dapat diartikan sebagai suatu reaksi kimia yang memerlukan cahaya dan katalis. Efek fotokatalisis terjadi pada permukaan semikonduktor, dalam hal ini bahan emikonduktor disebut fotokatalis. Bahan semikonduktor yang umum digunakan adalah TiO_2 . Beberapa aplikasi fotokatalisis adalah dapat menguraikan (dekomposisi) zat-zat organik beracun dan juga dapat membunuh (inaktivasi) mikroorganisme di dalam media cair maupun udara (Maddu, *et al.*, 2003). Reaksi fotokatalis melibatkan pasangan electron-hole (e^- dan h^+). Jika suatu semikonduktor tipe n dikenai cahaya ($h\nu$) dengan energi

yang sesuai, maka elektron (e^-) pada pita valensi akan pindah ke pita konduksi, dan meninggalkan lubang positif (*hole*) pada pita valensi (Agusty, 2012). Katalis adalah zat yang mempengaruhi suatu proses kimia tanpa ikut berubah secara kimia. Katalis dapat mempercepat suatu reaksi. Perubahan kimia yang disebabkan oleh cahaya terjadi pada permukaan suatu katalis. Suatu reaksi tanpa katalis akan berjalan lambat kecuali dengan suhu yang sangat tinggi. Hal ini menyebabkan timbulnya kesulitan lain yaitu kesulitan mengatur suhu yang lebih tinggi dan terjadi reaksi lain yang tidak diinginkan (Suspeno, 2009).

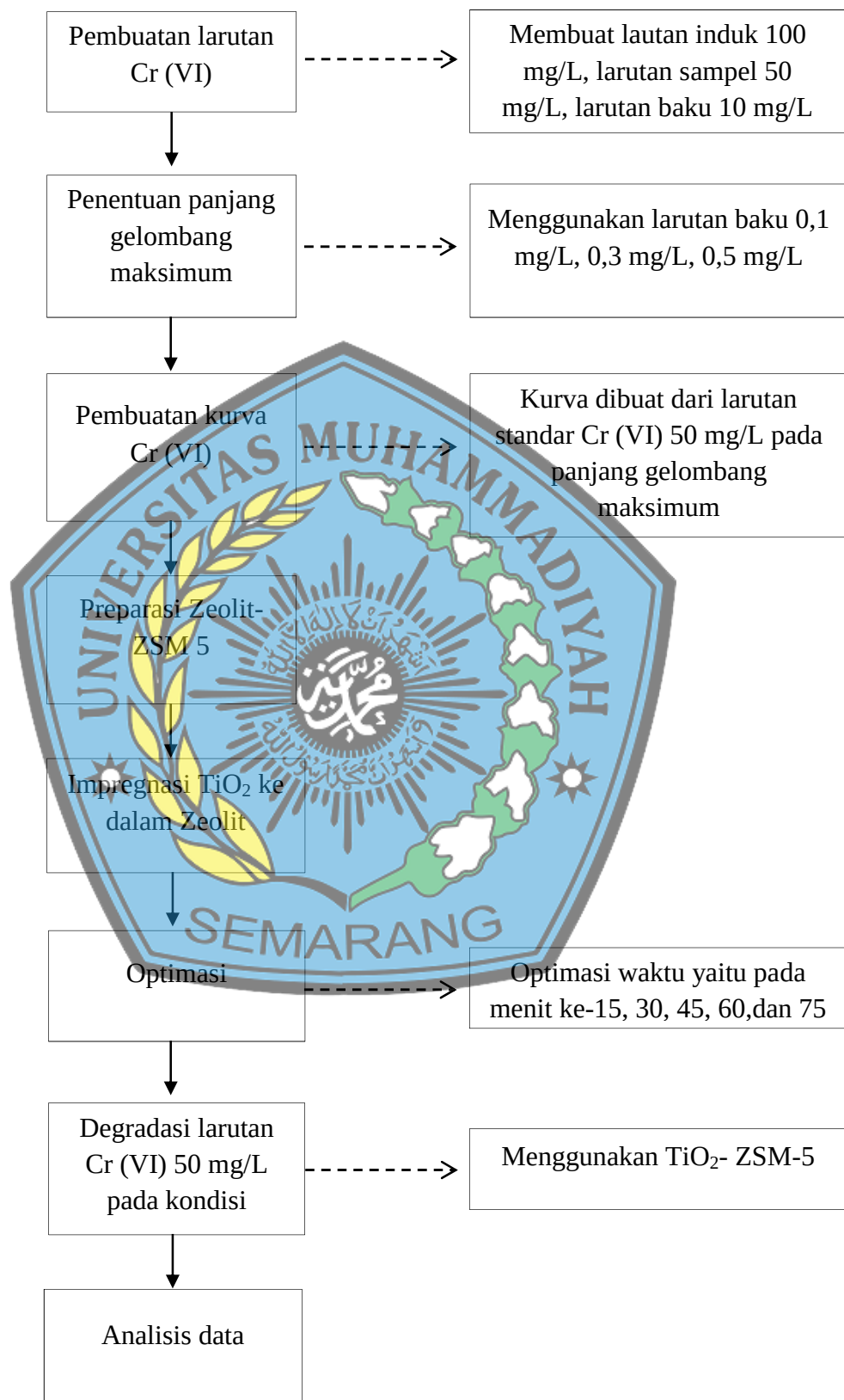
2.9. Spektrofotometer UV-Vis

Spektrofotometer adalah suatu alat yang digunakan untuk mengukur transmisi atau absorbansi suatu sampel sebagai fungsi panjang gelombang (λ). Spektrofotometri UV-Vis yaitu suatu metode analisis spektroskopi yang menggunakan sumber radiasi elektromagnetik ultra violet dekat dan sinar tampak (*visible*) menggunakan alat spektrofotometer. Panjang gelombang ultra violet berada antara 190-380 nm dan panjang gelombang sinar tampak antara 380-780 nm. Semua molekul dapat menyerap radiasi dalam daerah UV-Vis karena molekul mempunyai elektron yang dapat dieksitasikan ke tingkat energi yang lebih tinggi (Agusty, 2012). Spektrofotometri UV-Vis melibatkan energi elektronik yang cukup besar pada molekul yang dianalisis sehingga lebih banyak dipakai untuk analisis kuantitatif dibandingkan dengan kualitatif (Mulya dan Suharman, 1995). Ada beberapa transisi serapan elektronik pada pengukuran dengan spektrofotometer UV-Vis diantaranya adalah pergeseran ke arah panjang gelombang yang panjang gelombang yang lebih pendek baik pergeseran

batokromik atau hipokromik dapat disebabkan oleh substitusi atau pengaruh pelarut (Agusty, 2012).

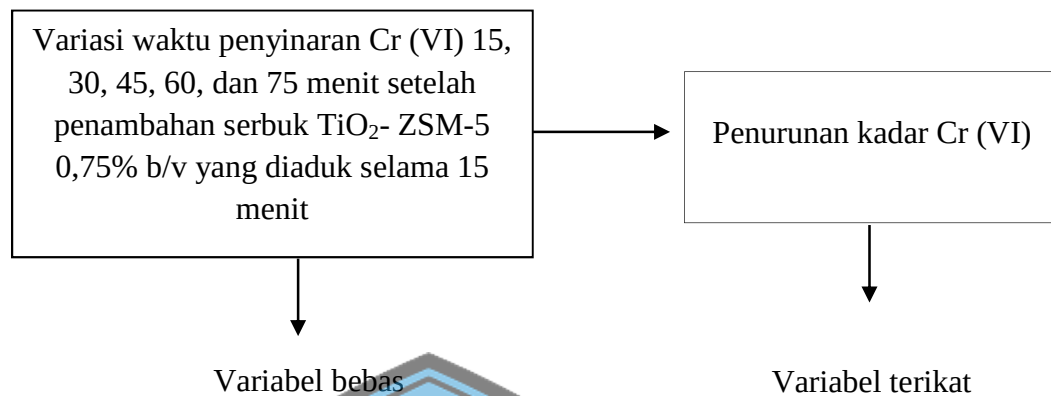


2.10. Kerangka Teori



Gambar 3. Kerangka Teori Penelitian

2.11. Kerangka konsep



Gambar 4. Kerangka Konsep Penelitian

2.12. Hipotesis

Ada pengaruh variasi waktu penyinaran UV terhadap Cr (VI) setelah penambahan serbuk TiO₂- ZSM-5 terhadap penurunan kadar ion Cr (VI) dalam air.

