

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Komposit

Komposit adalah suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material pembentuknya melalui campuran yang tidak homogen, dimana sifat mekanik dari masing-masing material pembentuknya berbeda. Dari campuran tersebut akan dihasilkan material komposit yang mempunyai sifat mekanik dan karakteristik ini yang berbeda dari material pembentuknya (Matthews dkk, 1993). Komposit merupakan sejumlah sistem multi fasa sifat dengan gabungan, yaitu gabungan antara bahan matriks atau pengikat dengan penguat(*filler*) (Kroschwitz, 2006).

Biasanya bahan-bahan penguat dalam bentuk serat, dimana ada serat pendek, panjang, anyaman pabrik atau lainnya. Selain itu ada juga yang menyatakan bahwa bahan komposit adalah kombinasi bahan tambah yang berbentuk serat, butiran atau cuhisker seperti pengisi serbuk logam, serat kaca, karbon, aramid (kevlar), keramik, dan serat logam dalam julat panjang yang berbeda-beda didalam matriks. Definisi yang lebih bermakna yaitu menurut Agarwal dan Broutman, yaitu menyatakan bahwa bahan komposit mempunyai ciri-ciri yang berbeda untuk dan komposisi untuk menghasilkan suatu bahan yang mempunyai

sifat dan ciri tertentu yang berbeda dari sifat dan ciri konstituen asalnya. Disamping itu konstituen asal masih kekal dan dihubungkan melalui suatu antarmuka. Konstituen-konstituen ini dapat dikenal pasti secara fisikal. Dengan kata lain, bahan komposit adalah bahan yang heterogen yang terdiri dari fasa tersebar dan fasa yang berterusan.

Fasa tersebar selalunya terdiri dari serat atau bahan pengukuh, manakala yang berterusannya terdiri dari matriks. Sehingga dapat disimpulkan bahwa bahan komposit (atau komposit) adalah suatu jenis bahan baru hasil rekayasa yang terdiri dari dua atau lebih bahan dimana sifat masing-masing bahan berbeda satu sama lainnya baik itu sifat kimia maupun fisika dan tetap terpisah dalam hasil akhir bahan tersebut (bahan komposit). Jika perpaduan ini terjadi dalam skala makroskopis, maka disebut sebagai komposit. Sedangkan jika perpaduan ini bersifat mikroskopis (molekular level), maka disebut sebagai alloy (paduan). Komposit berbeda dengan paduan, untuk menghindari kesalahan dalam pengertiannya, oleh Van Vlack (1994) menjelaskan bahwa alloy (paduan) adalah kombinasi antara dua bahan atau lebih dimana bahan-bahan tersebut terjadi peleburan sedangkan komposit adalah kombinasi terekayasa dari dua atau lebih bahan yang mempunyai sifat-sifat seperti yang diinginkan dengan cara kombinasi sistematik pada kandungan-kandungan yang berbeda tersebut.

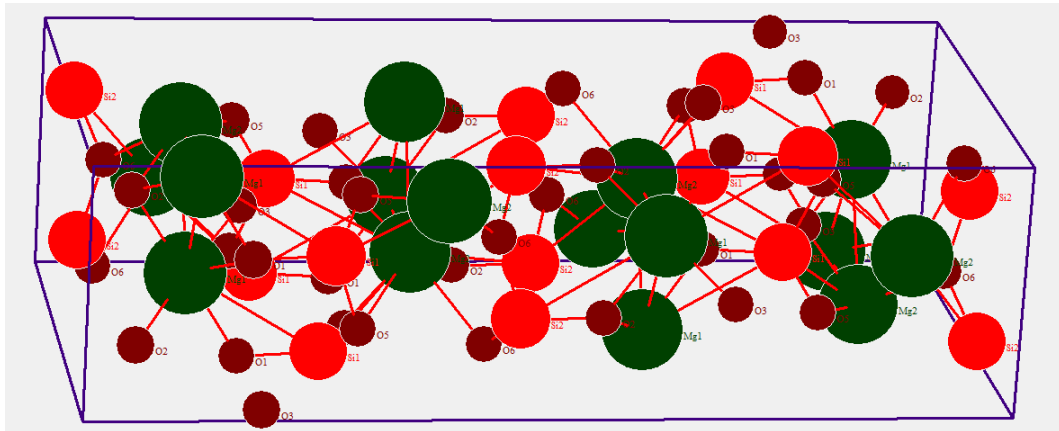
B. Komposit Magnesium Silikat (MgO-SiO₂)

Komposit magnesium silikat adalah senyawa magnesium oksida dan silikon dioxide yang mengandung tidak kurang dari 15% magnesium oksida (MgO) dan

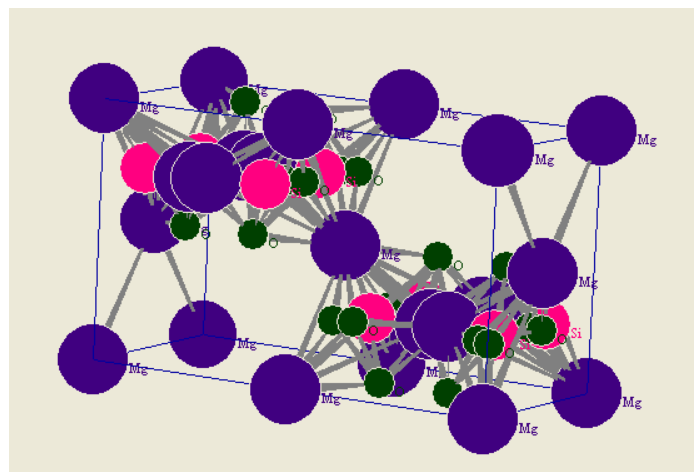
tidak kurang dari 67% silikon dioksida (SiO_2). Komposit magnesium silikat memiliki derajat keasamaan antara 7 sampai 10,8. Memiliki struktur kristal amorf berwarna putih dengan struktur internal berpori dan permukaan aktif yang sangat besar dan sangat ideal digunakan sebagai adsorben, anti-statis agen aliran, anti-caking agen, pendukung katalis, pegotor, dan pengisi penguat. Sintesis komposit magnesium silikat sendiri mulai dibuat pada tahun 1994 (Anonim A, 2012). Beberapa literatur lain untuk mendapatkan magnesium silikat dapat dengan metode hidrotermal (Goluber, 2005), kondensasi fase gas ke solid state (Brucato, 2005), ablasi laser (Fabian, 2000) yang menggunakan panas bumi pada proses pengeringan dari air laut yang didasarkan pada penggunaan zeolit (Strack, 1987).

Komposit MgO-SiO_2 adalah salah satu komposit berbasis silika yang menghasilkan beberapa nama mineral seperti *enstatite* dan *forsterite*. Pada penelitian yang dilakukan Ni *et al.*, (2007) menyatakan bahwa *enstatite* dikenal dengan rumus kimia $\text{Mg}_2\text{Si}_2\text{O}_6$ atau MgSiO_3 terbentuk pada suhu $1100\text{ }^\circ\text{C}$, memiliki berat molekul sebesar 200,78 gram dan berat jenis sebesar 3,1-3,9 g/cm. Sedangkan *forsterite* yang dikenal dengan rumus kimia Mg_2SiO_4 terbentuk pada suhu $1200\text{ }^\circ\text{C}$, memiliki titik lebur sebesar $1890\text{ }^\circ\text{C}$ (Tavangarian and Emadi, 2010; Mitchell *et al.*, 1998; Saberi *et al.*, 2007) dan berat jenis sebesar $3,22\text{ g/cm}^3$ (M. Andou, *et.all* 2002). Menurut Mineral Data (2011) *forsterite* memiliki karakteristik sebagai berikut, yaitu berwarna hijau, kuning, hijau kuning, dan putih, kekerasan sebesar 6-7 Mohs, *streak* (lapisan) berwarna putih, dan kepadatan sebesar $3,21\text{-}3,33\text{ g/cm}^3$. Struktur kristal dari *forsterite* adalah ortohombik dengan *cell dimensions* terdiri dari $a = 4.756\text{ \AA}$, $b = 10.195\text{ \AA}$, $c = 5.981\text{ \AA}$. Kekuatan

lentur (*bending strength*) dan ketangguhan patah (*fracture toughness*) *forsterite* masing-masing sebesar 203 MPa dan 2,4 MPa m^{1/2}.

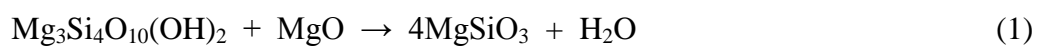


Gambar 1. Struktur Enstatite (PCW23, 2012)



Gambar 2. Struktur Forsterite (PCW23,2012)

Adapun reaksi pembentukan fasa *forsterite* melalui tahapan (Tavangarian and Emadi, 2010) sebagai berikut:



Selain itu komposit Magnesium Silikat (MgO-SiO₂) sebagai katalis telah banyak dimanfaatkan. Diantaranya adalah penggunaan adsorpsi aflatoksin dalam gandum

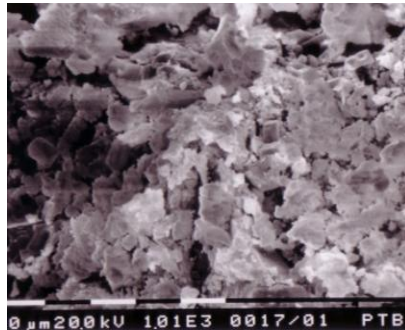
dan sebagai adsorben untuk studi adsorpsi asam lemak bebas (*Free Fatty Acids* atau FFA) dalam minyak sawit mentah (*Crude Palm Oil* atau CPO) (Clowutimon *et al.*, 2011). Disini dilakukan perbedaan rasio pencampuran MgO dan SiO₂. Perbedaan rasio ini pada akhirnya mempengaruhi luas permukaan, diameter pori-pori, dan volume pori-pori yang terbentuk. Metode BET digunakan untuk mengetahui luas permukaan dan porositasnya. Variasi ratio SiO₂-MgO yang terbentuk pada *magnesium silicate* kemudian diukur efesiensinya dalam mengabsorpsi asam lemak bebas. Sedangkan penggunaan katalis komposit MgO-SiO₂ pada minyak kelapa VCO (*Virgin Coconut Oil*) setelah dilakukan uji aktivitas katalis menghasilkan metil laurat, metil miristat dan metil palmitat sebagai komponen biodiesel berdasarkan data GCMS yang dihasilkan (Hamdila, 2012).

C. Silika Sekam Padi

1. Karakteristik Silika Sekam Padi

Pada penerapan preparasi karet berpenguat silika sekam padi dengan metode sol-gel dalam berbagai bidang industri seperti keramik, elektronik, sensor dan katalis, bahan baku (*prekursor*) silika secara komersial yang dapat digunakan adalah tetra etil ortho silikat (TEOS), tetra metil ortho silikat (TMOS), dan *fumed silica*. Namun, salah satu kendala terkait dengan prekursor tersebut adalah harganya yang sangat mahal, sehingga pencarian sumber lain yang lebih ekonomis masih sangat relevan. Dalam konteks tantangan ilmiah, pemanfaatan sekam padi sebagai sumber silika sebagai bahan *filler* yang digagas dalam penelitian ini mempunyai

potensi yang sangat besar karena selain didukung oleh harga sekam yang sangat murah, juga didukung oleh beberapa alasan praktis lain.



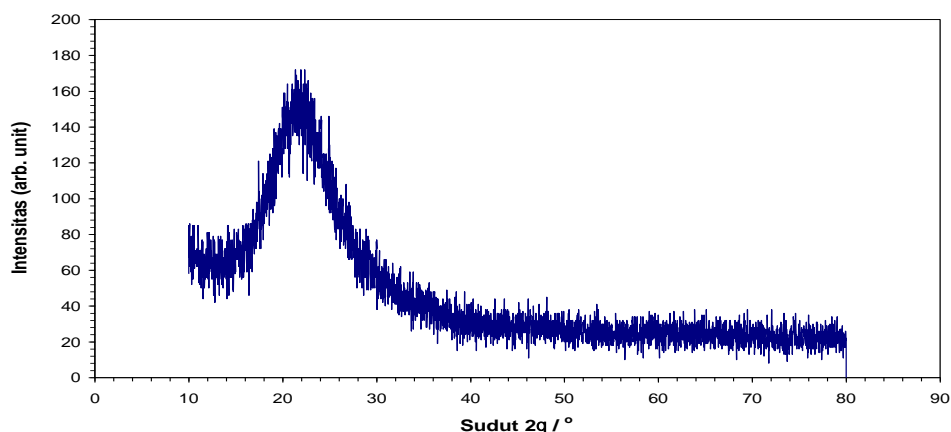
Gambar 3. Mikrostruktur silika sekam padi (Yunita, 2007)

Silika merupakan komponen utama yang terkandung dalam sekam padi, yakni berkisar 87-97% berat (Daifullah, *et.al*, 2004 Chen dan Chang,1991), yang secara alami bersifat amorph dan bertahan hingga temperatur di bawah 800⁰C (Sembiring dan Karo-Karo,2007 dan Della,*et.al*,2002). Selain sudah banyak dimanfaatkan, silika dari sekam padi dapat diperoleh dengan mudah dan sederhana yakni dengan metode ekstraksi alkalis. (Daifullah, *et.al*, 2003; Kalapathy *et.al*. 2000) atau dengan pengabuan (Hamdan *et.al*, 1997; Singth *et.al*, 2002). Silika amorph mempunyai stabilitas rendah sehingga mudah bereaksi (*ponzolane*) dengan pereaksi lain. Kereaktifan silika dipengaruhi temperatur pengabuan dengan kereaktifan optimum ketika sekam padi di bakar pada temperatur 550-700⁰C (Kalapathy, *et.al*, 2000) dan keraktifan menurun dengan naiknya temperatur di atas 800⁰C, akibat meningkatnya kristalinitas dalam bentuk *tridymite*, dan *crystobalite* (Sembiring 2008; Shinohara dan Kohyama, 2004). Berdasarkan karakteristik silika sekam padi yang dipaparkan di atas, menunjukkan bahwa silika yang diperoleh dapat digunakan sebagai bahan baku silikon (Ikram and Akhter, 1988), silika-karbida (Romero and Reinggo, 1996),

lithium-aluminium-silika (Chatterjee and Naskar, 2006) dan dimanfaatkan sebagai adsorben (Kumer, *et.al*, 2001; Daifullah *et al.*, 2004), bahan filter, katalis, adhesive dan silika gel (Grisdanurak, *et.al*, 2003; Paja, *et.al*, 2001; Katsuki, *et.al*, 2005; Siriluk dan Yuttapong, 2005).

2. Struktur Silika Sekam Padi

Silika sekam padi memiliki struktur amorf. Dari Gambar 4 dibawah ini hasil karakterisasi silika sekam padi menggunakan XRD adalah bersifat amorf . Salah satu keunikan silika sekam padi adalah kemampuannya mempertahankan fasa amorf hingga suhu 750 °C dan akan membentuk fasa kristalin berupa kristobalit dan tridimit pada suhu lebih tinggi (Kalapathy, *et al.*, 2000; Ebtadianti, 2007; Sembiring, S dan Karo-Karo, 2007).



Gambar 4. Hasil karakterisasi XRD silika dari sekam padi

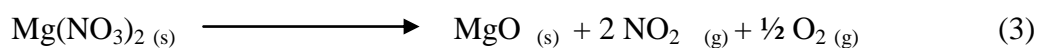
Adanya *hump* (gundukan) menginformasikan adanya kandungan fasa amorf dari sampel yang digunakan (Na'fiah, 2008). Kekristalan akan memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kelarutan unsur-unsur kimiawi yang terdapat di dalam sampel. Umumnya semakin tinggi tingkat kekristalannya, semakin rendah kelarutan unsur-unsurnya (Hildayati, 2008).

D. Magnesium Nitrat Heksahidrat

Magnesium nitrat adalah garam higroskopis dengan rumus $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$. Di udara dengan cepat membentuk heksahidrat dengan rumus $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (berat molar 256,41 g/mol) dan sangat mudah larut dalam etanol dan air. Magnesium nitrat biasanya mengandung ammonium nitrat, kalsium nitrat, kalium nitrat dan mikronutrien (Jiang, *et.al*, 2012). $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ terdiri dari beberapa senyawa diantaranya MgO 15,5%, Mg 9,3%, N-NO_3 10,7%, Fe 0,01%, dan logam ringan seperti Pb 0,001%. Partikel $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ berukuran 70% 4-6 mm.

Magnesium nitrat heksahidrat adalah kristal tak berwarna dari sistem monoklinik, yang merupakan hidrat nitrat paling stabil pada suhu kamar. Kepadatan spesifik 1,6363 dan titik lebur 89°C . Ketika dipanaskan diatas suhu 90°C maka akan berubah menjadi garam dasar dan ketika dipanaskan dengan suhu diatas 400°C maka berubah menjadi magnesium oksida. Adapun aplikasi dari Magnesium nitrat heksahidrat digunakan pada asam nitrat pekat sebagai dehidrator, dalam memproduksi bahan peledak, katalis dan garam magnesium lainnya serta agen insenerasi untuk logam (Anonim B, 2012).

$\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ dapat digunakan sebagai sumber magnesium oksida, MgO (Brady and Clauser, 1989). Menurut Fu dan Song (1998), MgO diperoleh melalui proses *sol-gel* dengan bahan yang digunakan adalah magnesium nitrat. MgO terbentuk melalui proses pemanasan dan reaksinya diperkirakan seperti pada persamaan (1):



Pada saat pemanasan, terjadi penguraian senyawa nitrat menjadi gas NO_2 , sehingga terbentuk senyawa MgO .

E. Metode *Sol-Gel*

Proses *sol-gel* merupakan proses larutan serba guna yang awalnya digunakan dalam pembuatan material anorganik seperti gelas dan keramik dengan kemurnian dan homogenitas tinggi. Proses ini meliputi transisi sistem dari fasa larutan “*sol*” menjadi fasa padat “*gel*”. Secara umum, proses *sol-gel* biasanya dibagi menjadi beberapa tahap yang meliputi pembentukan larutan, pembentukan gel, penuaan (*aging*), pengeringan dan pemadatan (*densification*) (Brinker and Scherer, 1990). Dengan menggunakan proses *sol-gel* ini dapat diperoleh material dengan pori seragam dan luas permukaan tinggi serta dapat berlangsung pada temperatur rendah sekaligus komposisi bahan dapat langsung dikontrol dengan mudah. Ada beberapa keuntungan yang dapat diperoleh dengan menggunakan silika sekam padi melalui teknik *sol-gel*, yakni (a) untuk mendapatkan produk dengan homogenitas tinggi (b) dapat dilakukan pada temperatur rendah dan biaya rendah. Proses pemadatan/*densification* melalui suatu reaksi yang terjadi akibat pembakaran dengan suhu yang terkontrol sehingga padatan serbuk dapat diperoleh sekaligus dengan tingkat porositas berkurang dan densitas relatif bertambah /naik. Dengan suhu *densification* sangat penting, karena berkaitan dengan perubahan mikrostruktur, struktur, sifat termal dan sifat fisis material yang dihasilkan. Beberapa sifat yang diketahui sangat dipengaruhi adalah densitas, porositas dan kekerasan serta kekuatan tarik (*mechanical strength*). Hasil penelitian yang dilakukan Rahman (1995) dan Dorre and Hubner, (1984)

menunjukkan bahwa proses difusi selama proses *densification* akan memberikan efek terhadap perubahan fisis bahan meliputi, densitas, porositas, penyusutan volum dan kekerasan.

F. Kalsinasi

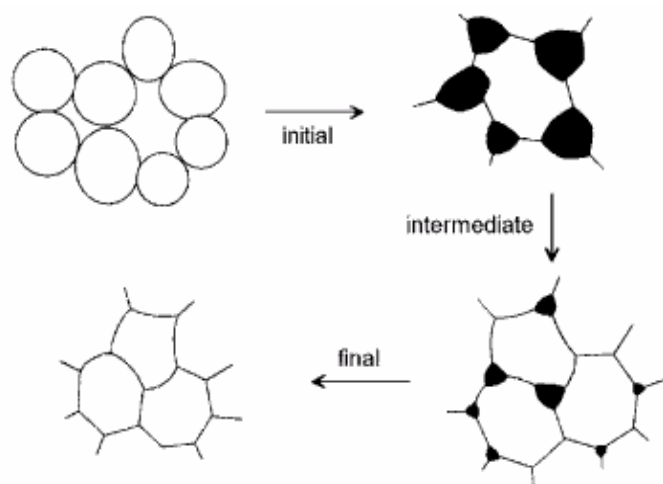
Kalsinasi merupakan proses pembakaran tahap awal yang berupa reaksi dekomposisi secara endotermik. Kalsinasi berfungsi melepaskan gas-gas dalam bentuk karbonat atau hidroksida sehingga menghasilkan bahan dalam bentuk oksida. Kalsinasi juga menghilangkan zat-zat yang tidak dibutuhkan seperti H₂O, air kristal (dalam bentuk OH) dan gas (CO₂).

Kalsinasi merupakan perlakuan panas terhadap campuran serbuk yang sudah dipelet pada suhu tertentu, tergantung pada jenis bahan. Peristiwa yang terjadi selama proses kalsinasi antara lain:

- a) Pelepasan air bebas (H₂O) dan terikat (OH) berlangsung sekitar suhu 100⁰C hingga 300⁰C.
- b) Pelepasa gas-gas seperti: CO₂ berlangsung sekitar suhu 600⁰C dan pada tahap ini disertai terjadinya pengurangan berat yang cukup berarti.
- c) Pada suhu lebih tinggi, sekitar 800⁰C struktur kristalnya sudah terbentuk, dimana pada kondisi ini ikatan diantara partikel serbuk belum kuat dan mudah lepas (James S.R, 1988).

G. Sintering

Sintering adalah suatu proses pemanasan pada suhu dan waktu tertentu. Pada proses ini terjadi perubahan struktur mikro seperti perubahan ukuran pori, pertumbuhan butir (*grain growth*), peningkatan densitas, dan penyusutan massa. Proses sintering dimulai dengan partikel halus yang beraglomerasi menjadi bubuk yang dikehendaki, dilanjutkan dengan pembakaran yang dapat mengikat partikel. Sintering memerlukan suhu tinggi agar partikel halus dapat beraglomerasi menjadi bahan padat. Sintering menyebabkan butiran-butiran partikel saling mendekat sehingga menyebabkan transformasi padatan berpori menjadi padat (Smith, 1990). Faktor-faktor yang menentukan proses sintering antara lain adalah jenis bahan, komposisi, bahan pengotornya, dan ukuran partikel. Proses sintering berlangsung apabila terjadi transfer materi diantara butiran (difusi) dan terdapat sumber energi untuk mengaktifkan transfer materi (menggerakkan butiran sehingga terjadi kontak dan ikatan yang sempurna) (Ristic, 1989). Gambar 3. menunjukkan proses sintering dalam suatu sampel. Proses sintering dibagi menjadi tiga tahap yaitu: tahap awal, tahap medium (pertengahan), dan tahap akhir. Selama tahap awal, kontak titik antar partikel terus meningkat hingga membentuk pertumbuhan leher (*neck growth*). Pada tahap pertengahan, penggabungan antar butir terus terjadi sehingga membentuk saluran pori yang kontinu, rongga mulai hilang dari saluran silinder. Pada tahap akhir, saluran pori yang kontinu menghilang dan berubah bentuk menjadi pori-pori individu (Barsoum, 1997).



Gambar 5. Tahapan terbentuknya pertumbuhan leher (*neck growth*) dalam proses sintering.

Proses sintering melalui fasa padat (*solid state sintering*) terjadi karena energi penggerakannya adalah perbedaan energi bebas atau potensial kimia antara permukaan partikel-partikel yang berdekatan sehingga partikel-partikel tersebut akan saling menempel dan berdifusi satu sama lain. Proses difusi ini juga melibatkan perpindahan atom-atom atau pori-pori atom atomik yang kosong di sepanjang permukaan bahan atau antara batas antar butir. Akibatnya, ukuran pori-porinya mengecil sehingga dapat mengakibatkan penyusutan volume yang dibarengi dengan peningkatan kekuatan mekanik bahan tersebut (Kingery *et al.*, 1976).

H. Karakterisasi

1. X-Ray Diffraction (XRD)

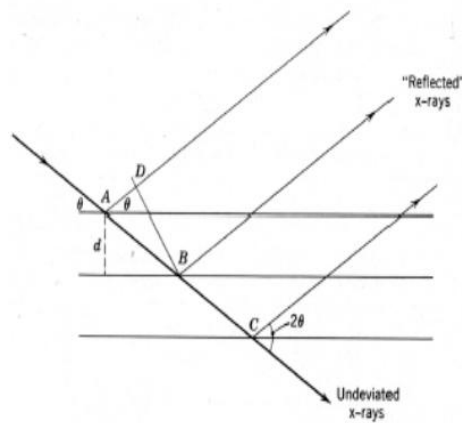
Spektroskopi difraksi sinar-X (X-ray diffraction/XRD) merupakan salah satu metoda karakterisasi material yang paling tua dan paling sering digunakan hingga

sekarang. Teknik ini digunakan untuk mengidentifikasi fasa kristalin dalam material dengan cara menentukan parameter struktur kisi serta untuk mendapatkan ukuran partikel. Suatu material dapat dipelajari kisi-kisi ruang dari intensitasnya secara cepat dan akurat dengan menggunakan difraksi sinar-X (Brindley dan Brown, 1980). Sinar-X ditemukan pertama kali oleh Wilhelm Rontgen pada tahun 1895, ketika elektron yang dipercepat dengan tegangan yang tinggi dalam tabung vakum mengenai target yang berupa logam atau gelas, dan kemudian dihamburkan oleh target tersebut (Giancoli, 1984).

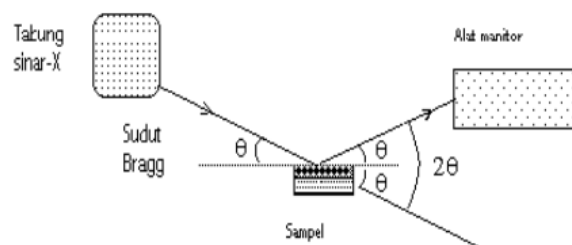
Prinsip terjadinya difraksi sinar-X sangat berbeda dengan difraksi yang dikenal pada umumnya (difraksi cahaya). Perbedaan tersebut dapat dilihat pada teori dan kegunaannya. Menurut Cullity (1978), sinar-X merupakan gelombang elektromagnetik dengan panjang gelombang sekitar 0,5-2,5 Å. Bila seberkas sinar-X dengan panjang gelombang λ di arahkan pada permukaan kristal dengan sudut datang θ , maka sinar tersebut akan dihamburkan oleh bidang atom kristal dan menghasilkan puncak-puncak difraksi yang dapat diamati dengan peralatan difraktometer (Cullity, 1978). Sistem kerja difraktometer sinar-X didasarkan pada Hukum Bragg. Pola difraksi, intensitas dan sudut difraksi 2θ berbeda-beda untuk setiap bahan. Interferensi berupa puncak-puncak intensitas diperoleh sebagai hasil proses difraksi dimana terjadi interaksi antara sinar-X dengan atom-atom pada bidang kristal (Vlack, 1994).

Metode difraksi sinar-X yakni seberkas sinar X jatuh pada kristal dengan sudut tertentu dan berkas-berkas itu akan berinterferensi konstruktif jika jarak ekstra yang ditempuh berkas 1 lebih besar dari berkas 2 sebesar kelipatan bilangan bulat

λ . Jarak ekstra ini = $2d \sin \theta$ (Gambar 8). Dengan demikian interferensi konstruktif akan terjadi, mengikuti persamaan Bragg yaitu $2d \sin \theta = n \lambda$ (1) Sinar-X dapat didifraksikan dari bidang-bidang yang berbeda dengan sudut berbeda di dalam kristal (Giancolli, 1998).



Gambar 6. Difraksi sinar-X oleh kristal



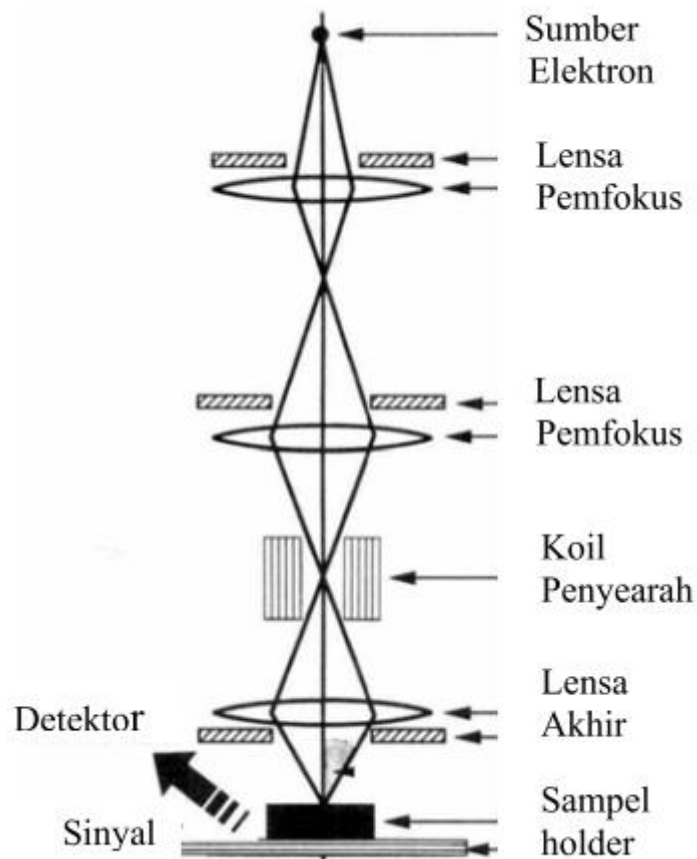
Gambar 7. Skema difraktometer Sinar-X

Informasi hasil pola difraksi sinar-X meliputi posisi puncak dan intensitas. Posisi puncak mengindikasikan struktur kristal dan identifikasi fase yang ada di bahan tersebut, sedangkan intensitas menunjukkan total hamburan balik dari masing-masing bidang dalam struktur kristal (Cullity, 1978).

2. Scanning Electron Microscopy (SEM)

Scanning Electron Microscopy (SEM) merupakan suatu alat yang dapat digunakan untuk mengamati dan menganalisis karakteristik mikrostruktur dari bahan padat seperti logam, keramik, polimer dan komposit. SEM memiliki resolusi (daya pisah) dan ketajaman gambar yang tinggi. Selain itu cara analisis SEM tidak akan merusak bahan. SEM mempunyai daya pisah sekitar 0,5 nm dengan perbesaran maksimum sekitar 500.000 kali (Griffin dan Riessen, 1991).

Karakterisasi dengan *Scanning Electron Microscope* (SEM) dilakukan untuk mengetahui morfologi sampel dalam berbagai bidang. Prinsipnya adalah sifat gelombang dari elektron yakni difraksi pada sudut yang sangat kecil. Elektron dapat didifraksikan oleh sampel yang bermuatan, untuk sampel nonkonduktor dilakukan pelapisan dengan karbon, emas atau paduan emas, yang berfungsi untuk mengalirkan muatan elektron berlebih pada sampel ke ground (Verhoeven, 1986). Pola yang terbentuk menggambarkan struktur dari sampel. Kelebihan mikroskop elektron ini mempunyai daya pisah (resolusi) yang sangat tinggi dan penggunaan berkas elektron dengan panjang gelombang yang pendek.

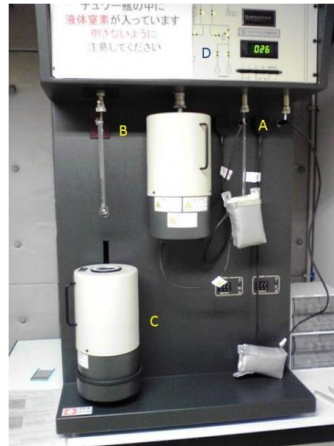


Gambar 8. Skema *Scanning Electron Microscope* (SEM).

3. *Surface Area Analyzer* (SAA)

Surface Area Analyzer (SAA) merupakan salah satu alat utama dalam karakterisasi material. Alat ini khususnya berfungsi untuk menentukan luas permukaan material, distribusi pori dari material dan isotherm adsorpsi suatu gas pada suatu bahan. Alat ini prinsip kerjanya menggunakan mekanisme adsorpsi gas, umumnya nitrogen, argon dan helium, pada permukaan suatu bahan padat yang akan dikarakterisasi pada suhu konstan biasanya suhu didih dari gas tersebut. Alat tersebut pada dasarnya hanya mengukur jumlah gas yang dapat dijerap oleh suatu permukaan padatan pada tekanan dan suhu tertentu. Secara sederhana, jika kita mengetahui berapa volume gas spesifik yang dapat dijerap oleh suatu

permukaan padatan pada suhu dan tekanan tertentu dan kita mengetahui secara teoritis luas permukaan dari satu molekul gas yang diserap, maka luas permukaan total padatan tersebut dapat dihitung.



Gambar 9. Alat *Surface Area Analyzer* (SAA)

Gambar 9 adalah contoh alat SAA dari perusahaan Quantachrome dengan seri Autosorb-1. Gambar A adalah port untuk keperluan degassing. Seri ini memiliki 2 port untuk keperluan itu. Tampak satu port sedang dipakai untuk degassing sampel yang diletakkan dalam tabung dan diselimuti bagian bawah tabung dengan mantel pemanas. Gambar B adalah port analisa yang pada gambar baru tidak terpakai. Gambar C adalah kontainer untuk menampung zat pendingin. Jika kita memakai gas nitrogen maka kita perlu memakai nitrogen cair dengan suhu sekitar 77 K. Jika memakai penyerapan argon maka kita perlu argon cair. Sehingga mungkin ini menjadi kendala juga ketika akan mengoperasikan alat ini di Indonesia yang belum punya banyak instalasi gas dalam kondisi cairnya. Sedangkan gambar D adalah panel yang menunjukkan layout dari proses analisa dilengkapi indikator – indikator lampu yang dapat menandakan setiap valve dalam posisi dibuka atau ditutup.

Metode BET menganggap bahwa molekul padatan yang paling atas berada pada kesetimbangan dinamis. Ini berarti jika permukaan hanya dilapisi oleh satu molekul saja, maka molekul-molekul gas ini berada dalam kesetimbangan dalam fase uap padatan. Jika terdapat dua atau lebih lapisan, maka lapisan teratas berada pada kesetimbangan dalam fase uap padatan. Bentuk isoterm tergantung pada macam gas adsorbat, sifat adsorben dan struktur pori. Gejala yang diamati pada adsorpsi isoterm berupa adsorpsi lapisan molekul tunggal, adsorpsi lapisan molekul ganda dan kondensasi dalam kapiler.

4. Gas Chromatography Mass Spectrometry (GCMS)

GCMS merupakan metode pemisahan senyawa organik yang menggunakan dua metode analisis senyawa yaitu kromatografi gas (GC) untuk menganalisis jumlah senyawa secara kuantitatif dan spektrometri massa (MS) untuk menganalisis struktur molekul senyawa analit.



Gambar 10. Gas Chromatography Mass Spectrometry (GCMS)

Gas kromatografi merupakan salah satu teknik spektroskopi yang menggunakan prinsip pemisahan campuran berdasarkan perbedaan kecepatan migrasi

komponen-komponen penyusunnya. Gas kromatografi biasa digunakan untuk mengidentifikasi suatu senyawa yang terdapat pada campuran gas dan juga menentukan konsentrasi suatu senyawa dalam fase gas. Spektroskopi massa adalah suatu metode untuk mendapatkan berat molekul dengan cara mencari perbandingan massa terhadap muatan dari ion yang muatannya diketahui dengan mengukur jari-jari orbit melingkarnya dalam medan magnetik seragam (Flowlis, 1998).

Prinsip kerja kromatografi gas yaitu, sampel diinjeksikan ke dalam injektor. Gerbang injeksi dipanaskan sehingga sampel cair akan menguap dengan cepat. Beberapa mikroliter cairan sampel dimasukkan menggunakan *syringe* melalui septum karet. Uap yang terjadi dibawa masuk ke dalam kolom oleh gas pembawa. Proses pemisahan komponen-komponen sampel berlangsung didalam kolom berdasarkan pada interaksi komponen sampel dengan fasa diam. Interaksi ini sangat menentukan berapa lama komponen sampel akan ditahan.