

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Air

2.1.1. Definisi

Air merupakan salah satu faktor penting dalam kehidupan manusia. Di muka bumi ini keberadaan air sangat berlimpah, mulai dari mata air, sungai, waduk, danau, laut hingga samudera (Bagus, I, 2015). Air dijadikan sebagai sumber daya alam yang sangat diperlukan oleh banyak orang, bahkan semua makhluk hidup. Air memiliki rumus kimia H_2O , dimana satu molekul air tersusun atas dua atom hidrogen yang terikat secara kovalen pada satu atom oksigen. Secara fisik air tidak memiliki warna, tidak berasa dan tidak berbau. Air dapat berwujud padat, cair maupun gas (Kurniyati, 2012).

Penyediaan air bersih untuk masyarakat mempunyai peranan yang sangat penting dalam meningkatkan kesehatan lingkungan bagi masyarakat itu sendiri. Sampai saat ini, penyediaan air bersih untuk masyarakat di Indonesia masih dihadapkan pada beberapa permasalahan yang cukup kompleks dan sampai saat ini belum dapat diatasi sepenuhnya. Salah satu masalah yang masih dihadapi sampai saat ini yakni masih rendahnya tingkat pelayanan air bersih untuk masyarakat (Ibrahim, A, 2016).

2.1.2. Sifat Air

Air memiliki struktur atom yang sederhana, molekul air yang alami menyebabkan karakter air yang unik (Setiyani, A, 2015), yaitu:

1. Air memiliki pH netral 7 bukan asam ataupun basa.
2. Dalam bentuk cair, molekul air berada dalam rentang suhu $0^{\circ}\text{C} - 100^{\circ}\text{C}$.
3. Air memiliki panas spesifik yang tinggi.
4. Dibandingkan cairan lain selain merkuri (air raksa), air lebih mudah menyerap panas.
5. Bentuk fisik molekul air ada tiga yaitu cair, padat dan gas.

2.1.3. Pencemaran Air

Menurut Permenkes Republik Indonesia Nomor 82 tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pencemaran Air, maksud dari pencemaran air adalah masuknya suatu zat, energi, dan komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia sehingga kualitas air menurun dan menyebabkan air tidak dapat berfungsi sebagaimana mestinya.

Menurut Kristanto (2013), pencemaran air dapat di klasifikasikan menjadi:

1. Limbah Rumah Tangga

Limbah ini dapat dijumpai di berbagai material organik, material anorganik dan pencemar biologis. Material organik yang larut dalam air akan mengalami penguraian dan pembusukan sehingga akan mengakibatkan konsentrasi oksigen (O_2) di dalam air menurun dan biota dalam air pun akan ikut mati (Kristanto, P, 2013).

2. Limbah Industri (Tekstil)

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

2.1.4. Kualitas Air

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pencemaran Air, menyebutkan bahwa kualitas air dikelompokkan ke beberapa golongan, yaitu:

1. Golongan A, yaitu air yang dapat digunakan sebagai air minum secara langsung tanpa pengolahan terlebih dahulu.
2. Golongan B, yaitu air yang dapat dipergunakan sebagai air baku untuk diolah sebagai air minum dan keperluan rumah tangga.
3. Golongan C, yaitu air yang dapat digunakan untuk keperluan perikanan dan peternakan.
4. Golongan D, yaitu air yang dapat dipergunakan untuk keperluan pertanian, dan dapat dimanfaatkan untuk keperluan perkantoran, industri, dan listrik negara.

2.1.5. Fungsi Air

Air merupakan pelarut yang kuat, karena dapat melarutkan banyak zat kimia. Kelarutan suatu zat dalam air ditentukan oleh dapat atau tidaknya zat tersebut menandingi kekuatan gaya tarik menarik antara molekul air. Jika suatu zat tidak dapat menandingi gaya tarik antar molekul tersebut maka molekul-molekul itu tidak dapat larut dan akan mengendap dalam air (Nugroho, B, 2015).

2.2. Zeolit

2.2.1. Definisi

Nama zeolit berasal dari bahasa Yunani yaitu “*Zeni*” dan “*Lithos*” yang artinya batuan disebut demikian karena mineral ini mempunyai sifat mendidih

atau mengembang sehingga apabila dipanaskan akan membuih dan mengeluarkan air (Lestari, D.Y, 2010). Zeolit dapat berfungsi sebagai katalis pada reaksi-reaksi petrokimia. Zeolit merupakan material yang memiliki banyak kegunaan diantaranya dimanfaatkan sebagai adsorben, penukar ion dan sebagai katalis karena memiliki struktur kerangka tiga dimensi (Mukaromah, dkk, 2015). Ada dua macam jenis zeolit yaitu zeolit alam dan zeolit sintetis.

2.2.2. Sifat-sifat Zeolit

1. Pertukaran Ion dari Zeolit

Kemampuan pertukaran ion zeolit merupakan salah satu parameter yang dapat digunakan dalam menentukan kualitas zeolit yang akan digunakan. Pertukaran ini merupakan proses dimana ion asli yang terdapat dalam intra kristalin diganti dengan kation lain dari larutan, biasanya dinyatakan sebagai KTK (Kemampuan Tukar Kation). Nilai KTK zeolit ini banyak tergantung pada jumlah ion Al dalam struktur zeolit (Nurropiah, P, 2015).

2. Sifat Adsorpsi dari Zeolit

Adsorpsi adalah suatu proses penyerapan suatu zat oleh zat lainnya, yang hanya terjadi pada permukaan. Zat yang menyerap disebut adsorben dan zat yang diserap disebut fase terserap (adsorbat). Adsorben pada umumnya merupakan zat padat yang berongga, contohnya adalah zeolit. Untuk dapat mengadsorpsi, zeolit harus didehidrasi terlebih dahulu dengan proses pemanasan (Rosdiana, T, 2006). Faktor-faktor yang mempengaruhi adsorpsi antara lain: macam adsorben, macam zat yang diadsorpsi (adsorbat), konsentrasi masing-masing zat, luas permukaan, temperatur dan tekanan (Maulidah, 2015)

3. Aktivasi Zeolit

Aktivasi merupakan proses untuk menaikkan kapasitas adsorpsi sehingga diperoleh sifat yang diinginkan sesuai dengan penggunaannya. Tujuannya adalah untuk menghasilkan luas permukaan yang lebih luas melalui struktur berpori. Aktivasi zeolit dapat dilakukan dengan cara pemanasan atau penambahan asam maupun basa (Rosdiana, T, 2006).

2.2.3. Macam-macam Zeolit

1. Zeolit Alam

Zeolit alam terbentuk karena adanya proses kimia dan fisika yang kompleks dari batu-batuan yang mengalami berbagai macam perubahan alam, sehingga dapat diperoleh langsung dari alam dan harganya jauh lebih murah dibandingkan dengan zeolit sintetis. Zeolit alam dapat dibedakan menjadi 2 kelompok (Lestari, D.Y, 2010), yaitu :

- a. Zeolit yang terdapat diantara celah-celah batuan atau diantara lapisan batuan, zeolit jenis ini biasanya terdiri dari beberapa jenis mineral zeolit bersama-sama dengan mineral lain seperti kalsit, kwarsa, renit, klorit, flourit dan mineral sulfida.
- b. Zeolit berupa batuan, hanya sedikit jenis zeolit yang berbentuk batuan ini, diantaranya klinoptilolit, analsim, laumontit, mordenit, filipsit, erionit, kabsit dan heulandit.

2. Zeolit Sintetis

Zeolit sintetis dimanfaatkan sebagai alternatif pengolahan limbah industri dan dibuat rekayasa sedemikian rupa sehingga mendapatkan karakter yang sama

dengan zeolit alam. Zeolit ini mampu digunakan sebagai bahan pengolah limbah yang efektif, karena mempunyai sifat yang jauh lebih baik. Struktur zeolit sintetis ini seperti gel, karena bahan utama pembentuknya adalah aluminat silikat (gel) dan berbagai logam sebagai kation. Zeolit sangat bergantung pada jumlah Al dan Si, sehingga ada 3 kelompok zeolit sintetis (Saputra, R, 2006), diantaranya:

a. Zeolit sintetis dengan kadar Si rendah

Zeolit jenis ini banyak mengandung Al, berpori, mempunyai nilai ekonomi tinggi karena efektif untuk pemisahan dengan kapasitas besar. Volume porinya dapat mencapai $0,5 \text{ cm}^3$ tiap cm^3 volume zeolit.

b. Zeolit sintetis dengan kadar Si sedang

Jenis zeolit modernit mempunyai perbandingan Si/Al = 5 sangat stabil, maka diusahakan membuat zeolit Y dengan perbandingan Si/Al = 1-3.

c. Zeolit sintetis dengan kadar Si tinggi

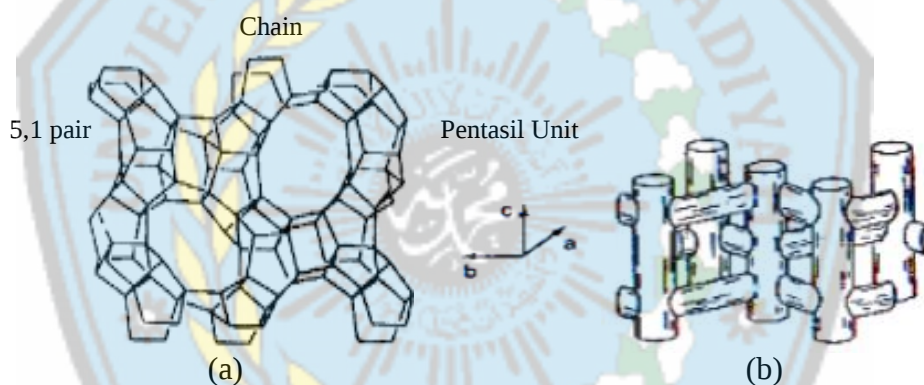
Zeolit jenis ini sangat higroskopis dan menyerap molekul non polar sehingga baik untuk digunakan sebagai katalisator asam untuk hidrokarbon. Salah satu contoh zeolit jenis ini adalah ZSM-5.

2.2.4. Zeolit ZSM-5

ZSM-5 (*Zeolit Socony Mobile-5*) adalah suatu material yang mempunyai luas permukaan besar dengan pori-pori sangat kecil dan mempunyai saluran yang dapat menyaring ion atau molekul-molekul kecil (Mukaromah, A.H, 2015). Daya adsorpsi yang dimiliki zeolit ZSM-5 yaitu terdapat pada gugus aktif berupa silika alumina ($\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$) serta memiliki luas permukaan tertentu sehingga dapat mengadsorpsi melalui gugus aktif atau luas permukaan yang telah diaktifkan

dengan senyawa lain untuk meningkatkan kemampuan adsorpsinya (Mundar, A, 2014).

ZSM-5 mempunyai dua jenis pori, keduanya dibentuk oleh oksigen cincin enam. Jenis pori yang pertama berbentuk lurus dan elips, sedangkan jenis pori yang kedua porinya berbentuk lurus pada sudut kanan, polanya zig-zag dan melingkar (Petushkov, dkk, 2011). Ukuran pori ZSM-5 5,1 x 5,5 °A dan 5,4 x 5,6 °A. Zeolit ZSM-5 ditulis dengan rumus kimia oksida $\text{Na}_n(\text{AlO}_2)_n(\text{SiO}_2)_{96-n-16}\text{H}_2\text{O}$, dengan $n < 27$. ZSM-5 dapat disintesis dari suatu jel cair yang disiapkan dari sodium aluminat, sol silica, NaOH, H_2SO_4 dan tetrapropilammonium bromida (Kasmui, dkk 2010 dalam Mukaromah, A.H, 2015). Zeolit jenis ini mempunyai struktur seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Susunan Tiga Dimensi ZSM-5 (a) Susunan yang terbentuk melalui tumpukan dari beberapa lapisan (b) Gambaran skematik dari susunan pori intrakristalin (Kasmui, dkk 2010 dalam Mukaromah, A.H, 2015).

2.2.5. Sintesis ZSM-5 Pada Suhu Rendah

ZSM-5 memiliki sifat yang sensitif terhadap rasio permukaan ke volume reaktor. Sintesis pada jenis zeolit ini pada umumnya dilakukan dengan metode hidrotermal yaitu mensintesis dengan suhu tinggi ($>100^\circ\text{C}$). Proses sintesis dari rasio permukaan ke volume yang lebih tinggi dapat meningkatkan terjadinya transfer panas. Penggunaan temperatur pada suhu rendah yaitu pada suhu kurang dari 100°C juga dapat menyebabkan transfer panas ke dalam reaktor yang

menghasilkan kristalinitas tinggi. Salah satu strategi alternatif yang dapat diaplikasikan untuk transfer panas yang efektif di dalam reaktor yaitu terbuat dari plastik polipropilen selama proses sintesis berlangsung sehingga lebih efisien dan harga lebih murah (Mukaromah, dkk, 2016).

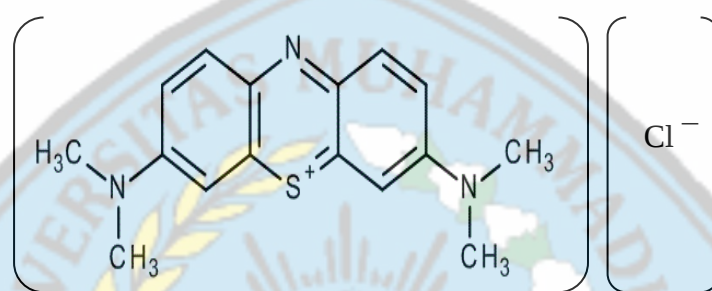
Proses sintesis dipengaruhi oleh dua parameter yaitu parameter kimia dan fisika. Parameter kimia berupa campuran awal yang digunakan dalam sintesis, sedangkan parameter fisika terdiri dari urutan pencampuran senyawa awal, jenis pemanas (konvensional, microwave, sonikasi) dan kecepatan pendinginan (Zaarour dkk, 2014).

2.3. Metilen Biru (*Methylen Blue*)

2.3.1. Definisi

Metilen biru merupakan senyawa kimia aromatis heterosiklik yang beracun dengan rumus molekul $C_{16}H_{18}N_3SCl$ dan struktur kimia tertera pada Gambar 2 serta merupakan zat warna kationik dengan adsorpsi yang sangat kuat. Senyawa ini memiliki berat molekul 319,86 g/mol, titik lebur $105^{\circ}C$ dan daya larut sebesar $4,36 \times 10^4$ mg/L. Metilen biru termasuk bahan-bahan kimia yang berbahaya bagi manusia. Pewarna ini berupa kristal berwarna hijau gelap pada suhu kamar, apabila dilarutkan dalam air atau alkohol serta berada pada lingkungan dengan tingkat oksidasi yang tinggi akan berubah warna menjadi biru tua (Prawihartono, dkk, 2013). Zat warna ini bersifat karsinogenik dan *non-biodegradable* sehingga tidak dapat diuraikan oleh mikroorganisme dan sangat berbahaya jika mengenai kulit, mata atau tertelan (Wijayanto, AT, 2013).

Pewarna ini sering digunakan sebagai pewarna sutra, wol, tekstil, kertas, peralatan kantor, kosmetik dan fungisida pada akuarium. Di beberapa tempat penggunaan bahan ini sudah semakin tidak populer karena diketahui mempunyai pengaruh buruk terhadap filtrasi biologi dan kemampuan warnanya untuk melekat pada kulit, pakaian, dekorasi akuarium, lem akuarium dan peralatan lainnya (Palupi, E, 2006).



Gambar 2. Struktur Metilen Biru (Ronycahya, A.B, 2015 dalam Palupi, E, 2006).

2.3.2. Efek Metilen Biru Dalam Air

Menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI yaitu Nomor P.68//MENLHK/Setjen/Kum.1/8/2016 tentang baku mutu air limbah domestik, konsentrasi maksimum metilen biru yang diperbolehkan berada di perairan yaitu 5,0-10,0 mg/L. Limbah zat warna yang dibuang ke perairan tanpa pengolahan terlebih dahulu, secara tidak langsung dapat membahayakan kesehatan, menimbulkan efek toksik dan mengurangi penetrasi cahaya di perairan yang tercemar. Zat warna dalam batas tertentu dapat membuat perairan menjadi berubah warna (Widyaningsih, dkk, 2014). Apabila konsentrasi zat warna tersebut relatif besar, maka akan memberikan dampak bagi kesehatan berupa iritasi pada kulit, saluran pernafasan dan bahaya kanker hati (Wijayanto, A.T, 2013).

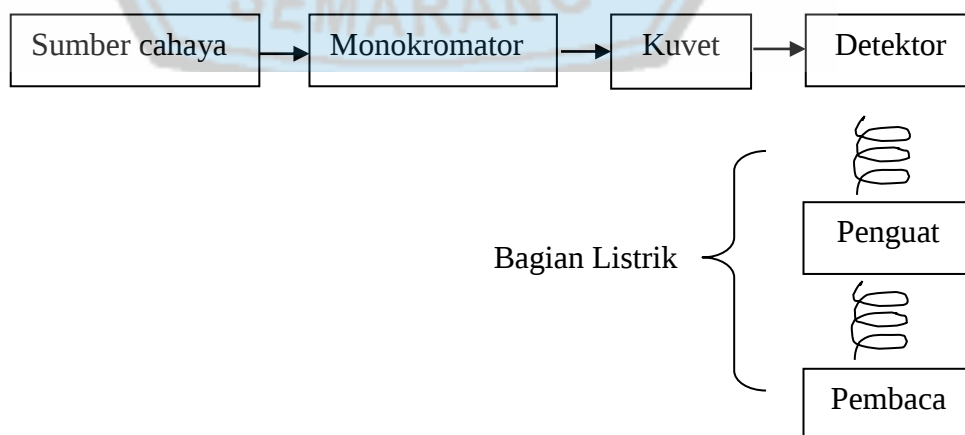
2.4. Spektrofotometri

Spektrofotometri merupakan suatu metode dalam kimia analisa yang digunakan untuk menentukan komposisi suatu sampel baik secara kualitatif dan kuantitatif, berdasarkan terhadap interaksi antara cahaya dengan materi, alat yang digunakan dalam metode ini adalah spektrofotometer (Indriyani, A, 2016).

Spektrofotometer adalah alat atau instrument untuk mengukur transmisi atau absorben yang digunakan sebagai fungsi panjang gelombang. Pengukuran terhadap sederet sampel pada suatu panjang gelombang tunggalpun dapat dilakukan. Absorbansi diukur dengan cara melewatkan cahaya dengan panjang gelombang tertentu pada suatu obyek kaca atau kuarsa yang disebut kuvet. Sebagian dari cahaya tersebut akan diserap dan sisanya akan dilewatkan. Nilai absorbansi dari cahaya yang dilewatkan akan sebanding dengan konsentrasi larutan dalam kuvet (Indriyani, A, 2016).

2.4.1. Bagian-bagian Spektrofotometer

Pada dasarnya semua spektrofotometer mempunyai komponen yang sama (Nurropiah, P, 2015) seperti gambar di bawah ini:



Gambar 3. Komponen Spektrofotometer

1. Sumber cahaya

Memiliki pancaran radiasi yang stabil dan intensitasnya tinggi. Sumber energi cahaya yang biasa untuk daerah tampak, ultraviolet dekat, dan inframerah dekat adalah lampu pijar dengan kawat rambut terbuat dari wolfram (tungsten). Lampu ini mirip dengan bola lampu pijar biasa, daerah panjang gelombang tertentu (monokromatis) yang berbeda (terdispersi).

2. Kuvet

Berfungsi sebagai tempat sampel yang akan dianalisis.

3. Detektor

Berfungsi dalam mengubah cahaya yang diteruskan menjadi arus listrik.

4. Monokromator

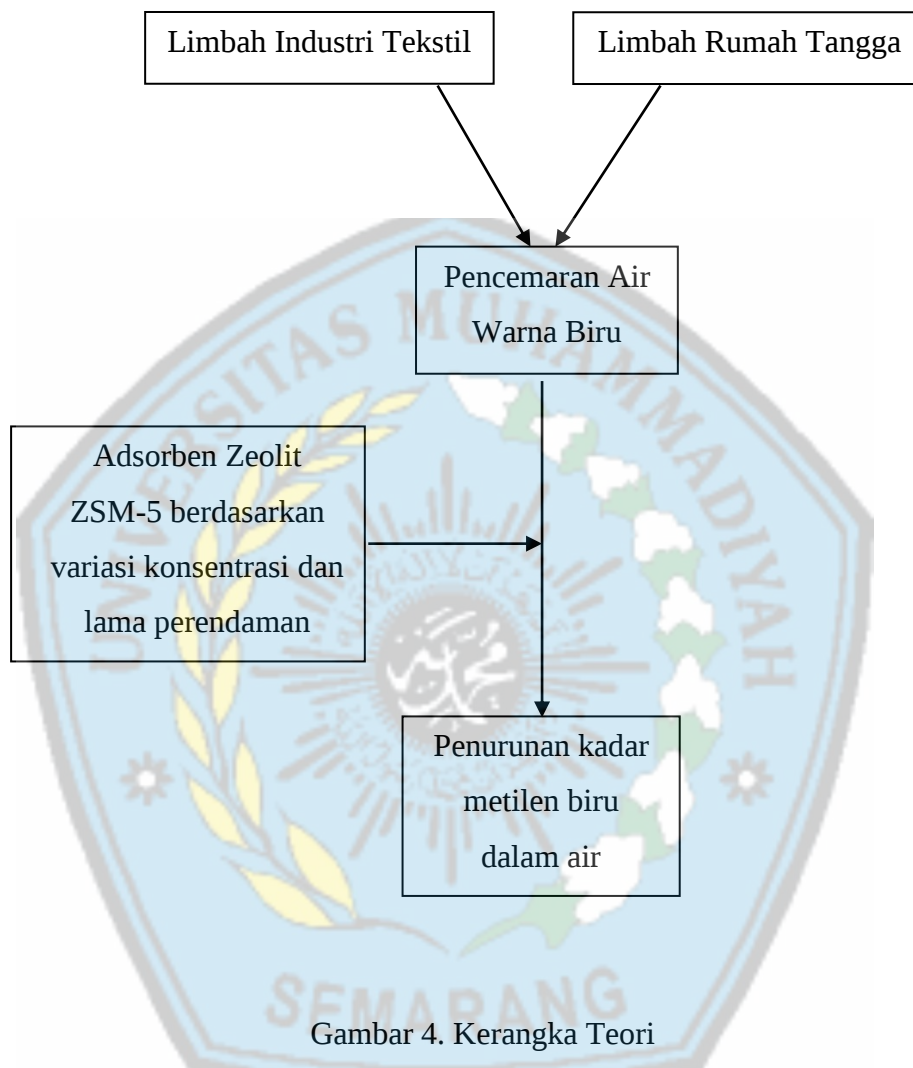
Berfungsi untuk menguraikan cahaya polikromatis menjadi beberapa komponen panjang gelombang tertentu (monokromatis) yang berbeda (terdispersi).

2.4.2. Prinsip Kerja Spektrofotometer

Cahaya (monokromatik atau campuran) jatuh pada suatu medium homogen, sebagian dari sinar yang masuk akan dipantulkan, sebagian akan diserap di dalam medium tersebut dan sisanya diteruskan. Nilai yang keluar dari cahaya yang diteruskan dinyatakan dalam nilai absorbansi karena memiliki hubungan dengan konsentrasi sampel. Hukum Beer menyatakan bahwa konsentrasi dan ketebalan bahan/medium berbanding lurus dengan absorbansi cahaya (Nurropiah, P, 2015).

2.5. Kerangka Teori dan Kerangka Konsep

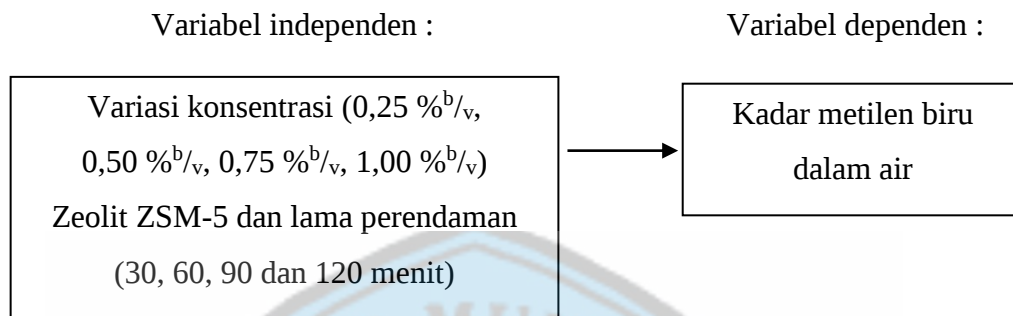
2.5.1 Kerangka Teori



Gambar 4. Kerangka Teori

2.5.2. Kerangka Konsep

Kerangka konsep penelitian ini tertera pada Gambar 5.



Gambar 5. Kerangka Konsep

