

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ilmenit

Ilmenit merupakan mineral titanium besi oksida, bersifat magnet lemah, berwarna hitam atau abu-abu dengan rumus kimia FeTiO_3 , memiliki struktur kristal heksagonal yang sama dengan hematit dan corundum, memiliki titik leleh $1050\text{ }^\circ\text{C}$ dan berat massa jenis antara 2400 kg/m^3 - 2700 kg/m^3 , ilmenit terdiri dari dua keadaan elektronik yaitu $\text{Fe}^{2+}\text{Ti}^{4+}\text{O}_3$ dan $\text{Fe}^{3+}\text{Ti}^{3+}\text{O}_3$, pada keadaan pertama lebih banyak ditemukan (Chatterjee, 2007). Ilmenit merupakan senyawa berbasis titanium yang memiliki bentuk umum FeTiO_3 . Ilmenit mengandung 31.6% titanium (setara dengan 52.67% TiO_2), 36,8% Fe dan oksigen yang seimbang. Ilmenit memiliki sifat-sifat yaitu termasuk bahan magnetik lemah, berwarna gelap, rapuh dan tak tembus cahaya. Di Indonesia ilmenit sangat melimpah sebagai hasil produk samping pengolahan biji timah tepatnya di Kepulauan Bangka serta mengandung mineral yang lebih kompleks daripada Ilmenit lainnya (Firdiyono, 2003).

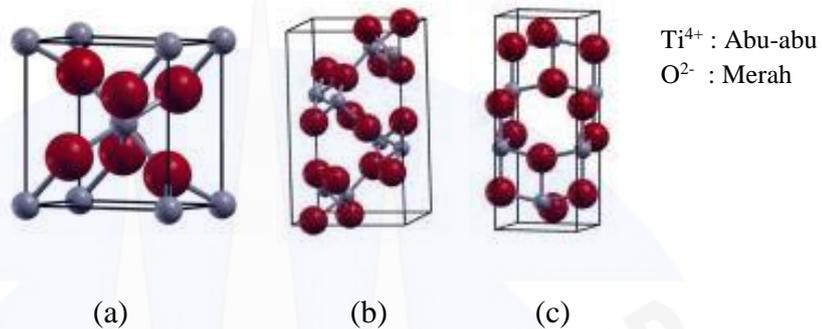
Menurut Ermawati dkk (2016) “ilmenit masuk kedalam group ilmenit dengan rumus ATiO_3 , dimana A merupakan mangan, seng, besi, atau magnesium dimana group ilmenit diantaranya adalah Rutile (TiO_2), Ecanndrewsite (*Zine Iron Manganese Titanium Oxide*), Geikielite (MgTiO_3) (*Magnesium Titanium Oxide*) dan *Pyrophanite* (MnTiO_3) (*Manganese Titanium Oxide*) serta ilmenit (*Iron Titanium Oxide*)”.

2.2 Titanium dioksida (TiO_2)

Titanium dioksida dikenal sebagai titanium (IV) oksida atau titania, merupakan oksida dari titanium yang memiliki rumus molekul TiO_2 . TiO_2 memiliki indeks bias 2,49 dan kerapatan $3,83\text{ gr/cm}^3$ dengan densitas $79,89\text{ gr/mol}$ dan struktur kristal tetragonal. TiO_2 adalah bubuk berwarna putih yang digunakan pada industri kimia, yaitu sebagai katalis dan kosmetik, pada bidang lingkungan sebagai degradasi toksik organik, dan dibidang energi sebagai solar cell energi dll (Ermawati dkk, 2016).

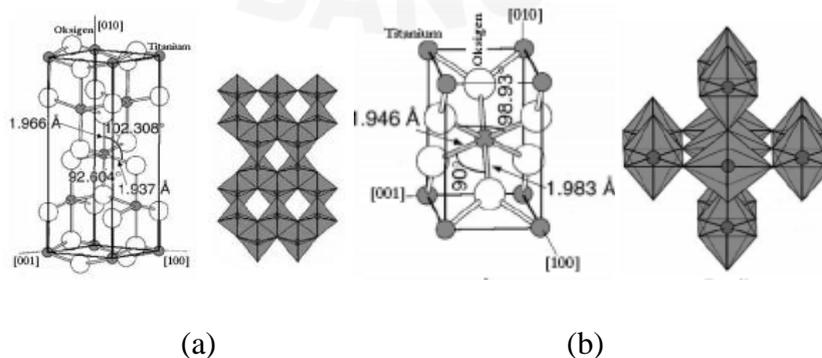
TiO₂ memiliki 3 jenis struktur kristal yaitu (Fujishima dkk,1999) :

1. Rutil : bentuk kristal tetragonal, stabil pada suhu tinggi dan terdapat pada bebatuan beku,
2. Anatase : memiliki bentuk kristal tetragonal dan stabil pada suhu rendah,
3. Brookite : memiliki struktur kristal orthorombik dan hanya terdapat pada mineral.



Gambar 2.1 Struktur kristal TiO₂ Pada Fase : (a) Rutile, (b) Anatase dan (c) Brookite

Pada **Gambar 2.1** ketiga jenis kristal TiO₂, rutile dan anatase yang keberadaannya cukup stabil yang banyak digunakan dalam reaksi fotokatalisis. Dua struktur kristal TiO₂ yaitu rutil dan anatase, paling umum digunakan dalam fotokatalisis. Struktur anatase dan rutil digambarkan dalam bentuk rantai oktahedral TiO₆. Struktur kedua kristal dibedakan oleh distorsi oktahedron dan pola susunan rantai oktahedronnya (**Gambar 2.2**). Setiap ion Ti⁴⁺ dikelilingi oleh enam atom O²⁻. Oktahedron pada rutil memperlihatkan sedikit distorsi ortorhombik, sedangkan oktahedron pada anatase memperlihatkan distorsi yang cukup besar sehingga relatif tidak simetri (Linsebigier dkk, 1995).



Gambar 2. 2 Struktur Kristal (a) Anatase dan (b) Rutile

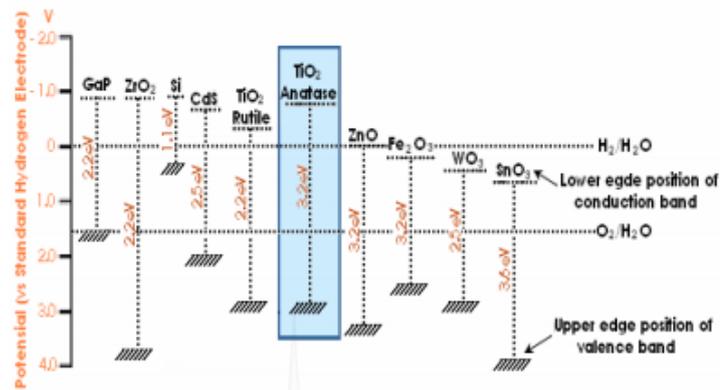
Jarak Ti-Ti pada anatase lebih besar, sedangkan jarak ion Ti-O lebih pendek dibandingkan rutil (Diebold, 2003). Menurut Linsebigier dkk (1995), “pada rutil setiap oktahedronnya mengalami kontak dengan 10 oktahedron tetangganya, sedangkan pada anatase setiap oktahedron mengalami kontak dengan delapan oktahedron tetangganya, perbedaan dalam struktur kisi ini menyebabkan perbedaan massa jenis dan struktur pita elektronik antara dua bentuk TiO₂ yaitu anatase memiliki daerah aktivasi yang lebih luas dibandingkan rutil sehingga kristal tersebut menjadi lebih reaktif terhadap cahaya dibandingkan rutil”. Gunlazuardi (2001) menjelaskan “perbedaan energi bandgap yang dimiliki pada anatase yaitu 3,2 eV sedangkan rutil 3,1 eV”.

Perbedaan struktur kristal anatase dan rutil dirangkum pada Tabel 1. Kristal rutil memiliki struktur yang lebih padat dibandingkan anatase, karenanya memiliki densitas dan indeks refraktif yang lebih tinggi (Gunlazuardi, 2001).

Tabel 2.1 Perbedaan Struktur Kristal Anatase dan Rutile

Faktor Perbedaan	Kristal	
	Anatase	Rutil
Energi gap (E _g) Ev	3,2	3,1
Massa jenis (ρ) gr/cm ³	3,830	4,240
Jarak Ti-Ti (Å)	3,97 dan 3,04	3,57 dan 2,96
Jarak Ti- O (Å)	1,937 dan 1,966	1,946 dan 1,983
Parameter Kisi (Å)	a = 3,782	a = 4,587
	c = 9,502	c = 2,953

Palupi (2006) menerangkan bahwa “energi gap (E_g), posisi pita konduksi dan pita valensi menentukan karakter fotokatalisis dalam hal kebutuhan energi foton yang diperlukan untuk mengaktifkannya dan berapa besar kekuatan oksidasi atau reduksinya setelah diaktifkan”.



Gambar 2. 3 Energi Gap, Posisi Pita Valensi, Konduksi, dan Potensial Redoks dari Berbagai Semikonduktor

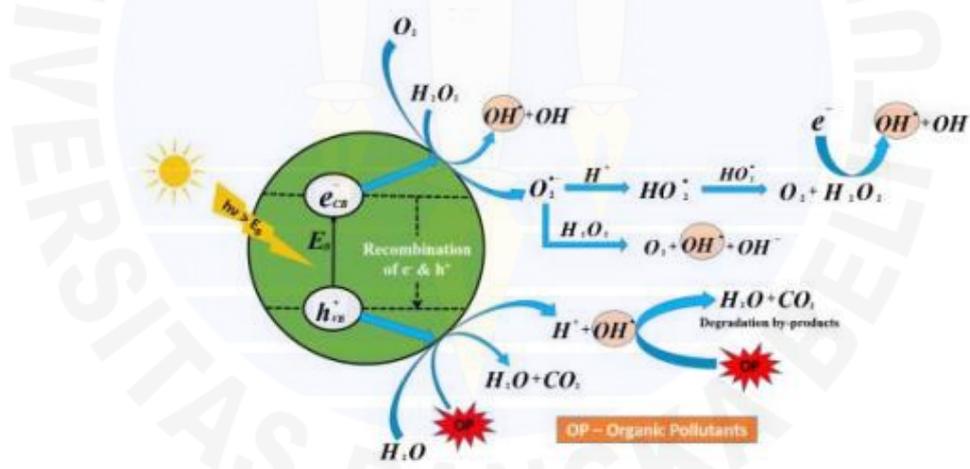
Palupi (2006) memperlihatkan “besarnya energi celah, posisi pita valensi, pita konduksi beberapa semikonduktor dan komparasinya dengan potensial redoks relatif terhadap standar elektroda hidrogen, dimana TiO₂ anatase memiliki energi celah sebesar 3,2 eV, dengan posisi tingkat energi pita konduksi memiliki potensial reduksi sebesar kira-kira -1,0 Volt (vs SHE) dan posisi tingkat energi pita valensi mempunyai potensial oksidasi kurang dari +3,0 Volt (vs SHE), hal ini mengindikasikan bahwa *hole* pada permukaan TiO₂ merupakan spesies oksidator kuat, dan karenanya akan mengoksidasi spesies kimia lainnya yang mempunyai potensial redoks yang lebih kecil, termasuk molekul air dan/atau gugus hidroksil yang akan menghasilkan radikal hidroksil”. Radikal hidroksil pada pH = 1 mempunyai potensial sebesar 2,8 V, dan kebanyakan zat organik mempunyai potensial redoks yang lebih kecil dari potensial tersebut (Gunlazuardi, 2001).

2.3 Fotokatalis

Okamoto dkk (1985) menerangkan “Titanium dioksida adalah material yang dikenal luas sebagai fotokatalis didasarkan pada sifat semikonduktornya. Fotokatalisis merupakan suatu proses reaksi katalis dengan bantuan cahaya tampak (*visible light*) atau UV”. Menurut Chatterjee dkk (2005) “fotokatalis merupakan fotoreaksi (reaksi yang memanfaatkan absorpsi energi cahaya atau foton) yang dipercepat oleh adanya katalis yang menurunkan energi aktivasi sehingga mempercepat proses reaksi, di mana jika suatu semikonduktor dilewati cahaya (foton) sebesar $h\nu$, maka (e) pada pita valensi akan

mengabsorpsi energi foton tersebut dan pindah ke tingkat energi yang lebih tinggi yaitu pita konduksi, akibatnya akan meninggalkan lubang positif pada pita valensi. Sebagian besar elektron dan *hole* berkombinasi kembali di dalam semikonduktor dengan mengemisi kalor, sedangkan sebagian lagi bertahan pada permukaan semikonduktor”.

Secara umum, menurut Mills dan Hunte (1997) fenomena fotokatalitik pada permukaan semikonduktor dapat dipahami dengan penjelasan seperti ditunjukkan oleh **Gambar 2.4** “jika suatu semikonduktor tipe n dikenai cahaya ($h\nu$) dengan energi yang sesuai, mengakibatkan elektron (e^-) pada pita valensi akan pindah ke pita konduksi, dan meninggalkan lubang positif (*hole*, disingkat sebagai h^+) pada pita valensi. Sebagian besar pasangan e^- dan h^+ ini akan mengalami rekombinasi, baik di permukaan atau di dalam bulk partikel. Sebagian pasangan e^- dan h^+ dapat bertahan sampai pada permukaan semikonduktor h^+ dapat menginisiasi reaksi oksidasi dan dilain pihak e^- akan menginisiasi reaksi reduksi zat kimia yang ada disekitar permukaan semikonduktor”.



Gambar 2. 4 Skema Fotoeksitasi yang Diikuti oleh Deeksitasi pada Permukaan Semikonduktor (Akpan dan Hameed, 2010)

Mekanisme yang menggambarkan efek fotokatalitik dari TiO_2 dapat diamati pada **Gambar 2.4**. Menurut Mills dan Hunte (1997), tahapan utama mekanisme fotokatalitik pada semikonduktor TiO_2 meliputi radiasi foton, penjebakan (*trapping*), inisiasi reaksi redoks, dan rekombinasi pembawa muatan. Secara alami, TiO_2 menunjukkan banyak bentuk fase kristal. Rutil adalah salah satu fase yang paling stabil dalam bentuk bongkahan dengan

indeks bias yang lebih tinggi, gravitasi spesifik yang lebih tinggi, titik lebur yang lebih tinggi, dan stabilitas kimia yang lebih tinggi daripada fase lain. Brookite memiliki warna, kekerasan, dan kepadatan yang sama dengan rutile. Dibandingkan dengan rutile, anatase sangat stabil pada ukuran nanoskopik dan titik leleh yang lebih rendah. Sedangkan bentuk anatase memiliki luas permukaan yang tinggi, tingkat kristalinitas yang lebih tinggi dan ukuran kristalit yang besar. Fase ini sangat diinginkan untuk fotokatalisis (Kumar dan Chowdhury, 2008).

Mills dan Hunte (1997) menerangkan “faktor lain yang dapat menentukan besarnya daya fotokatalitik adalah kristalinitas TiO_2 , dimana TiO_2 amorf memiliki daya fotokatalitik yang lebih rendah daripada TiO_2 dengan kristalinitas yang lebih tinggi, dimana rendahnya daya fotokatalitik TiO_2 amorf disebabkan oleh tingkat rekombinasi elektron dan lubang (hole) yang tinggi akibat dari cacat kristal”. Mekanisme fotokatalitik pada semikonduktor TiO_2 berdasarkan Mills dan Hunte (1997), dapat diamati pada **Gambar 2.4** yang meliputi:

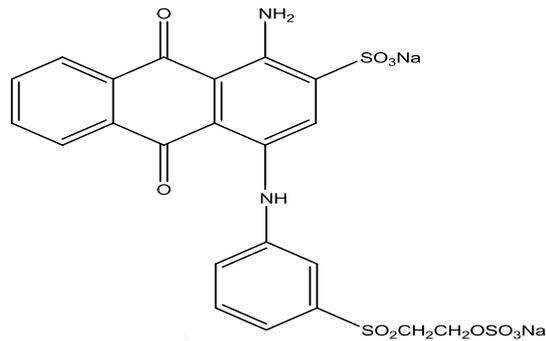
1. Pembentukan muatan oleh foton: jika fotokatalis dikenai radiasi foton ($h\nu$) dengan energi $h\nu$ yang besarnya sama atau melebihi energi celahnya (E_g), maka satu elektron akan tereksitasi ke dalam pita konduksi (e_{cb}^-) dengan meninggalkan kekosongan pada pita valensi (h_{vb}^+).
2. Rekombinasi pembawa muatan: kekosongan (lubang pada pita valensi (h_{vb}^+) dapat bertindak sebagai oksidator yang cukup kuat dan dapat bergabung dengan elektron pada pita konduksi (e_{cb}^-) sambil melepas panas.
3. Jika dalam sistem terdapat substrat yang dapat teroksidasi maka lubang pada pita valensi (h_{vb}^+) akan menginisiasi reaksi oksidasi terhadap substrat tersebut.
4. Jika di dalam sistem terdapat suatu oksidator (misal oksigen) maka dapat terjadi inisiasi reaksi reduksi oleh elektron pada pita konduksi (e_{cb}^-).

5. Reaksi fotoreduksi terkatalis dan reaksi termal lanjutan (misal reaksi hidrolisis atau reaksi dengan oksigen aktif) akan menghasilkan CO_2 , H^+ , Cl^- , dan H_2O .
6. Penjebakan (*trapping*) elektron pada pita konduksi (e_{cb}^-) ke permukaan fotokatalis $\text{Ti}^{\text{IV}}\text{OH}$ membentuk $\text{Ti}^{\text{III}}\text{OH}$.
7. Penjebakan (*trapping*) lubang pada pita valensi (h_{vb}^+) ke dalam permukaan gugus titanol menghasilkan $\bullet\text{OH}$. $\bullet\text{OH}$ pada permukaan $\text{Ti}^{\text{IV}}\text{OH}$ dapat bertindak sebagai oksidator.

2.4 Limbah Batik Cual

Industri batik yaitu salah satu industri yang banyak menggunakan zat warna yang sisanya dibuang begitu saja ke lingkungan sebagai limbah sehingga menyebabkan pencemaran pada lingkungan. Di Bangka Belitung terdapat industri batik cual yang berbentuk *home industry*. Pada proses pembuatan batik memiliki bahan-bahan yang bersifat non-biodegradable. Limbah cair batik berasal dari sisa air pencelupan mengandung banyak zat warna, penguat warna dan penganjian merupakan salah satu sumber pencemaran air yang cukup tinggi (Sumami, 2012). Kandungan di dalam limbah industri batik yang berpotensi menimbulkan pencemaran air adalah kandungan bahan organik, serta padatan tersuspensi (Rahmawati, 2009). Menurut KEP 51-/MENLH/10/1995 Tentang Baku Limbah Cair Untuk Industri Tekstil memiliki kadar maksimum (mg/L) masing-masing pada parameter BOD_5^{20} , COD, TSS, Fenol total, Krom Total, minyak dan lemak yaitu 85, 250, 60, 1, 2, dan 5.

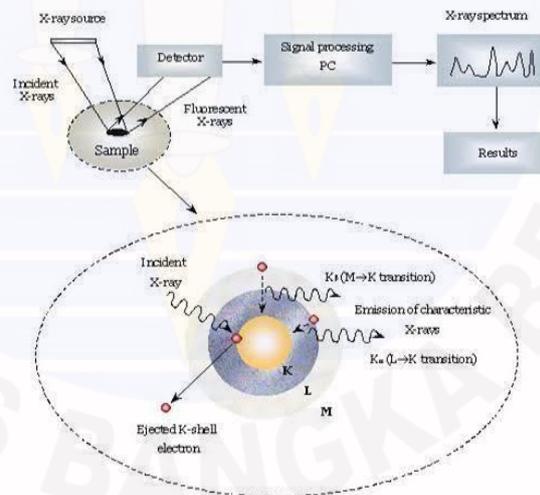
Dalam proses pembuatan batik cual digunakan bahan kimia berupa pewarna remasol yang bersifat karsinogenik dari proses pencelupan dan pewarnaan batik (Sumami, 2012). Zat warna adalah senyawa organik yang mengandung gugus kromofor sebagai pembawa warna dan auksokrom sebagai pengikat warna. Zat warna yang sering digunakan dalam industri batik adalah zat warna reaktif (Suteu dan Bilba, 2005). Salah satunya *Remazol Brilliant Blue* memiliki struktur kimia sebagai berikut : (Mahmoud, 2007)



Gambar 2. 5 Struktur *Remazol Brilliant Blue*

2.5 XRF dan XRD

Analisis fluoresensi sinar-X (XRF) adalah pencacahan sinar-X yang dipancarkan oleh suatu unsur akibat pengisian kembali kekosongan elektron pada orbital yang lebih dekat dengan inti karena terjadinya eksitasi elektron oleh elektron yang terletak pada orbital yang lebih luar. Sinar-X yang berasal dari radioisotope sumber eksitasi menabrak elektron dan akan mengeluarkan elektron kulit dalam, maka akan terjadi kekosongan pada kulit dalam. Perbedaan energi dari dua kulit itu akan tampil sebagai sinar-X yang dipancarkan oleh atom (Ikhsan, 2015).



Gambar 2. 6 Skematik Proses Identifikasi Dengan XRF

Sinar-X yang dihasilkan merupakan gabungan spektrum sinambung dan spektrum berenergi tertentu (discreet). Spektrometri XRF memanfaatkan sinar-X yang dipancarkan oleh sampel yang selanjutnya akan ditangkap oleh detektor untuk dianalisis kandungan unsur pada sampel. Sampel yang dianalisis berupa padat massif, pelet, ataupun serbuk. Analisis unsur dilakukan

secara kualitatif dengan menganalisis jenis unsur yang terkandung maupun kuantitatif untuk menentukan konsentrasi unsur dalam sampel. Sinar-X yang dihasilkan ditangkap oleh detektor (Sumantry, 2002).

XRF memiliki prinsip kerja berdasarkan efek fotolistrik yaitu ketika sinar *X-Ray* ditembakkan pada sampel, elektron tereksitasi dari kulitnya yang lebih dalam yaitu kulit K sehingga terjadinya kekosongan pada kulit tersebut. Terjadinya kekosongan menyebabkan ketidakstabilan pada atom, sehingga elektron dari tingkat energi yang lebih tinggi (kulit L dan M) akan berpindah dan menempati kekosongan tersebut. Pada proses perpindahan, energi dibebaskan karena terjadinya perpindahan dari kulit yang memiliki energi lebih tinggi (L/M) ke kulit yang memiliki energi paling rendah (K). Emisi yang dikeluarkan oleh setiap material memiliki karakteristik khusus. Proses tersebut memberikan karakteristik dari *X-Ray*, dimana energinya berasal dari perbedaan energi ikatan antar kulit yang berhubungan. *X-ray* yang dihasilkan dari proses ini disebut *X-Ray Fluorescence* atau XRF (Sumantry, 2002).

XRD adalah alat yang berfungsi untuk menentukan karakterisasi struktur dan fasa partikel. Ketika sinar-X berinteraksi dengan lapisan permukaan kristal, sebagian sinar-X ditransmisikan, diserap, direfleksikan dan sebagian lagi dihamburkan serta didifraksikan (Bayliss, 1976). Berdasarkan persamaan Bragg:

$$2d \sin \theta = n \lambda$$

Dimana : d : jarak antara dua bidang kisi (nm)

$\sin \theta$: sudut antara sinar datang dengan bidang normal

λ : panjang gelombang sinar-X yang digunakan (nm)

XRD secara umum terdiri dari tiga bagian utama, yaitu tabung sinar-X, tempat objek yang diteliti dan detektor sinar-X yang berisi katoda memanaskan filamen, sehingga dapat menghasilkan elektron. Perbedaan tegangan menyebabkan percepatan elektron akan menembaki objek. Ketika elektron mempunyai tingkat energi yang tinggi dan menabrak elektron dalam objek sehingga dapat dihasilkan pancaran sinar-X. Detektor merekam dan

memproses sinyal sinar-X dan mengolahnya dalam bentuk grafik (Ariswan, 2013).

Prinsip kerja instrumen ini yaitu ketika sinar-X tersebut menembak bahan padatan kristalin, jika berkas sinar-X dijatuhkan pada kristal, maka bidang kristal itu akan menghamburkan sinar-X yang memiliki panjang gelombang sama dengan jarak antar kisi kristal tersebut. Setiap kumpulan bidang kisi tersebut memiliki beberapa sudut orientasi sudut tertentu sehingga difraksi sinar-X memenuhi Hukum Bragg. Sinar yang dihamburkan akan ditangkap oleh detektor lalu diterjemahkan sebagai sebuah puncak difraksi. Bagian yang tidak dihamburkan akan menembus menuju lapisan kedua atom-atom dan dihamburkan sebagian sehingga yang tidak terhambur selanjutnya akan lewat menuju lapisan ketiga dan seterusnya, d adalah jarak antar bidang kristal. Tiap puncak yang muncul mewakili satu bidang kristal yang memiliki orientasi tertentu dalam sumbu tiga dimensi. Puncak-puncak difraksi yang didapatkan lalu dicocokkan dengan standar difraksi sinar-X untuk semua jenis material (Purbo dkk, 2009).

2.6 Spektroskopi Infra Merah (IR)

Suatu molekul memiliki atom-atom yang tidak diam atau bervibrasi (bergetar). Ikatan kimia menghubungkan dua atom. Bila sinar *infrared* dilewatkan melalui suatu cuplikan, maka molekulnya dapat menyerap energi sehingga terjadilah transisi di antara tingkat vibrasi dasar (*ground state*) ke tingkat vibrasi tereksitasi (*excited state*). Daerah dimana vibrasi terjadi dapat diperkirakan berdasarkan Hukum Hooke seperti ditunjukkan oleh Persamaan sebagai berikut :

$$v = \frac{1}{2\pi c} \sqrt{f(m_1 + m_2)/m_1 \cdot m_2} \dots$$

dimana,

v = bilangan gelombang (cm^{-1})

c = kecepatan cahaya (cm s^{-1})

m_1 = massa atom 1 (g)

m_2 = massa atom 2 (g)

f = tetapan gaya ($\text{dyne cm}^{-1} = \text{g s}^{-2}$) (Hendayana, 1994).

FTIR memiliki prinsip kerja yaitu sinar *infrared* yang melewati celah ke sampel, dimana celah tersebut berfungsi mengontrol jumlah energi yang disampaikan kepada sampel. Beberapa sinar *infrared* diserap oleh sampel dan yang lainnya akan ditransmisikan melalui permukaan sampel sehingga sinar *infrared* lolos ke detektor dan sinyal yang terukur kemudian dikirim ke komputer (Thermo, 2001).

2.7 Spektrofotometri UV-Vis

Spektrofotometer sinar tampak dan ultraviolet (UV-Vis) merupakan alat yang melibatkan spektrum energi dan spektrofotometer. Sinar ultraviolet (UV) memiliki panjang gelombang antara 200-400, dan sinar tampak (visible) antara 400-750 nm. Spektrofotometer dalam pengukurannya melibatkan energi elektronik yang cukup besar pada molekul yang dianalisisnya, sehingga sering digunakan untuk analisis kuantitatif. Konsentrasi dari analit di dalam larutan sampel dapat ditentukan dengan mengukur absorbansi sinar oleh sampel pada panjang gelombang tertentu menggunakan hukum Lambert-Beer (Rohman, 2007). Persamaan hukum Lambert-Beer adalah

$$A = \epsilon b C$$

Dimana : ϵ : absorptivitas molar ($\text{mol}^{-1}\text{cm}^{-1}\text{L}$)

b : tebal lintasan (cm)

C : konsentrasi larutan (mol L^{-1})

Dengan menggunakan metode kurva kalibrasi, didapatkan grafik absorbansi dan konsentrasi sehingga diperoleh suatu kurva linear. Melalui pengukuran absorbansi dan menginterpolasikannya ke dalam kurva kalibrasi, sehingga konsentrasi sampel dapat ditentukan (Underwood dan Day, 1981). Apabila dalam bentuk cahaya hijau dilewatkan melalui larutan berwarna maka radiasi dengan panjang gelombang tertentu akan diserap (absorpsi) secara selektif dan radiasi dengan panjang gelombang lainnya akan diteruskan (transmisi). Absorpsi maksimum dari larutan berwarna terjadi pada daerah warna yang berlawanan. **Tabel 2.3** tertera warna yang diserap sebagai warna komplementer dari warna yang diamati:

Tabel 2.2 Radiasi Cahaya Tampak dan Warna Komplementer (Tony, 2000)

Panjang Gelombang (nm)	Warna yang Diserap	Warna yang Ditransmisikan
<380	Ultraviolet	-
380-435	Ungu tua	Kuning kehijauan
435-480	Biru	Kuning
480-490	Biru muda	Oranye
490-500	Hijau muda	Merah
500-560	Hijau	Merah muda
560-595	Kuning kehijauan	Ungu muda
595-650	Oranye	Biru muda
650-780	Merah	Hijau muda
>780	Inframerah	-

Prinsip dasar spektroskopi UV-Vis adalah terjadinya transisi elektronik yang disebabkan penyerapan sinar UV-Vis yang mampu mengeksitasi elektron dari orbital yang kosong. Umumnya transisi yang paling mungkin adalah transisi pada tingkat tertinggi (HOMO) ke orbital molekuler yang kosong pada tingkat terendah (LUMO). Terjadinya promosi elektron-elektron dari orbital ke keadaan dasar yang berenergi rendah ke orbital keadaan tereksitasi berenergi lebih tinggi. Energi yang terserap terbuang sebagai cahaya. Absorpsi cahaya tampak dan radiasi ultraviolet meningkatkan energi elektronik sebuah molekul, artinya energi yang disumbangkan oleh foton-foton memungkinkan elektron-elektron untuk mengalami eksitasi ke orbital baru yang lebih tinggi tingkat energinya. Semua molekul dapat menyerap radiasi dalam daerah UV-Vis karena molekul mengandung elektron, baik elektron berpasangan maupun tunggal dapat dieksitasi ke tingkat energi yang lebih tinggi (Hendayana, 1994). Eksitasi elektronik terjadi akibat adanya panjang gelombang yang memberikan absorbansi maksimum disebut sebagai panjang gelombang maksimum (λ_{maks}). Penentuan panjang gelombang maksimum digunakan untuk identifikasi karakteristik molekul (data sekunder), sehingga spektrum visibel dapat dipakai untuk tujuan analisis kualitatif dan kuantitatif. Analisis kualitatif dengan metode spektrofotometer UV-Vis hanya dipakai untuk data sekunder (Fernandez, 2011).