

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Zinc Oxide (ZnO)

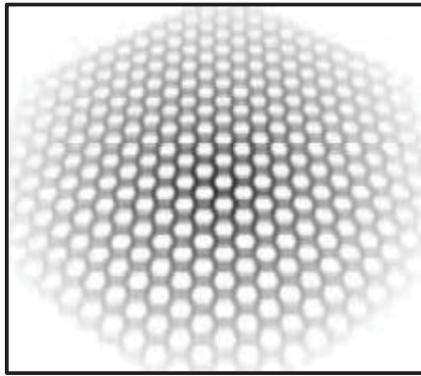
Zinc oxide (ZnO) merupakan senyawa anorganik bahan semikonduktor tipe-n yang pada suhu kamar memiliki *band gap* sebesar 3,2 eV – 3,3 eV (Özgür dkk., 2005). Senyawa kimia ini memiliki fisik berupa serbuk putih seperti pada Gambar 2.1. ZnO hampir tidak larut pada air maupun alkohol, tetapi dapat larut pada kebanyakan asam, salah satunya asam klorida (HCl) (Özgür dkk., 2005). Selain itu, ZnO sering dijadikan sebagai aditif dalam berbagai material dan produk seperti plastik, keramik, karet, kaca, semen, cat, minyak gosok, perekat, pelumas, pigmen, makanan, baterai, ferit, pemadam api, dan perban (Hernández Battez dkk., 2008). ZnO mempunyai beberapa sifat yang menguntungkan, seperti mobilitas elektron tinggi, transparansi yang baik, dan *band gap* lebar. ZnO juga sering digunakan karena memiliki harga yang relatif murah, melimpah di alam, struktur kimia yang stabil, mudah dipreparasi, dan tidak toksik. Selain itu, kelebihan ZnO yaitu bisa diaplikasikan pada lingkungan yang keras dan suhu yang tinggi serta resistansi yang lebih tinggi dalam keadaan radiasi energi tinggi (Nugroho *et al*, 2004).



Gambar 2.1 *Zinc Oxide*.

2.2 Reduced graphene oxide (rGO)

Reduced graphene oxide (rGO) adalah senyawa yang diperoleh melalui proses reaksi kimia berupa oksidasi yang kuat dari grafit. rGO memiliki susunan atom karbon berbentuk kerangka heksagonal menyerupai sarang lebah yang berbentuk suatu lembaran setipis satu atom seperti pada Gambar 2.2. rGO ditemukan pada tahun 2004 melalui eksperimen (Geim & Novoselov, 2007). Struktur heksagonal pada rGO dapat meningkatkan sifat mekanik dan kelistrikan pada rGO, yaitu perpindahan muatan yang tinggi ($230,000 \text{ cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$) dengan kemampuan dalam menyerap cahaya sebesar 2.3%, konduktivitas panas tinggi ($3000 \text{ W}/\text{m}\cdot\text{K}$), kekuatan tarik yang besar (130 GPa), serta luas penampangnya besar ($2600 \text{ m}^2/\text{g}$) (Singh dkk., 2011).

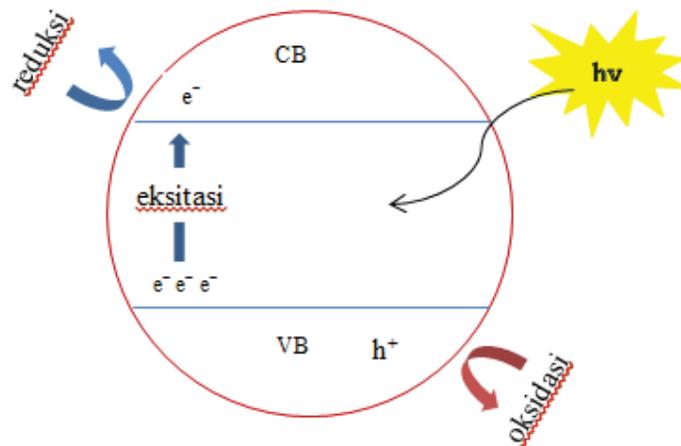


Gambar 2.2 Permukaan *reduced graphene oxide* (Terrones dkk., 2010).

2.3 Fotokatalisis

Fotokatalisis merupakan reaksi yang memanfaatkan penyerapan energi yang bersumber dari cahaya dan bahan katalis yang berperan untuk mempercepat reaksi dengan cara menurunkan energi aktivasinya (Setiawati dkk., 2016). Teknik fotodegradasi menggunakan fotokatalis berupa material semikonduktor yang biasanya diterapkan pada reaksi pemecahan senyawa oleh sinar UV (Aliah dkk., 2015). Berlangsungnya proses fotokatalisis dapat dilihat pada Gambar 2.3. Pada proses ini, semikonduktor akan menyerap foton yang bersumber dari sinar UV selama terjadinya proses fotokatalisis. Penyerapan foton akan menyebabkan elektron pada keadaan dasar tereksitasi menuju pita konduksi yang memiliki

energi lebih tinggi. Setelah itu, akan dihasilkan radikal bebas (OH^*) ketika terjadi reaksi antara molekul H_2O dengan elektron dan sisa *hole* yang berada pada pita konduksi. Radikal bebas dengan sifat aktif akan berfungsi sebagai pengurai polutan organik (Aliah dkk., 2013). Kemampuan katalis dalam menghasilkan sepasang *electron-hole* pada pita valensi sangat mempengaruhi aktivitas fotokatalisnya. *Holes* yang dihasilkan berfungsi sebagai lokasi terjadinya oksidasi. Adanya *electron-hole* ini akan membantu dalam mempercepat proses transfer elektron. Reaksi redoks akan dipercepat dengan adanya keberadaan dari pasangan *electron-hole* (Pardede, 2018).



Gambar 2.3 Proses Fotokatalisis.

2.4 Limbah Cair Batik

Secara umum, sisa dari proses pembatikan akan menghasilkan limbah cair batik yang memiliki sifat basa dan kadar organik tinggi (Indrayani & Rahmah, 2018). Zat pewarna yang terdapat dalam limbah cair batik biasanya sangat sulit untuk didegradasi. Hal tersebut dikarenakan zat pewarna batik didesain dengan tingkatan kimia yang tinggi untuk menahan kerusakan akibat sifat oksidatif dari cahaya matahari (Manurung dkk., 2004). Limbah batik secara visual dapat dilihat pada Gambar 2.4



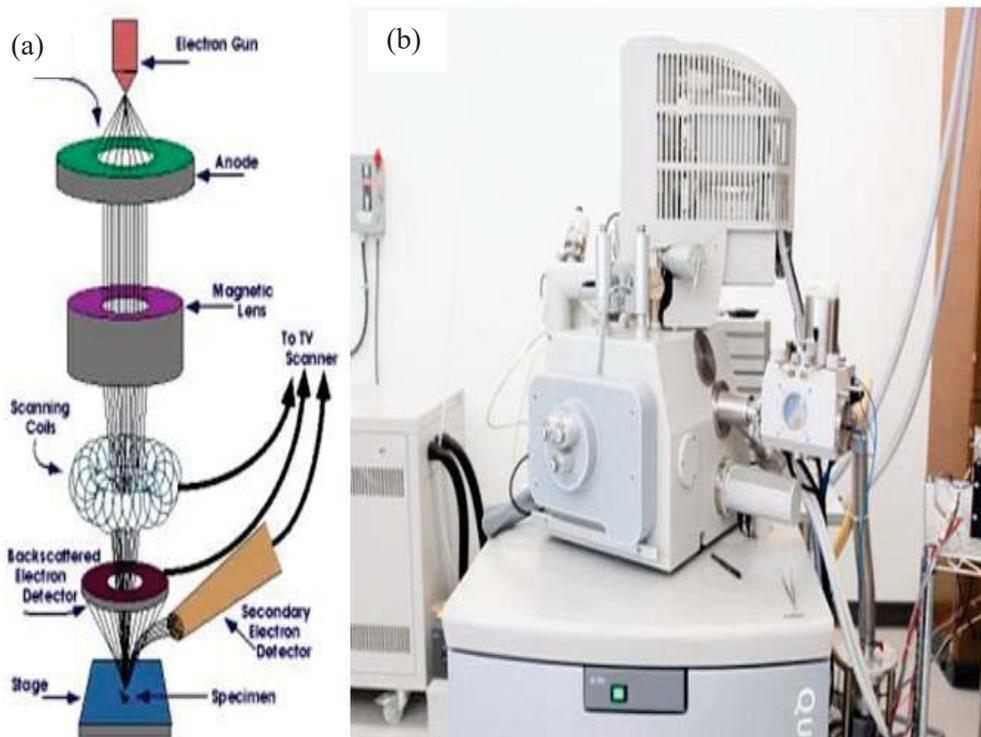
Gambar 2.4 Limbah Batik

Pengolahan limbah cair batik digolongkan menjadi tiga proses, yaitu biologi, fisika, serta kimia. Pengolahan limbah melalui proses biologi dilakukan dengan memanfaatkan aktivitas mikroorganismenya untuk menguraikan bahan-bahan organik yang ada pada limbah cair. Pengolahan limbah melalui proses fisika dapat dilakukan dengan beberapa cara, seperti adsorpsi, filtrasi, dan sedimentasi. Adsorpsi dilakukan dengan menambahkan material yang dapat mengadsorpsi senyawa pada limbah. Filtrasi dilakukan dengan memanfaatkan alat penyaring (filter) untuk memisahkan zat padat-cair. Sedimentasi dilakukan dengan cara mengendapkan partikel tersuspensi dengan bantuan gaya gravitasi. Sedangkan pengolahan limbah melalui proses kimia dilakukan dengan koagulasi, flokulasi, dan netralisasi.

2.5 Scanning Electron Microscopy-Energy Dispersive X-Ray Spectrometer (SEM-EDS)

Scanning Electron Microscopy (SEM) adalah mikroskop yang digunakan untuk mengamati objek dalam skala yang sangat kecil dengan memanfaatkan pancaran elektron berenergi tinggi yang dapat dilihat pada Gambar 2.5(b). Informasi yang didapatkan melalui karakterisasi ini berupa topografi (jenis permukaan objek) dan morfologi (ukuran dan bentuk partikel), sedangkan EDS (*Energy Dispersive X-Ray Spectrometer*) digunakan untuk mengetahui komposisi

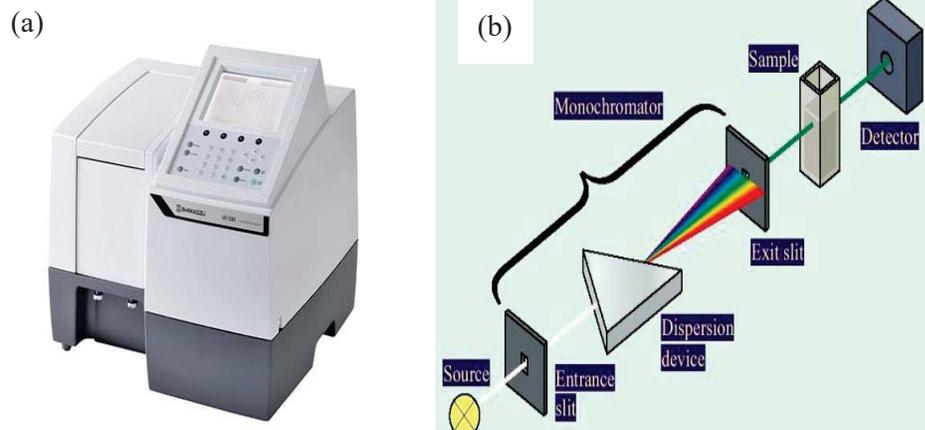
dalam suatu material berupa unsur dan senyawa beserta jumlah relatifnya. Prinsip kerja SEM dapat dilihat pada Gambar 2.5(a). Prinsip kerja SEM yaitu seluruh permukaan sampel disinari dengan berkas elektron yang dihasilkan oleh *electron gun*. Ketika elektron berinteraksi dengan sampel, maka akan menghasilkan *secondary electron* yang kemudian masuk ke dalam detektor dan diubah menjadi sinyal listrik sehingga menghasilkan gambar pada layar monitor. Sementara itu, prinsip kerja EDS berupa metode spektroskopi yang mana elektron akan ditembakkan ke permukaan sampel, kemudian dari proses tersebut akan memancarkan X-Ray. Karakteristik masing-masing unsur yang akan ditangkap oleh detektor ditunjukkan melalui energi tiap-tiap photon X-Ray. Proses ini akan secara otomatis menunjukkan puncak-puncak dalam distribusi energi sesuai dengan unsur yang terdeteksi. Hasil dari pengujian EDS berupa persentase unsur yang terkandung dalam suatu sampel yang bertujuan untuk mengetahui unsur penyusun material yang ada pada sampel serta mengetahui nilai %berat dan %atomik dari unsur penyusunnya.



Gambar 2.5 (a) Skema Kerja SEM, dan (b) SEM Quanta 650.

2.6 Spektrofotometer UV-Vis

Spektrofotometer Ultraviolet-Visibel (UV-Vis) seperti pada Gambar 2.6(a) merupakan gambar spektroskopi yang memakai sumber radiasi elektromagnetik ultraviolet dekat (190-380 nm) dan sinar tampak (380-780 nm) dengan memakai instrumen spektrofotometer. Pengukuran panjang gelombang menggunakan spektrofotometer UV-Vis menggunakan interaksi antara radiasi elektromagnetik yang memiliki panjang gelombang tertentu yang sempit serta mendekati monokromatik dengan molekul atau atom dari suatu zat kimia. Pada proses kerja spektrofotometer seperti pada Gambar 2.6(b), sampel akan disinari oleh sumber cahaya monokromatik, kemudian sebagian cahaya tersebut ada yang diserap, dipantulkan, dan diteruskan. Cahaya yang diserap akan mengakibatkan elektron tereksitasi dari keadaan dasar ke keadaan yang memiliki energi yang lebih tinggi, sedangkan cahaya yang diserap atau diteruskan akan muncul sebagai nilai transmitansi. Hasil pengukuran spektroskopi UV-Vis akan disajikan dalam bentuk spektra serapan atau transmitansi. Pengukuran menggunakan spektrofotometer UV-Vis ini didasari pada hubungan antara berkas radiasi elektromagnetik yang diabsorpsi dengan tebalnya cuplikan serta konsentrasi dari komponen penyerap.



Gambar 2.6 (a) Spektrofotometer UV-Vis, dan (b) Skema Kerja Spektrofotometer UV-Vis.