**BAB II**

**TINJAUAN PUSTAKA**

* 1. **Tebu**

Tebu (*Saccharum officinarum*) adalah tanaman yang tumbuh subur di Indonesia. Tanaman ini hanya tumbuh di daerah berikilm tropis dan digunakan sebagai bahan baku untuk pembuatan gula (FAO, 2014). Tanaman ini termasuk jenis rumput-rumputan dan merupakan tanaman berserat.Umur tanaman sejak ditanam sampai bisa dipanen mencapai kurang lebih 1 tahun.

Setiap jenis tebu memiliki ukuran batang serta warna yang berlainan.Tebu termasuk tumbuhan berbiji tunggal. Tinggi tumbuhan tebu berkisar 2-4 meter. Batang pohon tebu terdiri dari banyak ruas yang setiap ruasnya dibatasi oleh buku-buku sebagai tempat duduknya daun. Bentuk daun tebu berwujud belaian dengan pelepah. Panjang daun dapat mencapai panjang 1-2 meter dan lebar 4-8 centimeter dengan permukaan kasar dan berbulu.

* + 1. Komposisi Penyusun Tebu

Tanaman tebu yang sering kita lihat hanya berisi air yang digunakan sebagai bahan pembuat gula, tetapi memiliki komposisi yang lebih kompleks dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Penyusun Tebu

|  |  |
| --- | --- |
| Kandungan | Jumlah (%) |
| Gula | 8 |
| Tetes | 3,5 |
| Blotong | 5 |
| Ampas tebu | 83,5 |

*Sumber: CIC, 1990*

Diperkirakan kandungan polisakarida pada tebu mencapai lebih dari 70% yang terbagi dari selulosa 50-55% dan hemiselulosa 15-20%. Kandungan lignin diperkirakan hanya sekitar 20-23% diluar itu adalah senyawa lain yang lebih sering disebut senyawa abu.

* + 1. Ampas Tebu

Ampas tebu yang dihasilkan dari satu pabrik gula sekitar 35–40% dari berat tebu yang digiling. Ampas tebu mengandung air 48-52%, gula 3,3% dan serat 47,7% (A.Hanafi dan A. Nandang, 2010). Menurut Husin dkk.,(2007) ampas tebu sebagian besar mengandung lingo-cellulose. Panjang seratnya antara 1,7 sampai 2 mm dengan diameter sekitar 20 mikro, sehingga ampas tebu dapat memenuhi persyaratan untuk diolah menjadi papan-papan buatan.

Ampas tebu yang dibakar akan menghasilkan abu ampas tebu. Proses untuk menghasilkan abu ampas tebu ini melalui 4 tahap yakni proses pengeringan, proses pembetukan karbon, proses pembakaran dan yang terakhir akan menjadi abu ampas tebu. Komposisi penyusun dari ampas tebu ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Komposisi Penyusun Abu Ampas Tebu

|  |  |
| --- | --- |
| Senyawa | Jumlah (%) |
| SiO2 | 70,97 |
| Al2O3 | 0,33 |
| Fe2O3 | 0,36 |
| K2O | 4,82 |
| Na2O | 0,43 |
| MgO | 0,82 |
| C5H10O5 | 22,7 |
| C7H10O3 | 22,7 |
| C5H8O4 | 22,7 |

*Sumber: ITS, 1999*

* + 1. Manfaat Ampas Tebu

Pada proses pengolahan tebu menjadi gula, tidak semua tebu terkonversi menjadi gula, masih ada residu padat yang diyakini masih memiliki kandungan karbohidrat khususnya kandungan selulosa yang cukup tinggi serta hemiselulosa yang masih belum termanfaatkan secara optimal.

Pada umumnya, pabrik gula memanfaatkan ampas tebu sebagai bahan bakar bagi pabrik yang bersangkutan, ampas tebu tersebut digunakan setelah dilakukan pengeringan. Disamping untuk bahan bakar, ampas tebu juga banyak digunakan sebagai bahan baku pada industrin kertas, papan partikel, makanan ternak dan lain-lain (Shin Juang dkk, 2002). Terobosan baru telah dilakukan oleh PT. Rajawali Nusantara Indonesia dengan memanfaatkan ampas tebu sebagai kanvas rem yang saat ini dalam taraf pengujian akhir dan siap diluncurkan ke pasar (Budiono, 2008).

Menurut penelitian Yusuf, dkk., 2014 abu ampas tebumemiliki kandungan silika yang cukup besar yakni berkisar 70%. Komposisi ini akan menguntungkan abu ampas tebu jika digunakan sebagai bahan campuran untuk bahan bangunan seperti keramik, semen, aspal, beton dll. Selain itu kandungan silikanya yang tinggi itu dapat dioptimalkan penggunaannya sebagai bahan baku alternatif pembuatan silika gel. Saat ini pembuatan silika gel dilakukan dengan menggunakan tanah diatomae dan pasir kuarsa yang jika pengambilannya dilakukan secara terus menerus dapat merusak alam.

**2.2 Silika (SiO2)**

Silika adalah suatu mineral yang penyusun utamanya berupa silikon dioksida (SiO2). Silika tersusun dari dua unsur yang terdiri dari silikon (Si) dan oksigen (O2) dimana keduanya merupakan unsur yang paling banyak di alam. Diperkirakan 60% dari kerak bumi ini tersusun dari silika. Silika yang ada di bumi ini biasanya ditemukan dalam bentuk silikat (Lujan, 2007).

Silika terdiri dari berbagai bentuk yaitu: silika kristalin, silika mikrokristalin, silika *vitreous* (*supercooled liquid glesses*), dan silika amorf. Berdasarkan struktur molekulnya silika dibagi menjadi dua bagian yaitu: silika kristalin dan silika amorf. Silika kristalin adalah silika yang susunan molekulnya membentuk pola tertentu (kristal) sedangkan silika amorf adalah silika yang susunan molekulnya tidak teratur. Silika sebagai senyawa yang terdapat di alam berstuktur kristalin, sedangkan sebagai senyawa sintetisnya berupa amorf. Secara sintetis senyawa silika dapat dibuat dari larutan silikat atau dari pereaksi silan. Sifat-sifat fisika dari silika dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Sifat-Sifat Fisika Silika

|  |  |
| --- | --- |
| Sifat Fisika | Keterangan |
| Nama IUPAC | Silikon dioksida |
| Nama lain | Kuarsa, silika, silikat dioksida, silicon (IV) oksida |
| Rumus molekul | SiO2 |
| Massa molar | 60, 08 gr/mol |
| Penampilan | Kristal transparan |
| Titik lebur | 1.600-1.725 ̊C |
| Titik didih | 2.230 ̊C |

*Sumber:Academiaedu, 2019.*

Adapun sifat kimia dari silika yaitu:

Mineral silika mempunyai berbagai sifat kimia antara lain sebagai berikut:

1. Reaksi Asam

Silika relatif tidak reaktif terhadap asam kecuali terhadap asam hidrofluorida dan asam phospat.

SiO2(s) + 4HF(aq) → SiF4(aq) + 2H2O(l)

Dalam asam berlebih reaksinya adalah:

SiO2 + 6HF → H2[SiF6](aq) + 2H2O(l)

1. Reaksi Basa

Silika dapat bereaksi dengan basa, terutama dengan basa kuat, seperti dengan hidroksil alkali.

SiO2(s) + 2NaOH(aq) → Na2SiO3 + H2O

Secara komersial, silika dibuat dengan mencampurkan larutan natrium silikat dengan suatu asam mineral. Reaksi ini menghasilkan suatu disperse pekat yang akhirnya memisahkan partikel dari silika terhidrat, yang dikenal sebagai silika hidrosol atau asam silikat yang kemudian dikeringkan pada suhu 70-100 ̊C agar terbentuk silika gel. Reaksi yang terjadi:

NaSiO3(aq) + 2HCl(aq) → H2SiO3(l) + 2NaCl(aq)

H2SiO3(s) → SiO2.H2O(s)

Silika telah dikenal sejak jaman dahulu karena kekerasannya. Silika paling sering ditemukan di alam sebagai pasir atau kuarsa, serta di dinding sel diatom. Silika diproduksi dalam beberapa bentuk termasuk leburan kuarsa, kristal, silika kesal (atau silika *pyrogenic*, merk dagang aerosol), silika koloid, gel silika, dan aerogel.

2.2.1 Silika Presipitat

Silika presipitat yang biasa disebut *particulate silica*, terbentuk baik dari fase uap maupun dari presipitasi larutan. Silika presipitat dalam bentuk *powder* atau bubuk memiliki struktur yang lebih terbuka dengan volume pori yang lebih tinggi daripada silika gel dalam bentuk yang sama. Silika dapat dipresipitasi dari larutan natrium silikat dengan menggunakan konsentrasi yang lebih rendah daripada dalam pembuatan gel. Proses presipitasi terjadi dalam beberapa langkah diantaranya adalah nukleasi partikel, pertumbuhan partikel menjadi ukuran yang diinginkan, koagulasi untuk membentuk akumulasi dengan kontrol pH dan konsentrasi ion natrium, serta penguatan kumpulan partikel tanpa nukleasi lebih lanjut. Silika banyak digunakan di industri karena sifat dan morfologinya yang unik. Sifat fisika silika presipitat ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Sifat-Sifat Fisika Silika Presipitat

|  |  |
| --- | --- |
| Sifat Fisika | Keterangan |
| Bentuk | *Powder* |
| Warna | Putih |
| Kelarutan dalam air | 0,012 g/l00 ml |
| Kandungan silika | ± 99% |
| Density | 2,634 g/cm3 |
| *Spesific gravity* | 2 |

*Sumber: Academiaedu, 2019.*

Sifat Kimia Silika Presipitat

Silika presipitat memilik dua gugus fungsi yang berbeda pada permukaanya, yaitu gugus (Si-OH) dan gugus siloxane (Si-O-Si). Kedua gugus fungsi ini mempengaruhi properti pada permukaan sekaligus aplikasi dari silika presipitasi itu sendiri. Suatu permukaan dengan 5-6 gugus silanol per nm2, menghasilkan silika presipirasi yang hidrofilik. Sedangkan gugus siloksan bersifat inert secara kimiawi dan kereaktifannya menghasilkan silika presipitasi dengan permukaan yang beragam. Sehingga reaksinya dengan organosilanes atau silikon membuatnya bersifat hidrofobik. Kandungan–kandungan dalam silika presipitasi dapat dianalisa dengan berbagai metode. Kandungan silika dapat diketahui secara gravimetri menggunakan *hydrofluoric acid*, analisa zat pengotor berupa logam dapat dilakukan dengan AAS, sedangkan kandungan sulfat dapat diperoleh dengan titrasi potensiometri (Okta, 2009).

2.2.2 Silika Gel

Gel (dari bahasa Latin gelu-membeku, dingin, es atau gelatus-membeku) adalah campuran koloidal antara dua zat berbeda fase: padat dan cair. Penampilan gel seperti zat padat yang lunak dan kenyal (seperti *jelly*), namun pada rentang suhu tertentu dapat berperilaku seperti fluida (mengalir). Berdasarkan berat, kebanyakan gel seharusnya tergolong zat cair, namun gel juga memiliki sifat seperti benda padat. Contoh gel adalah gelatin, agar-agar, dan gel rambut. Biasanya gel memiliki sifat tiksotropi yang berarti menjadi cairan ketika digoyang, tetapi kembali memadat ketika dibiarkan tenang. Beberapa gel juga menunjukkan gejala histeresis. Dengan mengganti cairan dengan gas dimungkinkan pula untuk membentuk *aerogel* (gel udara), yang merupakan bahan dengan sifat-sifat yang khusus, seperti massa jenis rendah, luas permukaan yang sangat besar, dan isolator panas yang sangat baik. Pada 2005 sebuah efek *sound induced gelation* didemonstrasikan. Banyak zat dapat membentuk gel apabila ditambah bahan pembentuk gel (*gelling agent*) yang sesuai. Teknik ini umum digunakan dalam produksi berbagai macam produk industri, dari makanan sampai cat serta perekat.

Silika gel merupakan granular berpori-pori halus berwarna putih yang memiliki kemampuan menyerap air dari gas, mempunyai rumus molekul SiO2.H2O. Silika gel terbuat dari reaksi abu sisa pembakaran tebu, padi, dll sengan soda kaustik sehingga membentuk sodium silikat, kemudian sodium silikat tersebut direaksikan dengan asam-asam kuat seperti asam sulfat dan asam klorida menjadi silika gel. Meskipun mempunyai nama gel akan tetapi silika gel ini adalah padatan.

silika gel adalah mineral alami yang dimurnikan dan diolah menjadi salah satu bentuk butiran atau manik-manik. Sebagai pengering, ia memiliki ukuran pori rata-rata 2,4 nanometer dan memiliki afinitas (memiliki hubungan kekerabatan) yang kuat untuk molekul air.

Silika gel merupakan suatu bentuk dari silika yang dihasilkan melalui penggumpalan sol natrium silikat (NaSiO2). Sol mirip agar – agar ini dapat didehidrasi sehingga berubah menjadi padatan atau butiran mirip kaca yang bersifat tidak elastis. Sifat ini menjadikan silika gel dimanfaatkan sebagai zat penyerap, pengering dan penopang katalis. Garam – garam kobalt dapat diabsorpsi oleh gel ini.

Berdasarkan cara pembuatannya silika gel diagi menjadi dua macam, diantaranya adalah :

1. **Silika Gel Sintetis**

Silika Gel Sintetis, dibuat dengan melalui proses dan pengolahan menggunakan mesin. Yang mana terdapat perubahan bentuk dan jenis dari bahan menjadi barang jadi. Dengan bahan dasar pasir kwarsa dan *soda ash* dijadikan *silica gel* (SiO3). Dalam perkembangannya silica gel sintetis ada dua yaitu :

1. **Silika Gel Putih (*White*)**

Silika Gel *White* merupakan silica gel sintetis berupa butiran berwarna putih/ bening.



Gambar 1. Silika Gel Putih

*Sumber: Academiaedu, 2019.*

1. **Silika Gel Biru (*Blue*)**

Silika gel *blue* merupakan silika gel sintetis yang dimodifikasi dengan penambahan indikator warna biru. Indikator warna berubah menjadi merah bata pada kondisi jenuh. Bahan ini mengandung kobalt klorida yang memiliki efek samping  bersifat karsinogenik dan menyebabkan iritasi pernapasan. Sebaiknya silika gel *blue* dihindari penggunaannya dari produk makanan.



Gambar 2. Silika Gel Biru

*Sumber:Academiaedu, 2019.*

1. **Silika Gel Alami (*Natural*)**

Silika Gel *Natural* merupakan silika gel berbahan alami/*natural* seperti batu zeolite dan zat lain yang terkandung senyawa silika didalamnya seperti halnya abu cangkang dan fiber kelapa sawit yang diolah melalui proses aktivasi dan screening



Gambar 3. Silika Gel Alami

*Sumber:Academiaedu, 2019*

Berikut ini adalah manfaat dari silika gel, yaitu:

1. Silika gel mencegah terbentuknya kelembapan yang berlebihan sebelum terjadi. Silika gel merupakan produk yang aman digunakan untuk menjaga kelembapan pada kemasan produk makanan, obat-obatan, bahan sensitif, elektronik dan film sekalipun. Silika gel sering ditemukan dalam kotak paket dan pengiriman film, kamera, teropong, alat-alat komputer, sepatu kulit, pakaian, makanan, obat-obatan, dan peralatan - peralatan lainnya.
2. Produk anti lembap ini menyerap lembap tanpa merubah kondisi zatnya. Walaupun dipegang, butiran-butiran silika gel ini tetap kering. Silika gel adalah substansi-substansi yang digunakan untuk menyerap kelembapan dan cairan partikel dari ruang yang berudara/bersuhu. Silika gel juga membantu menahan kerusakan pada barang-barang yang mau disimpan.
3. Silika Gel selain berfungsi untuk absorbsi kelembaban udara, fungi-jamuran dan bau-bauan serta ion-ion lainnya dan untuk menjaga kualitas produk terutama untuk barang-barang yang dieksport, misalnya untuk *garment*, *textile*, computer, *pharmaceutical*, *electronic*, tas kulit, sepatu, *dry food*, buku, karet, ban, plastik, alat-alat laboratorium, dll.
4. Silika gel mencegah terbentuknya kelembapan yang berlebihan sebelum terjadi. Silika gel merupakan produk yang aman digunakan untuk menjaga kelembapan makanan, obat-obatan, bahan sensitif, elektronik dan film sekalipun. Silika gel sering ditemukan dalam kotak paket dan pengiriman film, kamera, teropong, alat-alat komputer, sepatu kulit, pakaian, makanan, obat-obatan, dan peralatan peralatan lainnya.
5. Produk anti lembap ini menyerap lembap tanpa merubah kondisi zatnya. Silika gel adalah substansi-substansi yang digunakan untuk menyerap kelembapan dan cairan partikel dari ruang yang berudara/bersuhu. Silika gel juga membantu menahan kerusakan pada barang-barang yang mau disimpan..
6. Silika gel biru & silika gel putih. Digunakan selain untuk absorbsi kelembaban udara, fungi-jamuran dan bau-bauan serta ion-ion lainnya dan untuk menjaga kualitas produk terutama untuk barang-barang yang dieksport, misalnya untuk garment, textile, computer, Pharmaceutical, Electronic, Tas kulit, Shoes, Dry Food, Buku, Karet, Ban, Plastik, alat-alat laboratorium, dll.

Silika gel yang siap untuk digunakan berwarna biru. Ketika silica gel telah menyerap banyak kelembapan, ia akan berubah warnanya menjadi pink(merah muda). Ketika ia berubah menjadi warna pink(merah muda), ia tidak bisa lagi menyerap kelembapan. Ia harus meregenerasi. Hal ini dapat dilakukan dengan menghangatkannya di dalam mesin oven. Panasnya mengeluarkan kelembapan, lalu ia akan berubah warnanya menjadi biru dan kembali bisa digunakan.

Walaupun dipegang, butiran-butiran silica gel ini tetap kering. Silika gel penyerap kandungan air bisa diaktifkan sesuai kebutuhan. Unit ini mempunyai indikator khusus yang akan berubah dari warna biru ke merah muda kalau produk mulai mengalami kejenuhan kelembapan. Saat itulah alat ini aktif. Setelah udara mengalami kejenuhan/kelembapan, dia bisa diaktifkan kembali lewat oven (Okta, 2012).

Silika gel memiliki standar teknis untuk lembaga inspeksi nasional seperti MIL-D3464E, JISS-0701, DIN 55473 dan sebagainya. Tabel 5 merupakan spesifikasi *silica gel desicant* sesuai standar JISS-0701.

Tabel 5. Spesifikasi Silika Gel Standar JISS-0701P

|  |  |
| --- | --- |
| *Item Test* | Standar JISS-0701 |
| Butir Diameter ( mm ) | 2,0-5,0 ( sesuai kebutuhan ) |
| Kerugian Pengeringan pada 180 ℃ ( % ) | 5,0 max. |
| Ph | 4,0-8.0 |
| Kadar Air (%) | 2,5 max. |
| Jelas Density ( g / ml ) | 0,73 |
| Luas Permukaan ( m 2/ g) | 650 |
| Pori Volume ( ml / g) | 0,36 |
| Av . Pori Diameter ( mm ) | 22 |
| Bahan Jenis ( kcal / Kg . C ) | 0,22 |
| Konduktivitas Termal ( kcal / m . Hr . C ) | 0,15 |
| Spesific Resistance (Ω/cm) | 3.000 min. |
| Kelembaban :  RH = 20%  RH = 40%  Penyerapan Kadar Air | 8,0% min.  20,0% min.  41% |

*Sumber: (Badan Standardisasi Nasional, 2015)*

**2.3. Ekstraksi**

Ekstraksi adalah salah satu proses pemisahan suatu senyawa dari campurannya dengan bantuan pelarut. Ekstraksi dapat juga diartikan sebagai pemisahan satu atau beberapa bahan dari suatu padatan atau cairan dengan bantuan pelarut. Pemisahan terjadi atas dasar kemampuan larut yang berbeda dari komponen-komponen dalam campuran (Rudianto, 2013).

Pelarut yang digunakan harus dapat mengekstrak substansi yang diinginkan tanpa melarutkan material suatu bahan lainnya. Ekstraksi merupakan salah satu metode pemisahan yang menggunakan sifat fisis, yaitu perbedaan kelarutan komponen-komponen dalam larutan dengan menggunakan larutan lain sebagai media pemisah. Pemisahan larutan dengan ekstraksi digunakan untuk memisahkan komponen-komponen yang mempunyai titik didih yang relatif kecil tetapi mempunyai perbedaan kelarutan yang cukup besar dengan suatu pelarut (Rudianto, 2013).

Ekstraksi silika pada pembuatan silika gel dapat dilakukan menggunakan pelarut berupa larutan alkali, penggunaan larutan alkali sebagai pelarut karena silika dapat lebih mudah terekstrak dari bahan baku. Menurut Soleh (2014) senyawa silika mudah larut pada suasana basa, dan akan mengendap pada suasana asam. Menurut Retnosari (2013) secara umum pengadukan bertujuan untuk mendistribusikan suhu agar merata dan mempercepat kontak antara pelarut dan zat terlarut. Sedangkan pemanasan dilakukan untuk mempercepat laju ekstraksi, karena kenaikan suhu akan meningkatkan jumlah silika yang larut ke dalam ekstraktan.

Proses ekstraksi dipengaruhi oleh beberapa faktor yang perlu diperhatikan, diantaranya:

* 1. Ukuran partikel

Ukuran partikel mempengaruh laju ekstraksi dalam beberapa hal. Semakin kecil ukurannya, semakin besar luas permukaan antara padat dan cair, sehingga laju perpindahannya menjadi semakin besar. Dengan kata lain, jarak untuk berdifusi yang dialami oleh zat terlarut dalam padatan adalah kecil.

* 1. Zat pelarut

Larutan yang akan dipakai sebagai zat pelarut merupakan pelarut pilihan yang terbaik dan viskositasnya harus cukup rendah agar dapat bersikulasi dengan mudah. Biasanya, zat pelaru murni akan dipakai pada awalnya, tetapi setelah proses ekstraksi berakhir, konsentrasi zat terlarut akan naik dan laju ekstraksinya turun, pertama karena gradien konsentrasi akan berkurang dan kedua zat terlarutnya menjadi lebih kental.

* 1. Temperatur

Kelarutan zat terlarut (pada partikel yang diekstraksi) didalam pelarut akan naik bersamaan dengan kenaikan temperatur untuk memberikan laju ekstraksi yang lebih tinggi.

* 1. Pengadukan fluida

Pengadukan pada zat pelarut adalah penting karena akan menaikkan proses difusi, sehingga menaikkan perpindahan material dari permukaan partikel ke zat pelarut. Pada ekstraksi padat-cair misalnya, dapat dilakukan pra-pengolahan (pengecilan) bahan ekstraksi atau pengolahan lanjut dari rafinat (dengan tujuan mendapatkan kembali sisa-sisa pelarut) (Firdaus,2012).

Istilah-istilah berikut ini umumnya digunakan dalam teknik ekstraksi:

1. Bahan ekstraksi: campuran bahan yang akan diekstraksi
2. Pelarut (media ekstraksi): cairan yang digunakan untuk melangsungkanm ekstraksi
3. Ekstrak: bahan yang dipisahkan dari bahan ekstraksi
4. Larutan ekstrak: pelarut setelah proses pengambilan ekstrak
5. Rafinat (residu ekstraksi): bahan ekstraksi setelah diambil ekstraknya
6. Ekstraktor: alat ekstraksi (Retnosari, 2013).

Pelarut yang digunakan pada proses ekstraksi harus melarutkan komponen-komponen yang diinginkan pada bahan, sehingga pemilihan pelarut dipengaruhi oleh beberapa faktor.

1. Selektivitas

Pelarut hanya boleh melarutkan ekstrak yang diinginkan, bukan komponen-komponen lain dari bahan ekstraksi.

1. Kelarutan

Pelarut sedapat mungkin memiliki kemampuan melarutkan ekstrak yang besar (kebutuhan pelarut lebih sedikit).

1. Kemampuan tidak saling bercampur

Pada ektraksi cair-cair pelarut tidak boleh (atau hanya secara terbatas) larut dalam bahan ekstraksi.

1. Kriteria yang lain:

Pelarut sedapat mungkin harus:

* + - Murah
    - Tersedia dalam jumlah besar
    - Tidak beracun
    - Tidak dapat terbakar
    - Tidak eksplosif bila bercampur dengan udara
    - Tidak korosif
    - Tidak menyebabkan terbentuknya emulsi
    - Memiliki viskositas rendah
    - Stabil secara kimia dan termis (Rudianto,2013).

Tahap-tahap ekstraksi umumnya dilakukan sebagai berikut:

1. Mencampur bahan ekstraksi dengan pelarut dan membiarkannya saling berkontak. Dalam hal ini terjadi perpindahan massa dengan cara difusi pada bidang antarmuka bahan ekstraksi dan pelarut. Dengan demikian terjadi ekstraksi yang sebenarnya, yaitu pelarutan ekstrak.\
2. Memisahkan larutan ekstrak dari rafinat, kebanyakan dengan cara penjernihan atau filtrasi (Permanasari,2016).

Proses ekstraksi dapat dibagi menjadi dua macam berdasarkan campurannya atau bahan yang akan dipisahkan, yaitu ekstraksi padat-cair (leaching) dan ekstraksi cair-cair.

* + 1. Ekstraksi Cair-Cair

Ektraksi cair-cair adalah pemisahan yang digunakan untuk mendapatkan senyawa dalam campuran fase cair dengan pelarut cair. Prinsip kerja ekstraksi cair-cair adalah pemisahan senyawa yang mempunyai perbedaan kelarutan pada dua pelarut yang berbeda. Dalam hal ini, ekstraksi cair-cair digunakan untuk memisahkan satu atau lebih senyawa menggunakan dua pelarut yang tidak saling bercampur, dimana senyawa akan terdistribusi diantara dua fase sesuai dengan derajat kelarutannya yang kemudian masing-masing jenuh dan terjadi pemisahan (Kumala, 2001).

* + 1. Ekstraksi Padat-Cair

*Leaching* adalah peristiwa pelarutan terarah dari satu atau lebih senyawa dari suatu campuran padatan dengan cara mengontakkan dengan pelarut cair. Pelarut akan melarutkan sebagian bahan padatan sehingga bahan terlarut yang diinginkan dapat diperoleh. Metode ini memili tiga variabel penting, yaitu temperatur, area kontak dan jenis pelarut. Istilah *leaching* sering juga disebut dengan sebutan ekstraksi, demikian pula alatnya sering disebut sebagai ekstraktor. Setelah terjadi kontak antara padatan dengan pelarut, maka perbedaan konsentrasi aktivitas kimia *solute* di dalam fase padatan dengan pelarut menjadi gaya pendorong berlangsungnya perpindahan massa *solute* dari fasa padatan ke fasa pelarut (Rudianto, 2013).

Ekstraksi padat-cair, yang sering disebut *leaching* adalah proses pemisahan zat yang dapat melarut (*solute*) dari suatu campurannya dengan padatan yang tidak dapat larut (*innert)* dengan menggunakan pelarut cair. Operasi ini sering dijumpai didalam industri metalurgi dan farmasi, misalnya pada pemisahan bijih emas, tembaga dari bijih-bijihan logam, produk-produk farmasi dari akar atau daun tumbuhan tertentu. Pelarut yang digunakan dipilih pelarut yang dapat melarutkan komponen yang akan diekstrak, tetapi tidak dapat bercampur dengan campuran tersebut. Peralatan ekstraksi banyak digunakan pada berbagai industri (Permanasari, 2016).

Biasanya, proses *leaching* berlangsung dalam tiga tahap, yaitu:

1. Perubahan fasa dari zat terlarut yang diambil pada saat zat pelarut meresap masuk.
2. Terjadi proses difusi pada cairan dalam partikel padat menuju keluar.
3. Perpindahan zat terlarut dari padatan ke zat pelarut (Firdaus, 2012).

Silika gel diperoleh melalui proses ekstraksi padat-cair menggunakan bantuan pelarut yang bersifat basa, salah satu contohnya adalah pelarut NaOH.

**2.4 Proses Sol-Gel**

Proses sol-gel telah banyak dikembangkan terutama untuk pembuatan hibrida, kombinasi oksida anorganik (terutama silika) dengan alkoksisilan. Proses ini didasarkan pada prekursor molekular yang dapat mengalami hidrolisis, kebanyakan merupakan alkoksida logam atau semi logam. Terutama untuk pembuatan hibrida, kombinasi oksida anorganik (terutama silika) dengan alkoksisilan. Proses ini didasarkan pada prekursor molekular yang dapat mengalami hidrolisis, kebanyakan merupakan alkoksida logam atau semi logam. Proses sol-gel merupakan suatu suspensi koloid dari partikel silika yang digelkan ke bentuk padatan. Menurut Rahaman (2005) suspensi dari partikel koloid pada suatu cairan atau molekul polimer disebut sol. Proses sol-gel dapat digambarkan 7 sebagai pembentukan suatu jaringan oksida melalui reaksi polikondensasi yang progresif dari molekul prekursor dalam medium cair atau merupakan proses untuk membentuk material melalui suatu sol, gelation dari sol dan akhirnya membentuk gel (Schubert and Husing, 2010).

Proses sol-gel berlangsung melalui langkah-langkah sebagai berikut:

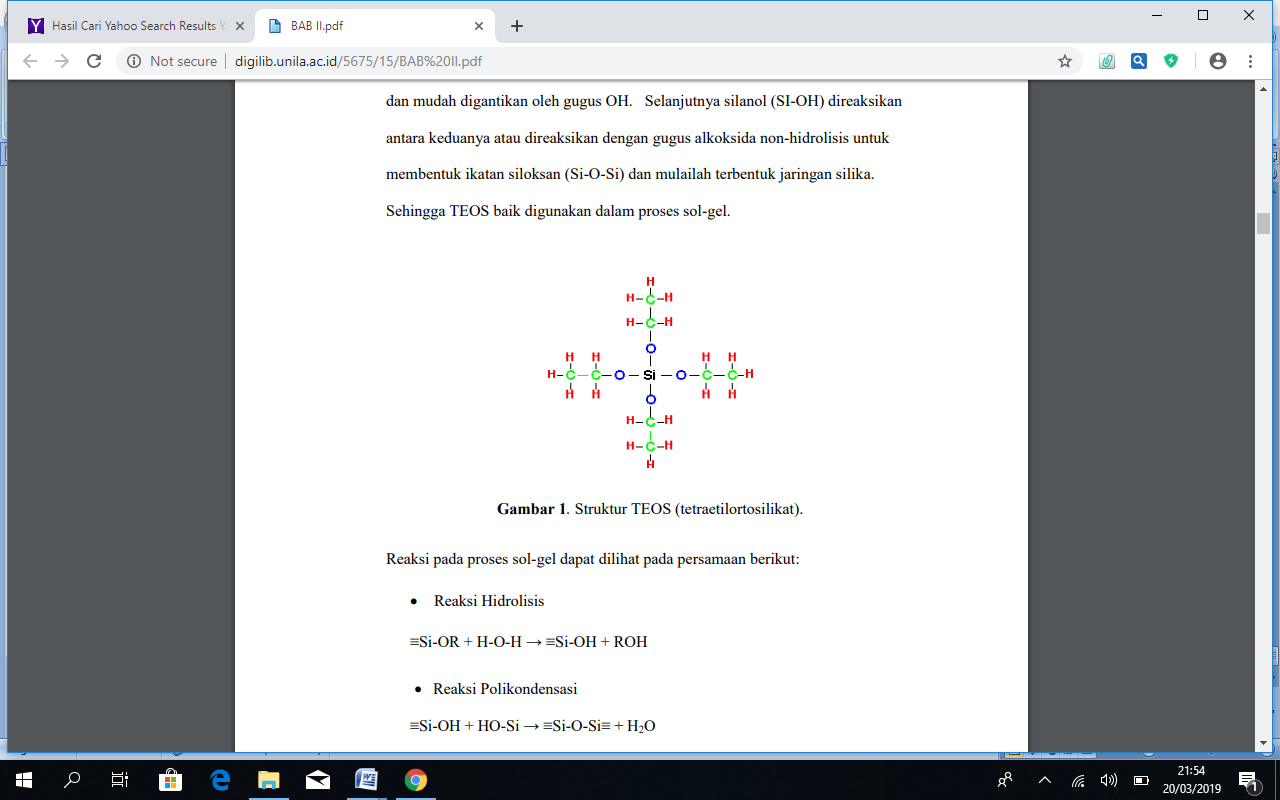
1. Hidrolisis dan kondensasi

2. Gelation (transisi sol-gel)

3. Aging (pertumbuhan gel)

4. Drying (pengeringan)

Menurut Farook and Ravendran (2000) melalui polimerisasi kondensasi akan terbentuk dimer, trimer, dan seterusnya sehingga membentuk bola-bola polimer. Sampai pada ukuran tertentu (diameter sekitar 1,5 nm) dan disebut sebagai partikel silika primer. Proses kondensasi terjadi pada gugus silanol permukaan partikel bola polimer yang berdekatan disertai pelepasan air sampai terbentuk partikel sekunder dengan diameter sekitar 4,5 nm. Pada tahap ini larutan sudah mulai menjadi gel ditandai dengan bertambahnya viskositas. Gel yang dihasillkan masih sangat lunak dan tidak kaku yang disebut alkogel. Tahap selanjutnya adalah proses pembentukan gel. Pada tahap ini, kondensasi antara bola-bola polimer terus berlangsung membentuk ikatan siloksan menyebabkan menurunnya jari-jari partikel sekunder dari 4,5 nm menjadi 4 nm dan akan teramati penyusun alkogel yang diikuti dengan berlangsungnya eliminasi larutan garam. Tahap akhir pembentukan silika gel adalah xerogel yang merupakan fasa silika yang telah mengalami pencucian dan pemanasan. Pemanasan pada temperatur 1100C mengakibatkan dehidrasi pada hidrogel dan terbentuknya silika gel dengan struktur SiO2.xH2O (Enymia, dkk., 1998). Produk akhir yang dihasilkan berupa bahan amorf dan keras yang disebut silika gel kering. Bahan dasar yang digunakan untuk membuat sol dapat berupa logam alkoksida pada proses sol-gel adalah TEOS. Keunggulan dari TEOS diantaranya: mudah terhidrolisis oleh air dan mudah digantikan oleh gugus OH. Selanjutnya silanol (SI-OH) direaksikan antara keduanya atau direaksikan dengan gugus alkoksida non-hidrolisis untuk membentuk ikatan siloksan (Si-O-Si) dan mulailah terbentuk jaringan silika. Sehingga TEOS baik digunakan dalam proses sol-gel.



Gambar 4. Struktur TEOS (tetraetilortosilikat)

*Sumber : Prassas, 2002*

Reaksi pada proses sol-gel dapat dilihat pada persamaan berikut:

• Reaksi Hidrolisis

≡Si-OR + H-O-H → ≡Si-OH + ROH

• Reaksi Polikondensasi

≡Si-OH + HO-Si → ≡Si-O-Si≡ + H2O

≡Si-OH + RO-Si → ≡Si-O-Si≡ + ROH (Prassas, 2002).

**2.5 Proses Pengeringan Silika Gel**

Silika gel diperoleh dalam bentuk kering atau bubuk melalui proses pengeringan. Endapan yang diperoleh dari proses presipitasi larutan natrium silikat dikeringkan di dalam oven selama beberapa jam. Pemanasan tersebut mengakibatkan dehidrasi silika *hidrosol* sehingga terbentuk silika gel (SiO2.H2O) yang kemudian dihaluskan untuk mendapatkan silika gel dalam bentuk bubuk. Produk akhir yang dihasilkan berupa bahan amorf dan keras yang disebut silika gel kering (Retnosari, 2013).

Endapan yang diperoleh masih banyak mengandung air, sehingga dilakukan proses aktivasi. Aktivasi adalah perlakuan terhadap suatu bahan yang bertujuan untuk mempebesar pori yaitu dengan cara memecahkan ikatan hidrokarbon atau mengoksidasi molekul permukaan sehingga akan mengalami perubahan sifat, baik fisika maupun kimia, yaitu luas permukaannya bertambah dan berpengaruh terhadap daya adsorpsi. Aktivasi dibagi menjadi dua, yaitu aktivasi kimia dan aktivasi fisika. Aktivasi fisika dapat didefinisikan sebagai proses memperluas pori dengan bantuan panas, uap dan gas CO2, sedangkan aktivasi kimia merupakan aktivasi dengan pemakaian bahan kimia yang dinamakan aktivator. Aktivator yang sering digunakan adalah hidroksida logam alkali, klorida, sulfat, fosfat dari logam alkali tanah dan khususnya ZnCl2, asam-asam anorganik seperti H2SO4 dan H3PO4 (Wulandari, 2012).

Proses aktivasi berbeda dengan proses pengeringan. Proses aktivasi secara fisika dapat dilakukan dengan cara memanaskan sampel kedalam *furnace.* Menurut Wulandari (2012), proses aktivasi dilakukan dengan mengaktifksn sampel melalui proses aktivasi secara fisika, yaitu memanaskan sampel kedalam *furnace* dengan temperatur sebesar 800-9000C. Dari prosees aktivasi tersebut, maka akan mempebesar luas permukaaan dan berpengaruh terhadap daya adsorpsi.

Proses pengeringan silika gel dilakukan dengan menggunakan suhu rendah, yaitu sekitar 70-1500C. Pada tahun 2011, Kristianingrum, dkk. Mengeringkan silika gel dengan suhu sebesar 1200 C. Pada tahun 2014, Yusuf, dkk. Menggunakan suhu pengeringan sebesar 800C. Pada tahun 2016, Fahmi dan Nurfalah menggunakan suhu pengeringan sebesar 700C. Menurut Melinda (2015), suhu pengeringan untuk menghasilkan silika gel dalam bentuk bubuk sebesar 1200C. Berbeda dengan Melinda, Retnosari (2013) menggunakan suhu pengeringan sebesar 1100C, sedangkan menurut Sungkhaho, dkk. (2009), suhu pengeringan silika gel dapat dilakukan pada suhu sebesar 1500C.

**2.6 Adsorpsi**

Adsorpsi dapat didefinisikan sebagai suatu peristiwa penyerapan pada lapisan permukaan atau antar fasa, dimana molekul dari suatu materi terkumpul pada bahan pengadsorpsi atau adsorben (Apriliani, 2010). Adsorpsi adalah pengumpulan dari adsorbat kedalam adsorben dimana disebut dengan fenomena sorption. Materi atau partikel yang diadsorpsi disebut adsorbat, sedang bahan yang berfungsi sebagai pengadsorpsi disebut adsorben (Firdaus, 2012).

Adsorpsi dapat terjadi pada antarfasa padat-cair, padat-gas atau gas-cair. Molekul yang terikat pada bagian antarmuka disebut adsorbat, sedangkan permukaan yang menyerap molekul-molekul adsorbat disebut adsorben. Pada adsorpsi, interaksi antara adsorben dengan adsorbat hanya terjadi pada permukaan adsorben. Adsorpsi adalah gejala permukaan, sehingga semakin besar luas permukaan, maka semakin banyak zat yang teradsorpsi (Apriliani, 2010).

Mekanisme proses adsorpsi pada dasarnya adalah cukup kompleks. Hal ini dapat dijelaskan dengan menggunakan berbagai tipe adsorpsi. Berbagai jenis adsorpsi melibatkan peristiwa fisika maupun kimia. Adsorpsi terhadap zat pengotor atau zat organik ke permukaan karbon aktif dapat digolongkan sebagai adsorpsi fisik. Proses adsorpsi kimia, umumnya terbatas pada berbagai ikatan kimia antara atom-atom atau molekul pada permukaan zat padat. Peristiwa tersebut disertai dengan perpindahan ion yang dikenal dengan proses pertukaran ion *(ion exchange)* (Firdaus,2012).

Daya serap adsorpsi merupakan ukuran kemampuan suatu adsorben menarik sejumlah adsorbat. Proses adsorpsi tergantung pada luas spesifik padatan atau luas permukaan adsorben, konsentrasi keseimbangan zat terlarut atau tekanan adsorpsi gas, temperatur pada saat proses berlangsung dan sifat adsorbat atau adsorben itu sendiri. Makin besar luas permukaannya, maka daya adsorpsinya akan makin kuat (Laksono, 2002).

2.6.1 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Adsorpsi

Adsorpsi dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor selama proses tersebut berlangsung. Secara umum proses adsorpsi dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain :

1. Adsorben

Tiap jenis adsorben mempunyai karakteristik tersendiri. Adsorben yang baik untuk mengadsorpsi zat yang satu belum tentu baik untuk mengadsorpsi zat yang lain.

1. Adsorbat

Adsorbat berupa zat elektrolit maupun non elektrolit. Untuk zat elektrolit adsorpsinya besar, karena mudah terbentuk ion sehingga antara molekul-molekul saling tarik-menarik, untuk zat non elektrolit adsorpsinya kecil karena tidak mengalami ionisasi.

1. Luas Permukaan Adsorben

Proses Adsorpsi tergantung pada banyaknya tumbukan yang terjadi antara partikel-partikel adsorbat dan adsorben. Tumbukan efektif antara partikel akan meningkat dengan meningkatkatnya luas permukaan. Jadi, semakin luas permukaan adsorben maka adsorpsi akan semakin besar sebab kemungkinan adsorbat untuk diadsorpsi juga semakin besar (Firdaus, 2012).

**2.7. FTIR (*Fourier Transform Infra* *Red*)**

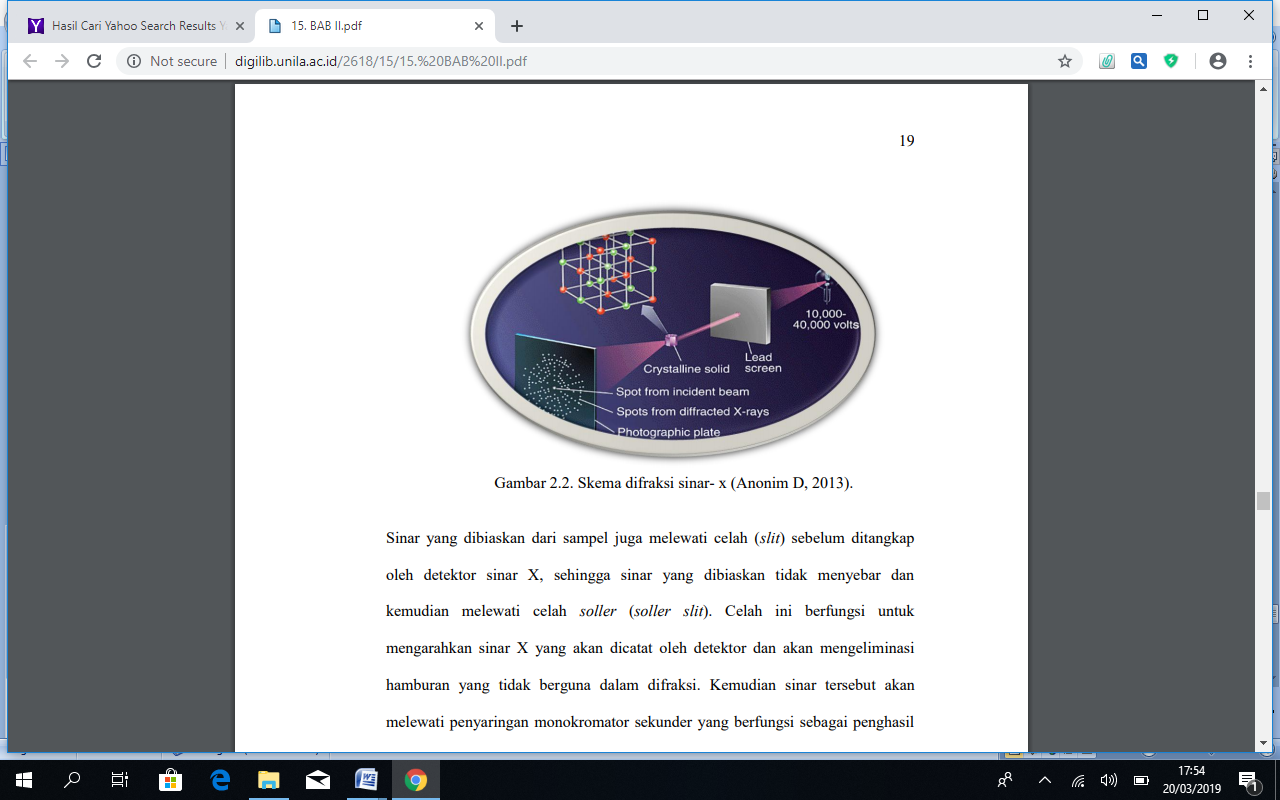
Spektroskopi inframerah merupakan instrumen yang digunakan untuk mendeteksi gugus fungsional, mengidentifikasi senyawa, dan menganalisis campuran. Spektroskopi inframerah digunakan untuk analisis kualitatif maupun kuantitatif pada suatu senyawa karena spektrum yang unik yang dihasilkan khususnya pada zat organik dengan puncak struktural yang berbeda-beda. Selain itu, masing-masing kelompok fungsional menyerap sinar inframerah pada frekuensi yang unik. Daerah radiasi spektroskopi inframerah berkisar pada daerah panjang gelombang 0.75−1.000 µm atau pada bilangan gelombang 12.800−10 cm-1. Prinsip dasar dari spektroskopi infra merah adalah radiasi inframerah menyebabkan terjadinya vibrasi atau rotasi dalam molekul yang dikenai sinar inframerah.

Prinsip kerja dari FTIR yaitu interaksi energi dengan suatu materi. Spektroskopi inframerah berfokus pada radiasi elektromagnetik pada rentang frekuensi 400–4000 cm-1, dimana cm-1 yang dikenal sebagai bilangan gelombang (1/panjang gelombang), yang merupakan ukuran unit untuk frekuensi. Untuk menghasilkan spektrum inframerah, radiasi yang mengandung semua frekuensi di wilayah IR dilewatkan melalui sampel. Frekuensi yang diserap akan muncul sebagai penurunan sinyal yang terdeteksi. Informasi ini ditampilkan berupa spektrum absorpsi yang dibuat dengan bilangan gelombang pada sumbu X dan persentase transmitan (%T) pada sumbu Y.

**2.8. XRD (*X-Ray Difraction*)**

X-Ray Diffraction (XRD) Difraksi sinar X atau yang lebih sering dikenal dengan XRD adalah alat yang digunakan untuk menentukan struktur dan pengenalan bahan-bahan baik keramik, gelas maupun komposit (Widhyastuti dkk, 2009). Teknik XRD ini digunakan untuk mengidentifikasi fasa kristalin dalam material dengan cara menentukan parameter struktur kisi serta untuk mendapatkan ukuran partikel (Anonim A, 2011).

Prinsip kerja difraksi sinar X dihasilkan disuatu tabung sinar X dengan pemanasan kawat pijar atau filamen untuk menghasilkan elektron-elektron, kemudian elektron-elektron yang berupa sinar X tersebut dipercepat terhadap suatu sampel dengan memberikan suatu voltase, dan menembak sampel dengan elektron. Elektron-elektron yang berupa sinar X akan melewati celah (slit) agar berkas sinar yang sampai ke sampel berbentuk pararel dan memiliki tingkat divergensi yang kecil, serta elektron-elektron tersebut dapat menyebar merata pada sampel. Ketika elektron-elektron mempunyai energi yang cukup untuk mengeluarkan elektronelektron dalam sampel (Anonim D, 2013), maka bidang kristal itu akan membiaskan sinar X yang memiliki panjang gelombang sama dengan jarak antar kisi dalam kristal tersebut. Diagram skematik dari XRD dapat ditunjukan pada Gambar 5.



Gambar 5. Skema difraksi sinar- x (Anonim D, 2013).

Sinar yang dibiaskan dari sampel juga melewati celah (slit) sebelum ditangkap oleh detektor sinar X, sehingga sinar yang dibiaskan tidak menyebar dan kemudian melewati celah soller (soller slit). Celah ini berfungsi untuk mengarahkan sinar X yang akan dicatat oleh detektor dan akan mengeliminasi hamburan yang tidak berguna dalam difraksi. Kemudian sinar tersebut akan melewati penyaringan monokromator sekunder yang berfungsi sebagai penghasil sinar X monokromatik yang diperlukan untuk difraksi. Sinar X yang dihasilkan ditangkap oleh detektor kemudian diterjemahkan sebagai sebuah puncak difraksi. Makin banyak bidang kristal yang terdapat dalam sampel, makin kuat intensitas pembiasan yang dihasilkannya. Tiap puncak yang muncul pada pola XRD mewakili satu bidang kristal yang memiliki orientasi tertentu dalam sumbu tiga dimensi. Puncak-puncak yang didapatkan dari data pengukuran ini kemudian dicocokan dengan standar difraksi sinar X untuk hampir semua jenis material. Standar ini disebut JCPDS (Widhyastuti dkk, 2009).

Keuntungan utama penggunaan difraksi sinar X dalam karakterisasi material adalah kemampuan penetrasinya, sebab sinar X memiliki energi sangat tinggi akibat panjang gelombangnya yang pendek (0,5-2,0 mikron) (Widhyastuti, dkk, 2009). Kegunaan dan aplikasi difraksi sinar X, yakni dapat membedakan antara material yang bersifat kristal dengan amorf, mengukur macam-macam keacakan dan penyimpangan kristal, karakterisasi material kristal, identifikasi mineralmineral yang berbutir halus seperti tanah liat, dan penentuan dimensi-dimensi sel satuan (Widhyastuti, dkk., 2009; Anonim C, 2011).