

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Limbah merupakan hasil buangan dari aktivitas makhluk hidup yang sudah tidak terpakai dan memiliki dampak negatif jika tidak dikelola dengan baik. Berdasarkan keputusan Menperindag RI No. 231/MPP/Kep/7/1997 Pasal I tentang prosedur impor limbah, mengartikan bahwa limbah adalah bahan/barang sisa atau bekas dari suatu kegiatan atau proses produksi yang fungsinya sudah berubah dari aslinya. Adapula yang mengartikan bahwa Berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 18/1999 Jo.PP 85/1999 Limbah diartikan sebagai sisa atau buangan dari suatu usaha dan atau kegiatan manusia.

Pesatnya perkembangan teknologi dan peningkatan aktivitas manusia menjadi faktor peningkatan limbah dan salah satu contohnya penggunaan baterai. Baterai menjadi salah satu sumber energi alternatif yang digunakan masyarakat untuk beragam jenis keperluan elektronik. Sejauh ini penanggulangan limbah baterai belum dilakukan secara optimal, baik dari kesadaran untuk mengumpulkan baterai bekas juga mekanisme penanggulangan yang benar agar mengurangi resiko yang berdampak negatif pada lingkungan. Umumnya, limbah baterai dibuang begitu saja bercampur dengan limbah-limbah yang lainnya. Padahal limbah baterai termasuk ke dalam limbah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun) sehingga pembuangannya tidak boleh dibiarkan begitu saja [1].

Baterai yang umum digunakan oleh masyarakat yaitu baterai primer yang penggunaannya hanya sekali pakai. Baterai primer ini terdiri dari anoda mengandung Zn, katoda berupa karbon dan elektrolit berupa pasta campuran  $MnO_2$ , serbuk karbon dan  $NH_4Cl$ . Salah satu penanggulangan limbah baterai yaitu *recovery* baterai, komponen baterai yang dapat digunakan adalah Zn. Komponen baterai ini memiliki manfaat dan menjadi salah satu solusi dalam pengurangan dampak pencemaran oleh limbah baterai. Zn dari limbah baterai dapat disintesis dalam pembuatan Nano Partikel  $ZnO$  yang merupakan semikonduktor menarik dan memiliki aplikasi sangat baik di berbagai bidang seperti optik, piezoelektrik, fotokatalisis dan magnet [2].

Sintesis ZnO dari lempeng Zn baterai telah banyak dilakukan dengan berbagai metode seperti sol-gel, presipitasi, pirolisis, elektrodeposisi dan evaporasi termal. Sebagai alternatif metode sintesis yang relatif sederhana dan memungkinkan modulasi yang efektif dilakukan dengan metode elektrodeposisi yang diikuti dengan perlakuan panas untuk mengoksidasi bahan [3].

Elektrodeposisi merupakan proses pengendapan logam dengan memanfaatkan reaksi elektrokimia [4]. Hasil dari elektrodeposisi berupa senyawa yang kemudian diikuti dengan perlakuan panas untuk mengoksidasi bahan sehingga didapatkan ZnO murni [3]. Metode elektrodeposisi memiliki keunggulan dalam segi penggunaan bahan sangat ekonomis dan mudah didapat. Selain itu juga, secara teknis metode ini lebih mudah dikerjakan dengan kontrol variabel yang bisa dikondisikan.

Aplikasi hasil sintesis ZnO, salah satunya digunakan untuk pengolahan limbah zat warna yang cukup banyak digunakan pada industri tekstil. Selain permasalahan sampah pengolahan limbah industri pun kini menjadi permasalahan yang cukup serius. Sebenarnya, beberapa pengolahan limbah zat warna tekstil bisa dilakukan diantaranya menggunakan teknik flotasi, koagulasi secara kimia dan juga adsorpsi. Akan tetapi, pengolahan dengan metode-metode tersebut hanya memindahkan limbah zat cair menjadi zat padat sehingga masih memerlukan pengolahan lebih lanjut [5].

Fotokatalisis merupakan teknik yang sedang berkembang dalam pengolahan limbah. Karena, dengan teknik ini limbah akan diuraikan dengan bantuan cahaya, sehingga limbah terurai langsung menjadi komponen-komponen yang tidak berbahaya dan juga tidak memerlukan pengolahan lanjutan. Namun, teknik fotokatalisis ini membutuhkan biaya yang cukup tinggi jika tidak adanya pengelolaan inovasi terhadap penggunaan limbah juga. Maka dari itu, aplikasi dan studi sintesis ini cukup selaras untuk dilakukan secara efektif dan efisien [2].

Pada penelitian ini, akan dilakukan sintesis ZnO melalui prekursor Zn yang didapat dari jaket limbah baterai Zn dengan metode elektrodeposisi. Tujuan penelitian ini, untuk mengetahui efektivitas dan efisiensi prekursor Zn dari jaket limbah baterai untuk mensintesis ZnO yang selanjutnya diinformasikan dengan hasil *X-Ray Diffraction (XRD)* dan *Scanning Electron Microscopy (SEM)* yang akan

diaplikasikan dalam proses fotokatalisis zat warna sintesis yaitu metilen biru dengan melibatkan sinar tampak.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka permasalahan yang perlu dirumuskan adalah sebagai berikut:

1. Apakah ZnO dapat disintesis dari prekursor Zn yang diperoleh dari limbah baterai dengan metode elektrodeposisi ?,
2. Bagaimana struktur dan morfologi ZnO yang dihasilkan berdasarkan hasil uji XRD dan SEM?, dan
3. Berapa % dekolorisasi metilen biru setelah dilakukan penyinaran dengan menggunakan sinar tampak ?

## 1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang telah dirumuskan, penelitian ini akan dibatasi pada beberapa masalah berikut:

1. Sumber Zn berasal dari limbah batu baterai primer 1,5 V
2. Larutan elektrolit yang digunakan adalah NaCl.
3. pH larutan elektrolit yaitu di pH 10 dengan sumber  $\text{OH}^-$  dari NaOH.
4. Variasi kuat arus (I) yang digunakan adalah 1, 2 dan 3 A.
5. Pengujian karakterisasi yang dilakukan yaitu XRD untuk mengetahui struktur kristal dan SEM untuk mengetahui morfologi kristal ZnO.

## 1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah yang diajukan, tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mempelajari dan melakukan proses sintesis ZnO dari limbah baterai dengan menggunakan metode elektrodeposisi
2. Mengidentifikasi struktur dan morfologi ZnO yang dihasilkan berdasarkan hasil uji XRD dan SEM,
3. Menganalisis % dekolorisasi metilen biru oleh sintesis ZnO dari limbah baterai dengan penyinaran sinar tampak.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang pemanfaatan limbah baterai dalam sintesis ZnO dan kemampuannya sebagai uji fotokatalisis. Dengan dikajinya metode ini, diharapkan ada alternatif lain untuk menurunkan intensitas zat warna berbahaya dengan biaya murah dan bahan yang mudah didapat.



## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

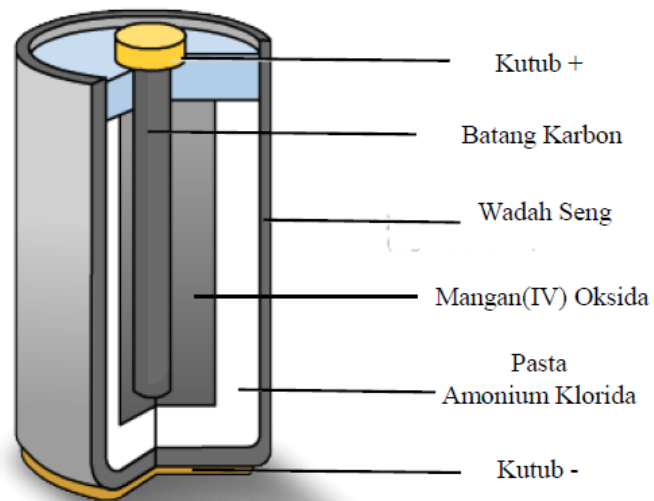
Pada tinjauan pustaka akan dibahas mengenai hal-hal yang berhubungan dengan studi penelitian ini yaitu baterai, ZnO sebagai fotokatalisis, metode elektrodeposisi, *X-Ray Diffraction (XRD)*, *Scanning Electron Microscopy (SEM)*, dan Spektrofotometer *Uv-Vis*.

### 2.1 Baterai

Baterai adalah suatu peralatan yang dapat menghasilkan energi listrik dengan melalui proses kimia. Setiap baterai terdiri dari terminal positif (katoda) dan terminal negatif (anoda) serta elektrolit yang berfungsi sebagai penghantar. Suatu beban apabila terhubung dengan elektroda-elektroda baterai, maka akan timbul reaksi elektrokimia dan terjadilah aliran arus listrik dari kutub positif menuju negatif [6].

Ada beberapa jenis baterai yang sering dijumpai dalam kehidupan sehari-hari, yaitu baterai primer dan baterai sekunder. Kedua baterai tersebut memiliki sifat yang sama yaitu mengubah energi kimia menjadi energi listrik. Baterai sekunder adalah baterai yang dapat diisi ulang (*Rechargeable Battery*) misal baterai telepon genggam. Baterai primer adalah baterai yang bersifat *disposable* atau sekali pakai. Baterai primer mempunyai nilai ekonomis yang tinggi sehingga baterai jenis ini banyak dijumpai di toko-toko besar maupun kecil. Baterai yang digunakan untuk penelitian ini adalah baterai sekali pakai yang sering ditemukan di pasaran dan banyak digunakan dalam berbagai alat elektronik *portable* karena penggunaan yang sederhana dan harganya yang relatif murah.

Sebuah baterai primer tersusun atas tiga komponen penting, yaitu batang karbon sebagai anoda (kutub positif baterai), seng (Zn) sebagai katoda (kutub negatif baterai) dan pasta sebagai elektrolit (penghantar). Baterai memiliki sifat mengubah energi kimia menjadi energi listrik. [7]



**Gambar II.1** Elemen Baterai [8]

## 2.2 Seng (Zn)

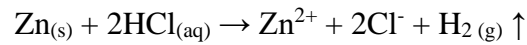
Seng merupakan unsur yang memiliki nomor atom 30, dengan lambang Zn, dan massa atom 65,37 g/mol. Di dalam tabel periodik unsur, seng berada dalam kelompok 13 atau II B. Seng adalah logam yang berwarna putih kebiruan yang sangat mudah ditempa, berkilau, dan bersifat diamagnetik. Seng sedikit kurang padat dari pada besi dan berstruktur kristal heksagonal [9].



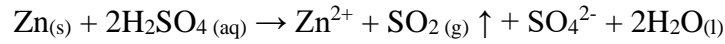
**Gambar II.2** Struktur Fisik Seng

Seng bersifat reaktif, artinya seng mudah bereaksi dengan senyawa lain. Seng juga bersifat amfoter dan dapat larut dalam larutan asam dan basa kuat. Logam murni seng melarut lambat dalam asam maupun basa, adanya zat-zat pencemar atau kontak dengan platinum atau tembaga, yang dihasilkan oleh penambahan beberapa tetes larutan garam dari logam-logam ini dan mempercepat reaksi. Hal ini

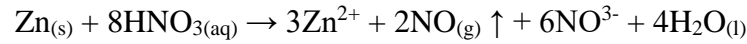
menjelaskan seng-seng komersial dapat dengan mudah larut dalam asam klorida encer dari asam sulfat encer dengan mengeluarkan gas hidrogen:



Dengan asam sulfat pekat akan melarutkan seng dan melepaskan belerang dioksida:



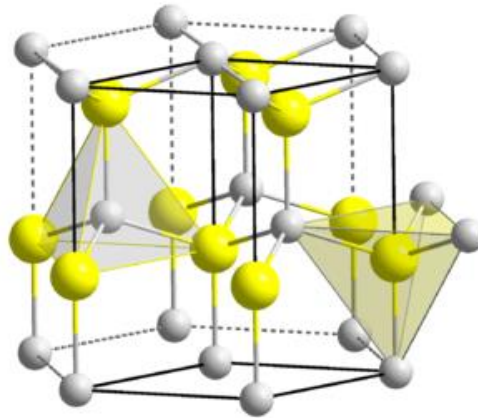
Asam nitrat pekat akan membentuk ion-ion seng (II) dan nitrogen oksida (NO):



Asam nitrat pekat mempunyai pengaruh yang kecil terhadap seng, karena rendahnya kelarutan seng nitrat [9].

### 2.3 ZnO sebagai Fotokatalisis

Zn (seng) termasuk jenis logam yang cukup tahan terhadap serangan udara dan air pada temperatur ruang, namun pada suhu tinggi logam ini dapat bereaksi dengan oksigen di udara menghasilkan oksida dalam bentuk ZnO [10]. Setiap ion  $\text{Zn}^{2+}$  maupun  $\text{O}^{2-}$  merupakan pusat tetrahedral dari keempat ion tetangganya (**Gambar II.3**)



**Gambar II.3** Struktur Kristal ZnO (kuning = ion  $\text{Zn}^{2+}$ ; abu-abu = ion  $\text{O}^{2-}$ ) [10]

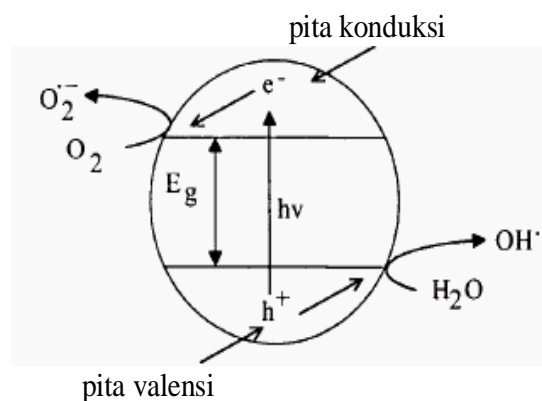
Seng oksida mengkristal dalam dua bentuk, heksagonal *wurtzite* dan kubik *zinblende*. Struktur *wurtzite* merupakan struktur yang paling umum ditemui karena strukturnya paling stabil pada kondisi ambien. Seng oksida memiliki kapasitas panas serta konduktivitas termal yang tinggi, ekspansi termal yang rendah dan suhu lebur yang tinggi, sehingga sangat menguntungkan apabila diaplikasikan sebagai

keramik. Seng oksida memiliki celah pita 3,2 eV pada suhu kamar. Dengan celah pita ini, seng oksida memiliki tegangan *breakdown* yang lebih tinggi, kemampuan untuk mempertahankan medan listrik yang besar, menurunkan suara elektronik, serta suhu tinggi dan operasi berdaya tinggi [11].

Di samping dapat beraksi langsung dengan oksigen pada suhu tinggi, seng oksida dapat dihasilkan dengan reaksi galvanik, dimana merupakan sumber energi yang dapat didaur ulang. ZnO termasuk semikonduktor, yang memiliki kemampuan sebagai bahan penghantar listrik, dimana konduktivitas listriknya berada diantara insulator dan konduktor. Konduktivitas semikonduktor berkisar antara  $10^{-3}$  sampai  $10^{-4}$  siemens per sentimeter. Bahan semikonduktor memiliki celah energi yang lebih kecil dari celah energi bahan isolator tetapi lebih besar dari celah energi bahan konduktor, sehingga memungkinkan elektron berpindah dari satu atom penyusun ke atom penyusun lain dengan perlakuan tertentu terhadap bahan tersebut. Aplikasi seng oksida ini dilihat dari sifatnya yang merupakan semikonduktor memiliki kemampuan salah satunya digunakan sebagai fotokatalis [10].

Fotokatalisis merupakan suatu proses reaksi kimia yang melibatkan cahaya dan katalis padat semikonduktor. Sedangkan fotokatalis adalah material yang digunakan sebagai katalis dalam proses reaksi kimia yang melibatkan cahaya untuk mempercepat transformasi kimia [12].

Berdasarkan teori pita energi, ZnO berukuran nano (*nanoparticles*), yang mana memiliki celah (*band gap*) sebesar 33,42 eV atau setara dengan 329,98 kJ/mol sehingga pada proses eksitasi elektron dari pita valensi ke pita konduksi membentuk pasangan  $h^+_{pV}$  dan  $e^-_{pK}$  terjadi (**Gambar II.4**)



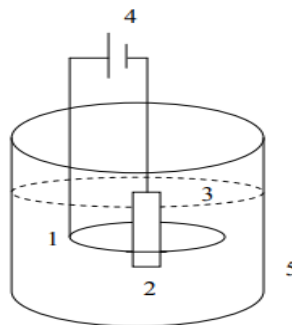
**Gambar II.4** Ilustrasi Fotokonduksi pada Permukaan Fotokatalis



Proses fotokonduksi yang berlangsung hanya dalam hitungan  $10^{-12}$  detik dan akan diikuti oleh rekombinasi atau kembalinya  $e^-_{pK}$  ke pita valensinya dan melepas energi. Namun apabila pada permukaan *nanoparticle* ZnO terserap molekul-molekul elektrofilik seperti molekul oksigen, maka spesies  $e^-_{pK}$  yang terhitung sangat pendek itu akan bereaksi dengan  $O_2$ . Disisi lain ketidakseimbangan muatan pada  $h^+_{pV}$  segera dinetralisir oleh spesies nukleofilik seperti molekul air membentuk radikal hidroksil (OH) yang sangat optimal sebagai oksidan terhadap hampir semua senyawa organik dan beberapa senyawa anorganik [13].

#### 2.4 Metode Elektrodeposisi

Elektrodeposisi merupakan proses pengendapan logam dengan cara elektrolisis. Prinsip dasarnya adalah menguraikan senyawa kimia dalam larutan elektrolit dengan cara mengalirkan arus listrik searah dan menghasilkan endapan. Arus listrik yang mengalir dalam larutan menyebabkan terjadinya reaksi kimia, yaitu reaksi penguraian ion-ion dalam larutan. Ion-ion positif akan bergerak ke katoda dan ion-ion negatif akan bergerak menuju anoda, sehingga dapat terjadi pengendapan pada substrat. Skema elektodeposisi ada pada **Gambar II.5** [14]



**Gambar II.5** Skema elektodeposisi

Keterangan gambar :

1. Platina (anoda)
2. Substrat (katoda)
3. Larutan elektrolit
4. *Power supply* (DC)

## 5. Beaker glass

Elektrodeposisi dipengaruhi oleh beberapa variabel yaitu rapat arus, suhu, waktu deposisi, pengadukan, substrat, keasaman larutan (pH), konsentrasi larutan dan potensial listrik.

Kuat arus mempengaruhi deposit logam, dimana kuat arus yang kecil akan menyebabkan ion bermuatan bergerak sedikit, sehingga endapan yang terbentuk sedikit. Semakin besar kuat arus menyebabkan ion bermuatan semakin banyak bergerak membentuk endapan [14].

Suhu, mempengaruhi intensitas refleksi pola difraksi sinar X. Keadaan normal, atom-atom menempati posisi yang tepat pada bidang kristal. Diatas suhu mutlak, atom-atom di dalam kristal mengalami getaran panas atau vibrasi termal. Vibrasi termal mengakibatkan jarak antara bidang berubah sehingga intensitas menurun saat suhu naik [15]. Peningkatan suhu larutan tidak mengubah kristal akan tetapi mengakibatkan pembentukan endapan semakin banyak.

Waktu, semakin lama proses elektrodeposisi, maka endapan yang terbentuk semakin banyak. Endapan terbentuk jika ion-ion yang dideposisikan dalam larutan masih ada [16].

Pengadukan, dimana pengadukan ini adalah terhadap larutan elektrolit yang akan mempengaruhi gelembung-gelembung gas hidrogen. Gelembung-gelembung ini akan menempel pada anoda atau katoda sehingga menghalangi proses pelepasan ion dari anoda dan menghambat proses deposisinya.

Substrat, bergantung sifat yang mana substrat yang digunakan berpengaruh pada sifat magnetik lapisan tipis yang berbentuk. Substrat akan mempengaruhi struktur morfologi dan volume lapisan [17].

Keasaman (pH), hal ini lebih mempengaruhi sifat fisik deposit daripada komposisinya. Semakin asam larutan, semakin tinggi dan hantaran arus dari anoda ke katode semakin besar sehingga semakin banyak ion yang terendapkan [16].

Konsentrasi larutan elektrolit, semakin tinggi konsentrasi larutan elektrolit berarti jumlah ion logam yang terkandung dalam larutan semakin banyak sehingga lapisan yang terbentuk semakin tebal [16].

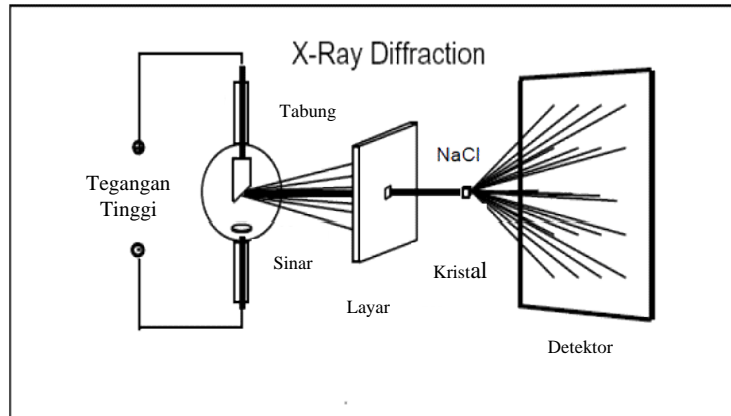
Potensial listrik, dimana potensial rendah menyebabkan reaksi reduksi oksidasi tidak akan terjadi. Potensial yang digunakan harus lebih besar dari

potensial elektroda standar. Jika potensial yang diberikan terlalu tinggi menyebabkan penempatan ion pelapis sangat cepat sehingga lapisan tidak rata dan kasar. Beda potensial mengakibatkan adanya gerakan ion-ion dalam sistem [16].

## 2.5 *X-ray Diffraction (XRD)*

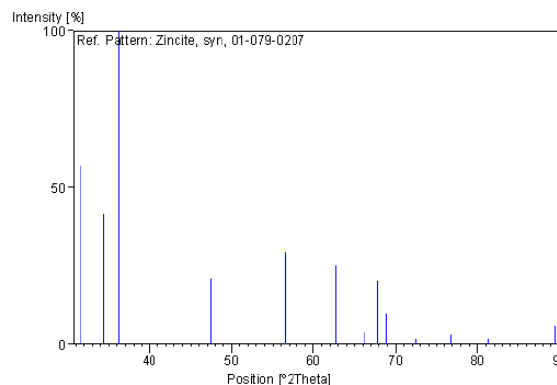
Proses analisis menggunakan *X-ray diffraction (XRD)* merupakan salah satu metoda karakterisasi material yang paling tua dan paling sering digunakan hingga sekarang. Teknik ini digunakan untuk mengidentifikasi fasa kristalin dalam material dengan cara menentukan parameter struktur kisi serta untuk mendapatkan ukuran partikel. Sinar X merupakan radiasi elektromagnetik yang memiliki energi tinggi sekitar 200 eV sampai 1 MeV. Sinar X dihasilkan oleh interaksi antara berkas elektron eksternal dengan elektron pada kulit atom. Spektrum sinar X memiliki panjang gelombang  $10^{-10}$  s/d  $5^{-10}$  nm, berfrekuensi 1017-1020 Hz dan memiliki energi 103-106 eV. Panjang gelombang sinar X memiliki orde yang sama dengan jarak antar atom sehingga dapat digunakan sebagai sumber difraksi kristal. Sinar X dihasilkan dari tumbukan elektron berkecepatan tinggi dengan logam sasaran. Oleh karena itu, suatu tabung sinar X harus mempunyai suatu sumber elektron, voltase tinggi, dan logam sasaran. Selanjutnya elektron elektron yang ditumbukan ini mengalami pengurangan kecepatan dengan cepat dan energinya diubah menjadi foton.

Sinar X ditemukan pertama kali oleh *Wilhelm Conrad Rontgen* pada tahun 1895, di Universitas Wurtzburg, Jerman. Karena asalnya tidak diketahui waktu itu maka disebut sinar X. Untuk penemuan ini Rontgen mendapat hadiah nobel pada tahun 1901, yang merupakan hadiah nobel pertama di bidang fisika. Sejak ditemukannya, sinar-X telah umum digunakan untuk tujuan pemeriksaan tidak merusak pada material maupun manusia. Disamping itu, sinar-X dapat juga digunakan untuk menghasilkan pola difraksi tertentu yang dapat digunakan dalam analisis kualitatif dan kuantitatif material. Pengujian dengan menggunakan sinar X disebut dengan pengujian XRD (*X-Ray Diffraction*).



**Gambar II.6** Instrumentasi Alat XRD [18]

Prinsip kerja XRD secara umum adalah sebagai berikut: XRD terdiri dari tiga bagian utama, yaitu tabung sinar-X, tempat objek yang diteliti, dan detektor sinar X. Sinar-X dihasilkan di tabung sinar-X yang berisi katoda memanaskan filamen, sehingga menghasilkan elektron. Perbedaan tegangan menyebabkan percepatan elektron akan menembaki objek. Ketika elektron mempunyai tingkat energi yang tinggi dan menabrak elektron dalam objek sehingga dihasilkan pancaran sinar-X. Objek dan detektor berputar untuk menangkap dan merekam intensitas refleksi sinar-X. Detektor merekam dan memproses sinyal sinar-X dan mengolahnya dalam bentuk grafik.



**Gambar II.7** (a) Standar XRD ZnO [18]

## 2.6 Scanning Electron Microscopy (SEM)

SEM digunakan untuk mengamati morfologi dari suatu bahan. Prinsipnya adalah sifat gelombang dari elektron yakni difraksi pada sudut yang sangat kecil.

Elektron dapat dihamburkan oleh sampel yang bermuatan (karena sifat listriknya), karena itu HA yang akan diuji pertama harus dilapisi (coating) dengan emas karena HA tidak bersifat konduktif sehingga harus dilapisi dengan bahan konduktor yang baik seperti emas. Gambar yang terbentuk menunjukkan struktur dari sampel yang diuji.

Prinsip kerja SEM mirip dengan mikroskop optik, hanya saja berbeda dalam perangkatnya. Pertama berkas elektron disejajarkan dan difokuskan oleh magnet yang didesain khusus berfungsi sebagai lensa. Energi elektron biasanya 100 keV, yang menghasilkan panjang gelombang kira-kira 0,04 nm. Spesimen sasaran sangat tipis agar berkas yang dihantarkan tidak diperlambat atau dihamburkan terlalu banyak. Bayangan akhir diproyeksikan ke dalam layar pendar atau film. 25 Berbagai distorsi yang terjadi akibat masalah pemfokusan dengan lensa magnetik membatasi resolusi hingga sepersepuluh nanometer [19].

*Scanning Electron Microscopy* (SEM) merupakan sejenis mikroskop yang menggunakan elektron sebagai pengganti cahaya untuk melihat benda dengan resolusi tinggi. Analisis SEM bermanfaat untuk mengetahui mikrostruktur (termasuk porositas dan bentuk retakan) benda padat. Berkas sinar elektron dihasilkan dari filamen yang dipanaskan, disebut *electron gun*.

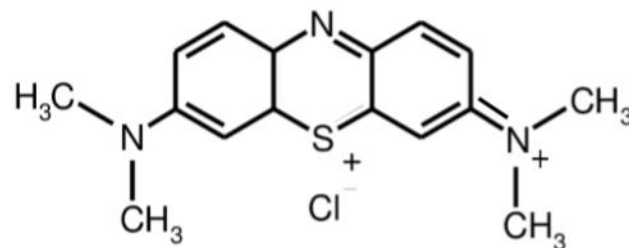
Sebuah ruang vakum diperlukan untuk preparasi cuplikan. Cara kerja SEM adalah gelombang elektron yang dipancarkan elektron gun terkondensasi di lensa kondensor dan terfokus sebagai titik yang jelas oleh lensa objektif. *Scanning coil* yang diberi energi menyediakan medan magnetik bagi sinar elektron. Berkas sinar elektron yang mengenai cuplikan menghasilkan elektron sekunder dan kemudian dikumpulkan oleh detektor sekunder atau detektor *backscatter*. Gambar yang dihasilkan terdiri dari ribuan titik berbagai intensitas di permukaan *Cathode Ray Tube* (CRT) sebagai topografi [20]. Pada sistem ini berkas elektron dikonsentrasikan pada spesimen, bayangannya diperbesar dengan lensa objektif dan diproyeksikan pada layar. Cuplikan yang akan dianalisis dalam kolom SEM perlu dipersiapkan dahulu, walaupun telah ada jenis SEM yang tidak memerlukan penyepuhan (coating) cuplikan. Terdapat tiga tahap persiapan cuplikan, antara lain: pertama yaitu pelet dipotong menggunakan gergaji intan. Seluruh kandungan air, larutan dan semua benda yang dapat menguap apabila divakum, dibersihkan.

Kedua, cuplikan dikeringkan pada 60°C minimal 1 jam. Dan yang ketiga cuplikan non logam harus dilapisi dengan emas tipis. Cuplikan logam dapat langsung dimasukkan dalam ruang cuplikan. Sistem penyinaran dan lensa pada SEM sama dengan mikroskop cahaya biasa. Pada pengamatan yang menggunakan SEM lapisan cuplikan harus bersifat konduktif agar dapat memantulkan berkas elektron dan mengalirkannya ke ground. Bila lapisan cuplikan tidak bersifat konduktif maka perlu dilapisi dengan emas.

## 2.7 Metilen Biru

Senyawa metilen biru merupakan senyawa organik kationik yang biasa digunakan untuk mewarnai kertas, rambut, kapas dan lain-lain. Rumus molekul dari metilen biru yaitu  $C_{16}H_{18}N_3SCl$  dengan berat molekul sebesar 319,85 g/mol. Pada suhu ruangan senyawa ini berbentuk padatan, tak berbau dan menghasilkan warna biru saat direaksikan dengan air. Warna biru pada metilen biru muncul karena terdapat gugus kromofor grup karbon-nitrogen di dalamnya. Gugus kromofor adalah gugus senyawa organik yang mampu menyerap sinar UV dan sinar tampak. Walaupun tidak termasuk ke dalam senyawa yang sangat toksik, namun cukup berbahaya untuk makhluk hidup [21]. Metilen biru memiliki struktur seperti pada

**Gambar II.8**



**Gambar II.8** Struktur Metilen Biru

## 2.8 Spektrofotometer Uv-Vis

Spektrofotometri UV-Vis dapat digunakan untuk analisis kualitatif maupun kuantitatif. Pada aspek kuantitatif, proses analisis dilakukan dengan melewatkan suatu berkas radiasi pada sampel dan intensitas sinar yang diteruskan diukur besarnya. Adapun radiasi yang diserap, ditentukan dengan membandingkan intensitas sinar yang datang dengan intensitas sinar yang diteruskan. Intensitas atau

kekuatan radiasi cahaya sebanding dengan jumlah foton yang melalui satuan luas penampang per detik. Serapan dapat terjadi jika radiasi yang mengenai cuplikan memiliki energi yang sama dengan energi yang dibutuhkan untuk mengakibatkan terjadinya perubahan tenaga.

Setiap molekul mempunyai energi yang merupakan jumlah dari komponen maka akan terjadi penyerapan energi translasional, vibrasional, rotasional, dan elektronik. Jika suatu molekul dikenai radiasi elektromagnetik pada frekuensi yang sesuai maka akan terjadi penyerapan energi yang sesuai oleh molekul. Sinar ultraviolet dan sinar tampak dapat memberikan energi yang cukup untuk menyebabkan terjadinya transisi elektronik. Transisi elektronik akan meningkatkan energi molekuler dari keadaan dasar (*ground state*) ke tingkat tereksitasi.

Hubungan antara intensitas cahaya yang ditransmisikan dengan tebalnya larutan dan hubungan antara intensitas dengan konsentrasi zat diturunkan secara empirik oleh Lambert dan Beer. Adapun hukum Lambert-Beer dituliskan sebagai berikut:

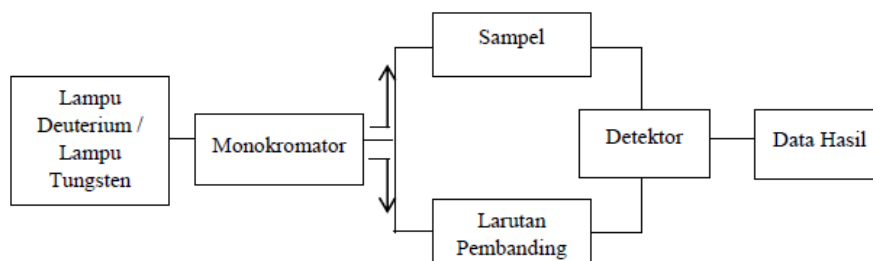
$$A = abc$$

Dimana:

A = absorban b = tebal kuvet

a = absorptivitas c = konsentrasi

Spektrofotometer pada dasarnya terdiri atas sumber radiasi, monokromator, kuvet untuk sampel, *detector*, dan alat pencatat (*recorder*). Adapun rangkaian alat spektrofotometri dapat dilihat pada **Gambar II.11**



**Gambar II.9** Instrumentasi Alat Spektrofotometri [21]

Ada beberapa hal yang harus diperhatikan saat akan melakukan analisis dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis, diantaranya yaitu:

1. Jika senyawa analisis tidak menyerap sinar UV-Vis, maka dapat diubah menjadi senyawa lain atau direaksikan dengan pereaksi tertentu. Syarat pereaksi yang digunakan harus memiliki reaksi yang selektif dan sensitif, serta reaksinya cepat, kuantitatif, dan reproduibel.
2. Penentuan waktu operasional harus ditentukan terutama untuk pengukuran hasil reaksi atau pembentukan warna. Hal ini bertujuan untuk mengetahui waktu pengukuran yang stabil sehingga tidak terjadi penurunan absorbansi akibat turunnya intensitas warna larutan.
3. Pemilihan panjang gelombang maksimum harus dilakukan agar diperoleh panjang gelombang yang mempunyai absorbansi maksimal, karena kepekannya maksimum [21].

