

## **II. TINJAUAN PUSTAKA**

### **A. Sekam Padi**

Limbah pertanian dapat berbentuk bahan buangan tidak terpakai dan bahan sisa hasil pengolahan. Penghancuran limbah secara alami berlangsung lambat, sehingga tumpukan limbah dapat mengganggu lingkungan sekitarnya dan berdampak terhadap kesehatan manusia. Padahal melalui pendekatan teknologi, limbah pertanian dapat diolah lebih lanjut menjadi hasil samping yang berguna disamping hasil utamanya. Salah satu limbah pertanian adalah sekam yang merupakan buangan pengolahan padi. Limbah sekam padi banyak terdapat didaerah pedesaan dengan potensi yang melimpah (Balai Penelitian Pasca Panen Pertanian, 2008).

Sekitar 20% berat padi, merupakan sekam padi (Daifullah, 2003). Komposisi utama sekam padi terdiri atas selulosa 33 – 34 % berat, lignin 19 – 47 % berat, jika dibakar dengan oksigen akan menghasilkan abu sekam 13- 29 % berat, sekam padi yang mengandung silika cukup tinggi yaitu 87 – 97 % berat abu sekam padi (Harsono, 2002).

Sekam padi tersusun atas berbagai unsur logam dan nonlogam. Kandungan unsur karbon, oksigen, dan silikon dalam sekam padi lebih dominan dibanding dengan unsur yang lain, seperti tampak pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi kimia sekam padi kering.

Komposisi kimia	Kandungan (% berat)
Karbon	41.44
Hidrogen	4.94
Oksigen	37.32
Nitrogen	0.57
Silikon	14.66
Potassium	0.59
Sodium	0.035
Sulfur	0.3
Fosfor	0.07
Kalsium	0.06
Besi	0.006
Magnesium	0.003

Sekam padi merupakan bahan dengan kandungan silika yang cukup tinggi yaitu sekitar 87 – 97 % berat abu sekam padi. Hal tersebut disebabkan oleh komposisi silikon yang dominan dalam sekam padi. (Hartono, 2002).

### **B. Silika (SiO<sub>2</sub>)**

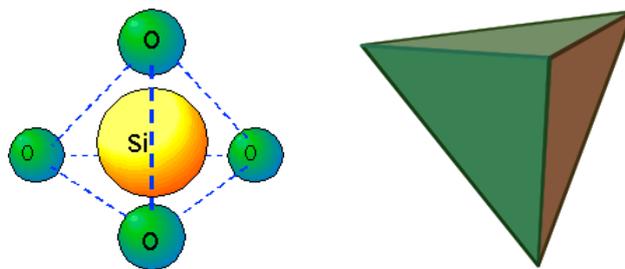
Senyawa kimia silikon dioksida yang juga dikenal sebagai silika merupakan oksida dari silikon yang memiliki rumus kimia SiO<sub>2</sub>. Di alam silika dalam keadaan bebas atau dalam senyawa dengan basa mineral silikat, ada 2 golongan yaitu silika kristalin dan silika amorf. Bentuk paling umum silika kristalin adalah kuarsa, tridmit dan kristobalit. Selain terbentuk secara alami, silika dengan struktur Kristal tridmit dapat diperoleh dengan cara memanaskan pasir kuarsa pada suhu 870°C dan bila pemanasan dilakukan pada suhu 1470°C dapat diperoleh silika dengan struktur kristobalit (Cotton and Wilkinson, 1989). Silika juga dapat terbentuk dengan mereaksikan silikon dengan oksigen atau udara pada suhu tinggi (Iller,1979).

Sifat fisis silika dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Karakteristik fisika, mekanika, termal, dan sifat elektrik silika amorf dan silika kristal (Sigit dan Jetty, 2001)

No	Parameter	Satuan	Silika Amorf	Silika kristal
1	Densitas	g/cm <sup>3</sup>	2,65	2,2
2	Konduktivitas termal	W/mK	1,3	1,4
3	Koefisien ekspansi termal	K <sup>-1</sup>	12,3.10 <sup>-6</sup>	0,4.10 <sup>-6</sup>
4	Kekuatan tarik	Mpa	55	110
5	Kekuatan desak	Mpa	2070	690 – 1380
6	Rasio Poisson's		0,17	0,165
7	Kekuatan retak	Mpa	-	0,79
8	Modulus elastisitas	Mpa	70	73
9	Daya tahan kejut termal		Baik sekali	Baik sekali
10	Permitivitas ( $\epsilon$ )		3,8 – 5,4	3,8
11	Faktor kehilangan ( $\epsilon$ )		0,0015	-
12	Kekuatan bidang dielektrik	kV/mm	15,0 – 25,0	15,0 – 40,0
13	Resistifitas	$\Omega$ m	10 <sup>12</sup> - 10 <sup>16</sup>	> 10 <sup>18</sup>

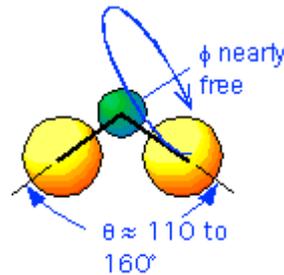
Silika terbentuk melalui ikatan kovalen yang kuat serta memiliki struktur dengan empat atom oksigen terikat pada posisi sudut tetrahedral di sekitar atom pusat yaitu atom silikon. Gambar 1. memperlihatkan struktur silika tetrahedral.



Gambar 1. Struktur silika tetrahedral (Shriver, 1999 dan Canham, 2002).

Sudut ikatan di sekitar O-Si-O merupakan sudut tetrahedral sebesar 109 derajat, jarak antara atom Si-O sebesar 1,61 Å. Silika memiliki ikatan yang disebut jembatan oksigen yang terdapat di antara atom silikon, hal inilah yang memberikan sifat unik pada silika. Sudut ikatan pada Si-O-Si sekitar 145 derajat,

tetapi nilai ini sangat bervariasi antara 100 – 170 derajat yang dipengaruhi oleh perubahan energi ikat, sehingga memungkinkan terjadinya rotasi ikatan secara bebas (Shriver, 1999 dan Canham, 2002). Gambar 2. memperlihatkan sudut ikat Si-O-Si.



Gambar 2. Sudut ikat Si-O-Si (Shriver, 1999 dan Canham, 2002).

Struktur SiO<sub>2</sub> terbentuk melalui unit-unit SiO<sub>4</sub> yang saling berikatan melalui atom oksigen pada sudut-sudut tetrahedralnya, ikatan ini dapat terbentuk dalam berbagai variasi sudut. Variasi sudut yang terbentuk sangat memungkinkan terbentuknya struktur kristal yang berbeda-beda pada silika, dan dapat dengan mudah membentuk struktur amorf. Silika memiliki 35 bentuk kristal dengan berbagai kerapatan yang berbeda-beda yaitu sekitar 17 sampai 43 unit SiO<sub>2</sub> per 100 Å<sup>3</sup>. Beberapa bentuk kristal silika yaitu: kristobalit, tridimit, dan kuarsa (Shriver, 1999 dan Canham, 2002).

Silika yang diperoleh dari sekam padi telah banyak dimanfaatkan dan dikembangkan antara lain sebagai adsorben (Kalaphaty, 2000), adsorben asam lemak jenuh (Farook et al, 2000), filter komposit (Jamarun, 1997), bahan porselen, asbes dan gelas (Daifullah, 2003), bahan keramik (Siriluk & Yuttapong, 2005).

### C. Silika Sekam Padi

Untuk memperoleh silika dari sekam padi, digunakan beberapa metode antara lain:

#### 1. Metode Ekstraksi

Ekstraksi merupakan proses pengambilan zat terlarut dari suatu larutan oleh suatu pelarut yang tidak dapat dicampur air (Vogel, 1985). Proses ekstraksi yang dilakukan adalah 50 gram sekam padi diletakkan dalam *beaker glass*, kemudian diberi larutan KOH 5% sebanyak 500 ml hingga sekam terendam seluruhnya. Setelah itu dididihkan, dan dalam keadaan mendidih diaduk-aduk selama 30 menit. Setelah 24 jam, hasil ekstraksi disaring menggunakan corong *bucher* sehingga didapatkan filtrat yang mengandung silika terlarut. Selanjutnya adalah proses pengasaman, filtrat hasil ekstraksi yang diletakkan dalam labu *erlenmeyer* ditetesi HCL 10% setetes demi setetes. Setiap satu tetes, *erlenmeyer* digoyang. Tetesan dihentikan jika pembentukan endapan telah berhenti. Pengasaman bertujuan untuk mendapatkan silika dalam bentuk gel berwarna coklat yang mengendap pada larutan.

Untuk menghilangkan warna coklatnya, maka silika gel perlu dibilas, silika gel dalam *erlenmeyer* dituangi larutan *bayclin*, diaduk-aduk beberapa saat, lalu dituang ke atas kertas saring yang berada dalam corong *bucher*, kemudian disiram menggunakan aquades untuk menghilangkan kandungan *bayclin* yang berlebih. Selanjutnya dikeringkan dengan tujuan untuk mendapatkan silika dalam bentuk serbuk berwarna putih. Prosesnya adalah dengan meletakkan silika gel yang telah dibilas ke dalam cawan tahan panas, kemudian dipanaskan menggunakan kompor listrik sambil terus diaduk-aduk sehingga diperoleh silika padat (Nurhayati, 2006).

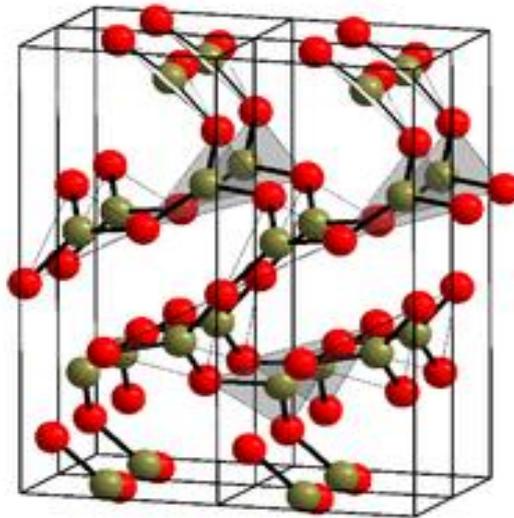
Hasil silika yang diperoleh pada metode ini bersifat amorf, ukuran partikel  $50\mu\text{m}^3$ , diameter pori  $0,00045\ \mu\text{m}$ , volume pori  $4,7297\ \text{cm}^3/\text{g}$  dan luas permukaan spesifik  $63\ \text{m}^2/\text{g}$  (Yalcin, 2001).

## 2. Metode Pengabuan

Metode pengabuan dilakukan dengan cara mengarangkan sekam padi pada suhu  $300\ ^\circ\text{C}$  selama 30 menit. Arang sekam padi selanjutnya dioven pada suhu  $600\ ^\circ\text{C}$  selama 1 jam agar menjadi abu. Untuk mendapatkan silika dari abu sekam padi maka dilakukan proses pemurnian menggunakan metode pengasaman dengan larutan HCl pekat. Proses pemurniannya dilakukan dengan cara memasukkan abu sekam padi ke dalam gelas piala dan dibasahi dengan aquades panas. Selanjutnya campuran ditambahkan larutan HCl pekat dan diuapkan sampai kering dengan beberapa kali pengulangan. Campuran tersebut selanjutnya disaring dengan kertas saring dan dicuci dengan aquades panas. Hasil dari penyaringan berupa residu padat, residu beserta kertas saring dipanaskan mula-mula pada suhu  $300\ ^\circ\text{C}$  selama 30 menit hingga kertas saring menjadi arang, kemudian dilanjutkan dengan memanaskan pada suhu  $600\ ^\circ\text{C}$  hingga yang tersisa hanya endapan silika ( $\text{SiO}_2$ ) berwarna putih (Harsono, 2002). Silika yang diperoleh melalui metode pengabuan memiliki luas permukaan spesifik  $68\ \text{m}^2/\text{g}$  dan diameter porinya  $121\ \text{Å}$  (Kamath, 1998).

#### D. Boron Oksida ( $B_2O_3$ )

Boron oksida berwarna putih seperti kaca dan berwujud padat. Boron oksida juga dikenal dengan nama diboron trioksida. Boron oksida hampir selalu berbentuk *glassy* dan bersifat amorf, namun demikian boron oksida dapat berubah menjadi tersusun atas cincin *boroxol* dengan enam bagian cincin tersusun atas 3 koordinat boron dan 2 koordinat oksigen. Cincin tersebut tersusun atas bagian-bagian kecil  $BO_3$  segitiga. Rantai cincin yang jumlahnya sangat banyak akhirnya membentuk pita yang berlembar-lembar (Eckert, 1992). Gambar 3. memperlihatkan struktur boron oksida.



Gambar 3. Struktur boron oksida (Eckert, 1992).

Pada keadaan normal boron oksida tidak memiliki titik lebur yang pasti. Boron oksida merupakan produk higroskopik, maka apabila boron oksida terkontaminasi oleh air maupun kelembaban akan terjadi reaksi eksoterm yang berakibat pada

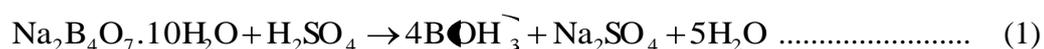
pembentukan asam borik (Anonim C, 2009). Sifat fisika dan kimia boron oksida ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Sifat fisika dan kimia boron oksida (Anonim C, 2009)

No	Parameter	Satuan	Besar
1	Berat molekul	gr/mol	69,62
2	<i>Spesific gravity</i>		1,84
3	Titik lebur	°C	450 – 465
4	Kalor jenis	J/kg	4,9

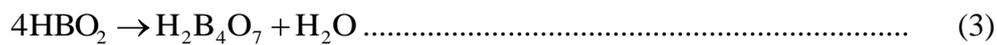
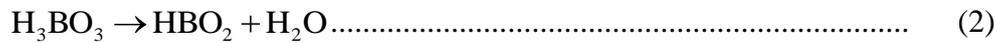
Boron oksida merupakan bahan baku industri yang digunakan dalam proses pembuatan keramik-keramik khusus misalnya boron karbida (Linah dkk, 2008). Selain itu, boron oksida juga banyak digunakan dalam proses pembuatan gelas-gelas khusus (lensa optik dan teleskop, gelas medis, gelas elektronik, dan gelas keramik komposit), sebagai katalis dalam proses reaksi kimia, dan sebagai pelarut oksida logam pada temperatur tinggi (Anonim D, 2009).

Boron oksida ( $B_2O_3$ ) dapat diperoleh dengan mereaksikan boraks ( $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ ) dengan larutan  $H_2SO_4$ . Preparasi dilakukan dengan melarutkan boraks ke dalam larutan  $H_2SO_4$ . Larutan tersebut selanjutnya diaduk menggunakan *magnetic stirrer* hingga terbentuk larutan yang homogen. Persamaan reaksi proses hidrolisis  $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$  dituliskan pada Persamaan 1.



Untuk mendapatkan senyawa boron oksida ( $B_2O_3$ ) maka larutan yang diperoleh dari proses hidrolisis selanjutnya dipanaskan agar  $Na_2SO_4$  dan  $H_2O$  hilang, kemudian disaring dan diendapkan. Larutan yang sudah disaring dan diendapkan

dipanaskan kembali untuk menghilangkan pelarut H<sub>2</sub>O pada senyawa B(OH)<sub>3</sub>, persamaan reaksinya dituliskan pada Persamaan 2, 3, dan 4.



(Kotz dan Purcell, 1987).

Dari reaksi 2,3 dan 4 menunjukkan bahwa 1 mol Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub>.10H<sub>2</sub>O menghasilkan 2 mol B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

### **E. Borosilikat**

Borosilikat (B<sub>2</sub>SiO<sub>5</sub>) merupakan material padat yang bersifat amorf yang terbuat dari silika yang dipadu dengan oksida-oksida tertentu. Keramik borosilikat umumnya tersusun atas silika (SiO<sub>2</sub>) dan oksida-oksida seperti B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>O, dan Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (Anonim B, 2009) dengan komposisi 80,6 % SiO<sub>2</sub>, 13,0 % B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 4,0 % Na<sub>2</sub>O, dan 2 % Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (Shelby, 2005). Berdasarkan komposisi tersebut, terlihat bahwa silika dan boron oksida merupakan komposisi terbanyak dalam borosilikat (Ginting, 2010).

Borosilikat memiliki sifat fisis tahan terhadap serangan bahan kimia, tahan terhadap *thermal shock* karena memiliki koefisien ekspansi termal yang kecil, tahanan listrik yang tinggi serta pergeseran koefisien dielektrik yang rendah (El Khesen, 2003). Sifat fisis tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Karakteristik keramik borosilikat

No	Parameter	Satuan	Besar
1	Koefisien ekspansi termal (20 °C – 300 °C)	K <sup>-1</sup>	3,3 x 10 <sup>-6</sup>
2	Densitas	gr/cm <sup>3</sup>	2,23
3	Indeks refraksi		1,474
4	Konstanta dielektrik (1 MHz, 20 °C)		4,6
5	Kalor jenis (20 °C)	J/kg°C	750
6	Konduktifitas thermal (20 °C)	W/m°C	1,14
7	Rasio Poisson's (25 °C – 400 °C)		0,2
8	Modulus Young's (25 °C)	kg/mm <sup>2</sup>	6400
9	<i>Strain Point</i>	°C	510
10	<i>Anneal Point</i>	°C	560
11	<i>Soften Point</i>	°C	821
12	<i>Max. Thermal Shock</i>	°C	160

Keramik borosilikat dapat dibuat dengan beberapa metode antara lain metode pelelehan dan metode sol gel. Pembuatan borosilikat dengan metode pelelehan menggunakan bahan dengan persentase berat sebagai berikut: SiO<sub>2</sub> (50%), B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(18%), Na<sub>2</sub>O (24%). Silika yang digunakan adalah silika mineral yang berasal dari pasir silika. Semua bahan baku dicampur dan dilelehkan bersama. Proses pelelehan membutuhkan suhu 1400°C-1600°C (Assefa, 1996). Hal ini dikarenakan titik leleh silika mineral yang tinggi (Sriyanti, 2005), sedangkan silika adalah komponen pembentuk borosilikat paling dominan. Yang menjadi kekurangan dari metode ini adalah suhu reaksi yang tinggi, sehingga digagas penelitian pembuatan borosilikat dengan metode sol gel.

Pembuatan borosilikat dengan metode sol gel, menggunakan silika sol berbasis sekam padi yang dicampur dengan boron oksida yang diperoleh dari hidrolisis asam boraks. Dari percampuran keduanya akan terbentuk borosilikat gel yang kemudian dikeringkan. Borosilikat yang telah kering kemudian disintering. Pada

suhu 800°C mulai terbentuk gugus borosilikat (Ginting, 2009) dan akan terbentuk fasa optimal borosilikat pada suhu 1000°C (Rachmaini, 2010).

#### **F. Metode Sol Gel**

Metode sol gel merupakan metode yang sering digunakan dalam pembuatan material keramik dan gelas karena metode ini dapat dilangsungkan pada suhu kamar. Keuntungan dari metode ini dapat menghasilkan lapisan yang homogen, murni dan stokiometris akibat pencampuran dalam skala molekuler, temperatur pembakaran yang rendah, serta peralatan yang digunakan relatif sederhana. (Triyanti, 2008). Selain itu dengan metode sol gel tidak memerlukan energi dan biaya yang besar (Hardiananto, 2011).

Secara umum, metode sol gel dibagi menjadi beberapa tahap yaitu pembentukan larutan, pembentukan gel, penuaan (*aging*), pengeringan dan pemadatan. (Shelby, 2005). Beberapa penelitian yang menggunakan metode ini antara lain: pembuatan keramik cordierite (Triyanti, 2008), borosilikat (Ginting, 2009; Riyanto, 2009; Rachmaini, 2010), bahan pendukung katalis (Nyono, 2008) dan pembuatan lapisan tipis MgO (Nirmalasari, 2007).

#### **G. Kalsinasi**

Kalsinasi merupakan proses pemanasan suatu benda hingga temperatur tinggi, tetapi masih dibawah titik lebur untuk menghilangkan kandungan yang dapat menguap, karbonat dan air (Anonim E, 2011). Memanaskan suatu bahan dalam keadaan padat merupakan cara yang dilakukan untuk menguji apakah terjadi perubahan fasa yang akan berpengaruh terhadap sifat-sifat mekanis suatu bahan.

Selain itu proses perlakuan panas dapat mempengaruhi fungsionalitas (Ginting, 2010). Proses perlakuan panas dipengaruhi beberapa faktor, yaitu suhu pemanasan, waktu penahanan suhu dan kecepatan pendinginan (Sembiring, 2008).

#### **H. X Ray Diffraction (XRD)**

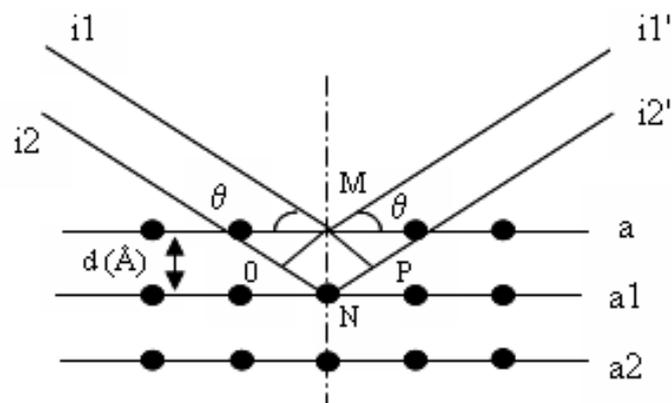
Difraksi sinar X merupakan teknik terbaik untuk mengkarakterisasi fase kristal, karena dengan teknik ini fasa-fasa yang memiliki komposisi kimia yang sama tetapi mempunyai struktur kristal yang berbeda dapat terdeteksi (Nirmalasari, 2007).

Sinar X terjadi jika suatu bahan ditembakkan dengan elektron dengan kecepatan dan tegangan yang tinggi dalam suatu tabung vakum. Elektron – elektron dipercepat yang berasal dari filamen (anoda) menumbuk target (katoda) yang berada dalam tabung sinar X sehingga elektron – elektron tersebut mengalami perlambatan. Sebagian energi kinetik elektron pada filamen diserahkan pada elektron target yang mengakibatkan ketidakstabilan elektron. Keadaan tidak stabil ini akan kembali pada kondisi normal dalam waktu  $10^{-8}$  detik sambil melepaskan energi kinetik elektron dalam bentuk gelombang elektromagnetik dalam bentuk sinar yang disebut Sinar X primer (Cullity, 1992).

Prinsip analisis XRD didasarkan pada atom – atom dalam suatu struktur bahan yang didifraksikan pada panjang gelombang tertentu pada sudut – sudut ( $2\theta$ ) tertentu. Identifikasi struktur fasa yang ada pada sampel secara umum dilakukan dengan menggunakan standar melalui data base *Join Commite on Powder Diffraction Standar*, JCPDS (1996) *International Centre for Diffraction Data*,

ICPDF (1978). Analisis kualitatif didasarkan pada intensitas dari sampel dibandingkan atau dicocokkan menggunakan standar internal maupun standar eksternal (Cullity, 1992).

Sinar X yang jatuh pada kristal akan didifraksikan, artinya sinar yang sefase akan saling menguatkan dan yang tidak sefase akan saling meniadakan atau melemahkan (Cullity, 1992). Berkas yang terdifraksi tersebut dapat didefinisikan sebagai suatu berkas yang tersusun dari sejumlah besar sinar – sinar terhambur yang secara mutual saling memperkuat satu sama lain (Manurung, 2005), seperti ditunjukkan oleh Gambar 4.



Gambar 4. Berkas sinar X yang mengenai bidang kristal

Difraksi sinar-X oleh atom-atom pada bidang atom paralel  $a$  dan  $a_1$  yang terpisah oleh jarak  $d$ . Dianggap bahwa dua berkas sinar-X  $i_1$  dan  $i_2$  yang bersifat paralel, monokromatik dan koheren dengan panjang gelombang  $\lambda$  datang pada bidang dengan sudut  $\theta$ . Jika kedua berkas sinar tersebut berturut-turut terdifraksi oleh  $M$  dan  $N$  menjadi  $i_1'$  dan  $i_2'$  yang masing-masing membentuk sudut  $\theta$  terhadap bidang dan bersifat paralel, monokromatik dan koheren, perbedaan panjang antara  $i_1 - M - i_1'$  dengan  $i_2 - N - i_2'$  adalah sama dengan  $n$  kali panjang gelombang, maka persamaan difraksi dapat dituliskan sebagai berikut:

$$n \lambda = ON + NP \text{ atau}$$

$$n \lambda = d \sin \theta + d \sin \theta = 2 d \sin \theta \dots\dots\dots(1)$$

Persamaan (1) dikenal sebagai Hukum Bragg, dengan  $n$  adalah bilangan refleksi yang bernilai bulat ( 1, 2, 3, 4, . . ) dan pengamatan berada pada interval  $0 < \theta < \pi/2$  serta nilai  $n$  terkecil ( $n=1$ ), sehingga persamaan tersebut menjadi:

$$\lambda < d \dots\dots\dots (2)$$

Persamaan (2) menjelaskan bahwa panjang gelombang sinar-X yang digunakan untuk menentukan struktur kristal harus lebih kecil dari jarak antar atom (Zakaria, 2003).

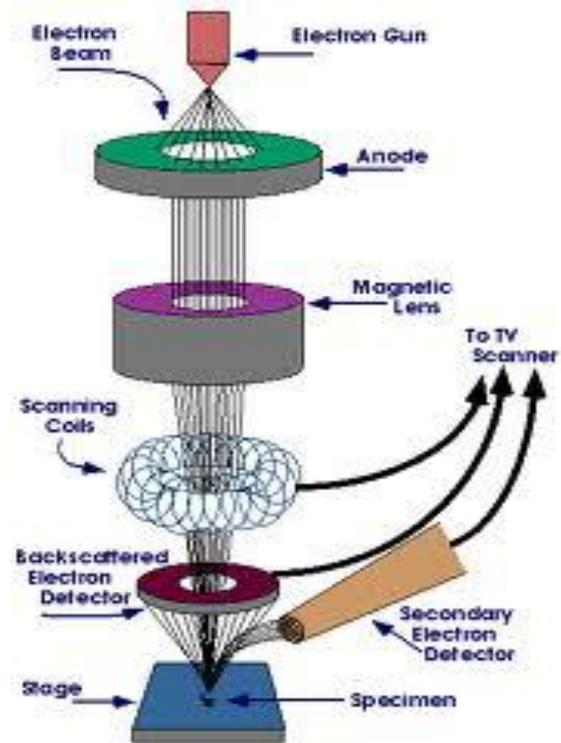
### **I. Scanning Electron Microscopy (SEM)**

Mikroskop elektron yang dikenal dengan SEM (*Scanning Elektron Mikroskopy*) adalah suatu teknik analisis yang telah banyak digunakan untuk membantu mengatasi permasalahan analisis struktur mikro dan morfologi yang mampu memberikan hasil analisis secara rinci dalam berbagai material seperti keramik, komposit dan polimer. Dengan resolusi yang tinggi, SEM mampu memberikan informasi dalam skala atomik. SEM dilengkapi dengan sistem pencahayaan menggunakan radiasi elektron yang mempunyai daya pisah dalam ukuran 1 – 200 Angstrom, sehingga dapat difokuskan dalam bentuk titik yang sangat kecil atau dengan perbesaran 1.000.000 kali. SEM memiliki daya pisah dalam skala nano dengan kemampuan perbesaran sekitar 500.000 kali (Sembiring, 2007).

SEM mempunyai ketajaman gambar yang sangat tinggi dan mempunyai daya pisah sekitar 0,5 nm dengan perbesaran maksimum 500.000 kali. Kemampuan daya pisah ini disebabkan karena SEM menggunakan elektron sebagai sumber

radiasinya. Gambar yang dihasilkan adalah dalam bentuk gambar tiga dimensi dengan ketajaman yang sangat tinggi akibat adanya *high depth of field* (Brendon, 1991).

Pada prinsipnya SEM terdiri dari beberapa komponen yaitu kolom elektron (*electron coloum*), ruang sampel (*specimen chamber*), sistem pompa vakum (*vacuum pumping system*), kontrol elektronik dan sistem bayangan. Kolom elektron terdiri dari *elektron gun* dan beberapa lensa. Bagian dari *electron gun* adalah katoda (Nyono, 2008). Katoda berupa filamen berbentuk v, yang biasanya dibuat dari bahan tungsten dan lanthanum hexaboride, yang berfungsi sebagai penghasil elektron. Dengan aliran arus listrik bertegangan tinggi melalui filamen akan menimbulkan perbedaan potensial hingga 1000-30.000 eV, dan menghasilkan elektron. Berkas elektron (*electron beam*) yang dihasilkan selanjutnya akan melewati celah pelindung menuju anoda setelah difokuskan oleh sebuah lensa magnetik dan dua buah lensa kondenser (*condenser lens*) dan sebuah lensa objektif ke suatu titik untuk menghasilkan bayangan (Sembiring, 2007). Skematik kerja SEM ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Skema *Scanning Electron Microscopy*