

**PENGARUH VARIASI SUHU ANNEALING TERHADAP STRUKTUR
DAN UKURAN BUTIR SILIKA DARI ABU TONGKOL JAGUNG
MENGUNAKAN X-RAY DIFFRACTOMETER**

SKRIPSI

*Diajukan Kepada Tim Penguji Tugas Akhir Jurusan Fisika Sebagai Salah Satu
Persyaratan Guna Memperoleh Gelar Sarjana*



Oleh:

YOZA MONALISA

84166/2007

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG**

2012

PERSETUJUAN SKRIPSI

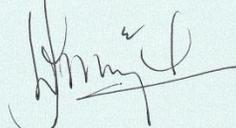
PENGARUH VARIASI SUHU *ANNEALING* TERHADAP STRUKTUR DAN UKURAN BUTIR SILIKA DARI ABU TONGKOL JAGUNG MENGUNAKAN X-RAY DIFFRACTOMETER

Nama : Yoza Monalisa
NIM : 84166
Program Studi : Fisika
Jurusan : Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 6 Juni 2012

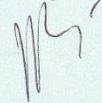
Disetujui Oleh

Pembimbing I



Dr. Djusmaini Djarnas, M.Si
NIP.19530309 198003 2 001

Pembimbing II



Dr. Ratnawulan, M.Si
NIP.19690120 199303 1 002

PENGESAHAN

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi
Program Studi Fisika Jurusan Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang

Judul : Pengaruh Variasi Suhu *Annealing* Terhadap Struktur dan Ukuran Butir Silika dari Abu Tongkol Jagung Menggunakan *X-Ray Diffractometer*

Nama : Yoza Monalisa

NIM : 84166

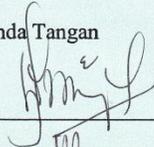
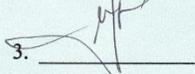
Program Studi : Fisika

Jurusan : Fisika

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 6 Juni 2012

Tim Penguji

	Nama	Tanda Tangan
1. Ketua	: Dr. Djusmaini Djamal, M.Si	1. 
2. Sekretaris	: Dr. Ratnawulan, M.Si	2. 
3. Anggota	: Dra. Syakbaniah, M.Si	3. 
4. Anggota	: Dra. Yenni Darvina, M.Si	4. 
5. Anggota	: Drs. Gusnedi, M.Si	5. 

SURAT PERYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak adaterdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang lazim.

Padang, 6 Juni 2012

Yang Menyatakan,




Yoza Monalisa

ABSTRAK

Yoza Monalisa : Pengaruh Variasi Suhu *Annealing* Terhadap Struktur dan Ukuran Butir Silika dari Abu Tongkol Jagung Menggunakan *X-Ray Diffractometer*

Perkembangan teknologi dan penggunaan silika pada industri semakin meningkat, terutama dalam penggunaan silika pada ukuran partikel yang kecil sampai skala mikron atau bahkan nanosilika. Semakin meningkatnya kebutuhan silika maka perlu dicari bahan alternatif lain yang dapat diperbaharui untuk menghasilkan silika. Salah satunya adalah tongkol jagung yang belum teroptimalkan. Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki struktur dan ukuran butir abu tongkol jagung.

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen dengan variable bebas berupa suhu *annealing* 1000⁰C dan 1100⁰ C dengan waktu penahanan 6 jam, variabel control berupa massa tongkol jagung, zat kimia, dan kertas saring yang digunakan. Sedangkan variabel terikat kadar silika dan ukuran kristal silika. Abu yang didapatkan dianalisis dengan metode gravimetri. Kemudian di *annealing* dengan suhu 1000⁰C dan 1100⁰ selama 1 jam akan diperoleh serbuk silika. Serbuk silika yang didapatkan diseliki dengan XRD untuk menentukan struktur kristalnya dan penentuan ukuran butir kristal dengan menggunakan Persamaan *Schherer*.

Setelah dilakukan pengumpulan data dan analisis data didapatkan struktur dari kristal silika adalah struktur kubik intan dengan parameter kisi (*a*) yaitu 7,01 Å. Ukuran butir kristal yang terkecil didapatkan pada suhu *annealing* 1100⁰C yaitu 11,38 nm dan ukuran ukuran butir kristal yang paling besar pada suhu *annealing* 1000⁰C yaitu 40,83 nm.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran ALLAH SWT dengan segala kemurahan limpahan rahmat dan karunianya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Shalawat dan salam kepada Nabi Muhammad SAW beserta para sahabat dan sahabiyah yang menjadi teladan utama untuk menjadi pribadi muslim sejati yang senantiasa dalam ridha-Nya. Mudah mudahan kita bisa bersama mereka kelak di surga-NYA, Amin ya Rabal'amin.

Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan perkuliahan dan memperoleh gelar sarjana Sains di Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam dengan judul **"Pengaruh Variasi Suhu *Annealing* Terhadap Struktur dan Ukuran Butir Silika dari Abu Tongkol Jagung Menggunakan X-Ray Diffractometer"**. Dalam proses pembuatan skripsi ini, penulis mendapat bantuan, bimbingan, dukungan serta arahan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih yang terhormat pada:

1. Ibu Dr. Hj. Djusmaini Djamas, M.Si, sebagai pembimbing 1 yang telah dengan ikhlas dan tulus memberikan arahan, nasehat dan bimbingan kepada penulis.
2. Ibu Dr. Hj. Ratnawulan, M.Si, sebagai pembimbing II dengan segala masukan dan bimbingan kepada penulis.

3. Ibu Dra. Yenni Darvina, M.Si, Dra. Syakbaniah, M.Si, dan Bapak Drs. Gusnedi, M. Si selaku tim pengguji dalam tugas akhir ini, yang telah memberikan saran dan masukan demi kesempurnaan tugas akhir ini.
4. Bapak Drs. Akmam, M.Si, selaku Ketua Jurusan Fisika FMIPA UNP.
5. Ibu Yurnita, selaku pembimbing di Laboratorium BARISTAND, Ulu Gadut.
6. Ibu Dra. Hidayati selaku Ketua Prodi Fisika Jurusan Fisika FMIPA, yang dengan sabar dan selalu meluangkan waktu untuk memberikan kemudahan dalam pengurusan hal-hal yang terkait dengan tugas akhir ini.
7. Bapak/Ibu Dosen staf pengajar di Jurusan Fisika
8. Kedua Orang Tua yang telah memberikan doa, dukungan, dan semangat.

Semoga bimbingan, arahan, motivasi serta kesempatan yang telah diberikan menjadi amal shaleh dan bernilai ibadah disisi Allah SWT. Penulis menyadari dalam penulisan Skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan dan kelemahan. Oleh karena itu penulis menerima segala kritikan dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan karya tulis ini. Semoga Skripsi ini bermanfaat bagi yang membutuhkan.

Padang, Agustus 2012

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang.....	1
B. Perumusan Masalah.....	5
C. Pembatasan Masalah.....	5
D. Pertanyaan Penelitian.....	5
E. Tujuan Penelitian.....	6
F. Manfaat Penelitian.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
A. Jagung.....	7
B. Abu Tongkol Jagung.....	10
C. Silika.....	11
D. Struktur Kristal	16

E. Metode Gravimetri.....	25
F. Difraksi Sinar X.....	28

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

A. Jenis Penelitian.....	33
B. Waktu dan Tempat Penelitian.....	33
C. Alat dan Bahan.....	33
D. Prosedur Penelitian.....	34
E. Teknik Pengumpula Data.....	39
F. Analisis Data.....	41

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Deskripsi Data.....	42
B. Analisis Data.....	46
C. Pembahasan.....	52

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan.....	55
B. Saran.....	55

DAFTAR PUSTAKA.....	56
----------------------------	-----------

LAMPIRAN.....	57
----------------------	-----------

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1 : Buah jagung.....	7
Gambar 2 : Tongkol jagung.....	8
Gambar 3 : Sudut ikatan Si-O-Si	13
Gambar 4 : Struktur padatan silikon dioksida.....	13
Gambar 5 : Bentuk unit Kristal SiO ₂ (kuarsa).....	14
Gambar 6 : Bentuk unit Kristal SiO ₂ (tridmid).....	15
Gambar 7 : Bentuk unit Kristal SiO ₂ (kristbalit).....	15
Gambar 8 : Titik kisi dalam Kristal.....	17
Gambar 9 : Satu unit sel dalam tiga dimensi.....	17
Gambar 10: Indeks Miller.....	20
Gambar 11: Perbandingan bidang hkl difraksi sinar-X dari material dengan struktur kubik berbeda.....	22
Gambar 12: Struktur Kubik Intan.....	25
Gambar 13: Struktur Ikatan tetrahedral pada intan.....	25
Gambar 14 : Skema tabung sinar X.....	29
Gambar 15 : <i>Hukum Bragg</i>	31
Gambar 16 : <i>Hot plate</i>	35
Gambar 17 : <i>Furnace</i>	37

Gambar 18. Proses pemisahan silika dari abu tongkol jagung dengan metode Gravimetric.....	38
Gambar 19. Difraktometer sinar-X <i>PHILIPS</i> tipe APD 3520.....	39
Gambar 20. Skema alat difraksi sinar X.....	41
Gambar 21: Grafik suhu <i>annealing</i> dengan waktu.....	42
Gambar 22 : Hasil XRD abu tongkol jagung pada suhu <i>annealing</i> 1000 ⁰ C.	45
Gambar 23 : Hasil XRD abu tongkol jagung pada suhu <i>annealing</i> 1100 ⁰ C.	46

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1 : Beberapa sifat fisis SiO ₂	12
Tabel 2 : Sistem kristal, parameter kisi, dan kisi bravais.....	18
Tabel 3: Data massa tongkol dan massa endapan silika pada variasi suhu <i>annealing</i> 1000 ⁰ C dan 1000 ⁰ C.....	44
Tabel 4 : Kandungan abu dalam tongkol jagung.....	47
Tabel 5 : Kadar silika dalam abu tongkol jagung.....	48
Tabel 6. Hasil analisis data XRD dari Silika Tongkol Jagung 1000 ⁰ C.....	49
Tabel 7. Hasil analisis data XRD dari Silika Tongkol Jagung 1100 ⁰ C.....	49
Tabel 8 : Ukuran butir kristal pada suhu <i>annealing</i> 1000 ⁰ C.....	50
Tabel 9 : Ukuran butir kristal pada suhu <i>annealing</i> 1100 ⁰ C.....	51

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1: Kadar Abu Dalam Tongkol Jagung.....	58
Lampiran 2: Kadar Silika dalam Abu Tongkol Jagung.....	61
Lampiran 3: Data Hasil XRD Abu Tongkol Jagung.....	64
Lampiran 4: Data Ukuran Butir Kristal Silika Abu Tongkol Jagung.....	66

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK) yang semakin pesat, tidak terlepas dari Sumber Daya Manusia (SDM) yang berkualitas. Hal itu terbukti dari banyaknya hasil penemuan baru yang dimanfaatkan pada berbagai aspek kehidupan. Salah satu dari aspek kehidupan yang sangat memperlihatkan perkembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi tersebut adalah pada perkembangan komponen-komponen elektronika. Diciptakannya berbagai komponen elektronika dengan struktur yang semakin lama semakin kecil, namun kemampuan yang dihasilkan semakin besar. Diantara komponen elektronika yang mengalami perkembangan cukup signifikan yaitu IC merupakan komponen elektronika yang hampir digunakan pada setiap alat elektronik.

Dalam proses pembuatan IC menggunakan berbagai macam unsur kimia, salah satu unsur yang banyak digunakan adalah Silikon Dioksida (SiO_2). Silikon dioksida (SiO_2) merupakan bahan dielektrik yang sangat baik, bahan ini bersifat stabil secara kimia dan mempunyai karakteristik insulator listrik yang baik, sehingga SiO_2 banyak digunakan dalam proses pembuatan IC. Penggunaan SiO_2 dalam proses pembuatan IC diantaranya adalah sebagai lapisan isolasi pada struktur *Metal Oxide Semiconductor* (MOS), *intermetal dielectric*, *passivation layer*, dan masking untuk proses difusi dan implantasi.

Saat ini dengan perkembangan teknologi mulai banyak aplikasi penggunaan silika pada industri semakin meningkat terutama dalam penggunaan silika pada ukuran partikel yang kecil sampai skala mikron atau bahkan nanosilika. Kondisi ukuran partikel bahan baku yang diperkecil membuat produk memiliki sifat yang berbeda yang dapat meningkatkan kualitas. Sebagai salah satu contoh silika dengan ukuran mikron banyak diaplikasikan dalam material bangunan, yaitu sebagai bahan campuran pada beton. Rongga yang kosong di antara partikel semen akan diisi oleh mikrosilika sehingga berfungsi sebagai bahan penguat beton dan meningkatkan daya tahan (*durability*) (Meylina, 2009).

Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi, desakan persaingan perdagangan dan rumitnya bahan-bahan modern maka memacu perkembangan bahan. Agar penggunaannya dapat dilakukan seefisien mungkin diperlukan pengertian mendasar mengenai kekuatan dan keterbatasannya. Untuk dapat menggunakan bahan dengan tepat, maka harus dikenali sifat-sifat bahan yang akan dipilih atau dipergunakan. Perlu diketahui bahwa sifat bahan diperoleh dari hasil interaksi antar atom bahan, perilaku gugus-gugus atom tersebut (yang mungkin mempunyai struktur kristalin yang teratur), atribut yang berkaitan dengan gabungan gugus-gugus atom tersebut. Selain itu fasa bahan perlu dipelajari karena berkaitan erat dengan dengan sifat-sifat seperti kekuatan, keuletan, dan lain-lain.

Untuk menentukan karakter struktural material, diperlukan pendekatan yang umum diambil yaitu meneliti material dengan berkas radiasi atau partikel dengan energi tinggi. *Scanning Electron Microscope* (SEM) dikembangkan untuk

mempelajari secara langsung struktur permukaan, struktur mikro, dan morfologi bahan. Disamping SEM metode difraksi juga memegang peranan penting untuk analisis padatan kristalin, misalnya seperti susunan berbagai jenis atom, kehadiran cacat, orientasi dan ukuran Kristal. Untuk mengetahui sifat bahan ini, perlu dibahas struktur atom, struktur butir, dan struktur kristalin. Informasi mengenai struktur kristalin bisa didapatkan dengan menggunakan *X-Ray Diffractometer*.

Pada penelitian ini akan dicoba untuk menentukan struktur dan ukuran butir kristal abu silika tongkol jagung dengan menggunakan *X-Ray Diffractometer*. Penelitian menggunakan tongkol jagung dilakukan, karena tongkol jagung merupakan limbah berlignoselulosa yang memiliki potensi untuk pengembangan produk masa depan. Seringkali limbah yang tidak tertangani akan menimbulkan pencemaran lingkungan. Pada dasarnya limbah tidak memiliki nilai ekonomi, bahkan mungkin bernilai negatif karena memerlukan biaya penanganan. Namun demikian, limbah lignoselulosa sebagai bahan organik memiliki potensi besar sebagai bahan baku industri pangan, minuman, pakan, kertas, tekstil, dan kompos.

Fraksinasi limbah ini menjadi komponen penyusun yang akan meningkatkan daya gunanya dalam berbagai industri. Lignoselulosa terdiri atas tiga komponen fraksi serat, yaitu selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Dari ketiga komponen tersebut, selulosa merupakan komponen yang sudah dimanfaatkan untuk industri kertas, sedangkan hemiselulosa belum banyak dimanfaatkan. Dari kandungan serat yang cukup tinggi inilah diperkirakan abu sisa pembakaran tongkol jagung mengandung silika yang cukup tinggi pula sehingga dapat dimanfaatkan sebagai

bahan dasar pembuatan IC dan juga membantu pemerintah dalam menanggulangi limbah pertanian.

Jagung merupakan tanaman palawija utama sebagai bahan pangan nasional dan kontribusinya meningkat sesuai dengan pertumbuhan penduduk, usaha peternakan dan berkembangnya industri olahan berbahan baku jagung. Jagung salah satu komoditas unggulan Sumatera Barat. Di Sumatera Barat, Pasaman Barat memberikan kontribusi 49 % produksi jagung (Mawardi, 2005).

Berdasarkan penelitian Berty Yoshita Putri (2011), temperatur digunakan adalah 650⁰C dan 850⁰C dengan waktu penahanan 6 jam. Melanjutkan penelitian sebelumnya peneliti mencoba menentukan struktur dan ukuran butir kristal silika dari abu tongkol jagung dengan suhu 800⁰C dengan waktu penahanan 6 jam. Bertolak dari penelitian sebelumnya dengan waktu penahanan 6 jam didapatkan kadar silika tertinggi.

Tongkol jagung ini belum banyak dimanfaatkan baik dalam penelitian maupun dalam pemanfaatan limbahnya. Oleh karena itu, diperlukan adanya penelitian lebih lanjut mengenai strukturnya serta kemungkinan aplikasinya Oleh sebab itu penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan menggunakan tongkol jagung yang berasal dari Pasaman Barat, Sumatera Barat dengan judul'' Pengaruh Variasi Suhu *Anneling* Terhadap Struktur dan Ukuran Butir Silika Dari Abu Tongkol Jagung Menggunakan *X-Ray Diffractometer*''.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dikemukakan di atas, maka dapat dirumuskan masalah dari penelitian ini yaitu Bagaimana pengaruh variasi suhu aneling terhadap struktur dan ukuran butir silika abu tongkol jagung menggunakan *X-Ray Diffractometer*.

C. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Tongkol jagung yang digunakan adalah jagung muda yang berasal dari Kab. Pasaman Barat, Sumatera Barat.
2. Pembakaran tongkol jagung dapat dilakukan dengan *furnace* dengan variasi suhu aneling 1000⁰C dan 1100⁰C dengan waktu penahanan 6 jam.
3. Metode yang digunakan untuk menentukan struktur dan ukuran butir abu tongkol jagung dengan menggunakan *X-Ray Diffractometer*.

D. Pertanyaan Penelitian

Untuk dapat mengetahui arah penelitian, penulis membuat pertanyaan mengenai penelitian yang akan dilakukan, adapun pertanyaannya adalah Bagaimana pengaruh variasi suhu *annealing* terhadap struktur dan ukuran butir abu tongkol jagung menggunakan *X-Ray Diffractometer*.

E. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi suhu *annealing* terhadap struktur dan ukuran butir abu tongkol jagung menggunakan *X-Ray Diffractometer*.

F. Manfaat Penelitian

Dari hasil penelitian ini diharapkan akan memberikan manfaat yaitu:

1. Dalam ilmu pengetahuan, dapat memanfaatkan limbah tongkol jagung sebagai bahan alternatif menghasilkan silika.
2. Sebagai referensi bagi peneliti selanjutnya yang tertarik untuk melanjutkan dan mengembangkan penelitian tentang silika tongkol jagung.
3. Sebagai salah satu syarat bagi penulis untuk menyelesaikan program sarjana Fisika di Jurusan Fisika Universitas Negeri Padang.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Jagung

Jagung (*Zea mays* L) adalah tanaman semusim dan termasuk jenis rumputan (*graminae*) yang mempunyai batang tunggal, meski terdapat kemungkinan munculnya cabang anakan pada beberapa genotipe dan lingkungan tertentu. Batang jagung terdiri atas buku dan ruas. Daun jagung tumbuh pada setiap buku, berhadapan satu sama lain. Bunga jantan terletak pada bagian terpisah pada satu tanaman sehingga lazim terjadi penyerbukan silang (Nuning Argo Subakti, 2007).



Gambar 1. Buah Jagung (<http://seojoss.blogspot.com>)

Bagian-bagian dari tanaman jagung:

a. Akar jagung

Akar jagung tergolong akar serabut, pada tanaman yang sudah cukup dewasa muncul akar adventif dari buku-buku batang bagian bawah yang membantu menyangga tegaknya tanaman.

b. Daun jagung

Daun jagung bentuknya memanjang, antara pelepah dan helai daun terdapat ligula. Tulang daun sejajar dengan ibu tulang daun. Struktur ini berperan penting dalam respon tanaman menanggapi defisit air pada sel-sel daun.

c. Tongkol jagung

Tongkol jagung merupakan bagian dari buah jagung yang telah diambil bijinya sehingga merupakan limbah padat karena tongkol jagung tidak dapat dikonsumsi. Tongkol jagung ialah tempat pembentukan lembaga dan gudang penyimpanan makanan untuk pembentukan biji serta merupakan modifikasi dari cabang. Tongkol mulai berkembang pada ruas-ruas batang. Tongkol utama umumnya terdapat pada ruas batang keenam sampai kedelapan dari atas. Ruas-ruas di bawah biasanya terdapat 5-7 tongkol yang berkembang secara tidak sempurna (Koswara 1987). Tongkol jagung dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Tongkol jagung

Menurut Maynard dan Loosli (1993) komposisi kimia tongkol jagung terdiri atas 35% serat, 2,5% protein, 0,12% kalsium, 0,04% fosfor, dan zat-zat lainnya sebesar 38,16%. Tongkol jagung mengandung lignoselulosa yang terdiri atas lignin (16%), selulosa (40%) dan hemiselulosa (36%). Limbah jagung terutama

tongkol memiliki kandungan lignin dan silika didalam tongkol jagung cukup tinggi yakni 20,4 % (Hartadi at al. (1981) dalam Sirappa, 2003).

Tongkol jagung dapat digunakan sebagai substrat pada fermentasi enzim selulase dengan bantuan mikroorganisme seperti *Aspergillus niger*. Enzim selulase berguna untuk proses hidrolisis selulosa menjadi glukosa secara enzimatik. Glukosa dapat digunakan untuk fermentasi dan menjadi etanol yang dikenal sebagai bioetanol. Tongkol jagung juga sangat berpeluang digunakan sebagai bahan bakar alternatif, termasuk untuk pengeringan. (Ayliaawaty dan Ery, 1985).

d. Batang jagung

Secara fisik batang jagung berdiri tegak dan mudah terlihat, sebagaimana sorgum dan tebu, namun tidak seperti padi atau gandum. Pada jagung terdapat mutan batangnya tidak tumbuh pesat sehingga tanaman berbentuk roset. Batang jagung beruas dan tidak bercabang serta tidak dapat tumbuh membesar karena jagung termasuk tumbuhan monokotil, dimana ciri batang tumbuhan monokotil tidak berkambium. Jika batang itu dipotong secara melintang, akan terlihat ikatan pembuluh angkut dan pembuluh tapis yang letaknya tidak beraturan. Batang yang beruas-ruas terbungkus oleh pelepah daun yang muncul dari buku. Batang jagung cukup kokoh namun tidak banyak mengandung selulosa, hemi selulosa dan zat ekstraktif lainnya (Syachry, 1985).

B. Abu Tongkol Jagung

a. Defenisi Abu Tongkol Jagung

Abu tongkol jagung adalah zat organik hasil pembakaran tongkol jagung yang terdiri dari garam-garam inorganik. Berdasarkan Litbang Deptan kadar abu yang dihasilkan dari pengarangan tongkol jagung adalah 1,49 %. Untuk menghitung kadar abu tongkol jagung dapat digunakan Persamaan (1):

$$KA = \frac{M \text{ setelah dibakar}}{M \text{ sebelum di bakar}} \times 100 \% \quad (1)$$

Keterangan;

KA = kadar abu

M = Massa tongkol jagung

b. Proses Pembentukan Abu

Proses pembentukan abu tongkol jagung terdiri dari tiga proses yaitu:

1) Proses pengeringan

Pengeringan dilakukan dengan cara menjemur tongkol jagung di bawah terik matahari selama beberapa hari sampai tongkol jagung kering. Tujuannya untuk mengeliminasi kandungan air dalam bahan dengan menguapkan air dalam dari permukaan bahan. Adanya sisa kandungan air dalam tongkol jagung dapat

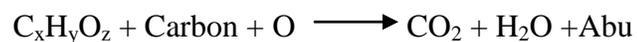
menghalangi proses difusi komponen-komponen kimia dalam yang terkandung dalam bahan saat dipanaskan.

2) Proses Pengarangan

Pengarangan tongkol jagung dilakukan diatas penangas uap dengan suhu $\pm 100^{\circ}\text{C}$ hingga tongkol jagung menjadi arang.

3) Proses pembakaran

Pembakaran tongkol jagung berlangsung di dalam *Furnace* dengan dua proses yaitu: proses pembentukan karbon dan proses menjadi abu. Pada saat pembakaran tongkol jagung, semua komponen organik diubah menjadi CO_2 dan H_2O dengan meninggalkan abu yang merupakan komponen anorganik dengan mengikuti reaksi:



Pada penelitian ini pembakaran tongkol jagung dilakukan pada suhu 800°C dengan waktu penahanan 6 jam, karna pada penelitian sebelumnya Berty Yosita Putri yang mendapatkan persentase silica tertinggi pada suhu 850°C . Kemudian dianneling dengan veriasi suhu 1000°C dan 1500°C .

C. Silika (SiO_2)

Silikon Dioksida (SiO_2) merupakan unsur kedua paling berlimpah di bumi setelah oksigen yaitu mencakup 25,7 % dari kandungan kerak bumi. Silikon di kulit bumi terdapat dalam bentuk silikat dan silikon dioksida (silika). Bentuk

silikon dioksida dapat ditemukan pada pasir, kuarsa dan serbuk batuan (Tanti, 2011).

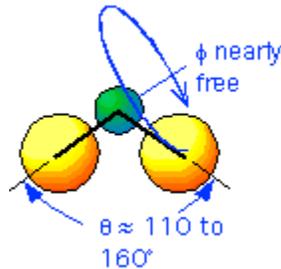
Silikon dioksida (SiO_2) umumnya ditemukan di alam dalam batu pasir, pasir silika atau quartzite. Zat ini merupakan material dasar pembuatan kaca dan keramik. Keberadaanya bisa dalam bentuk amorf dan kristal. Ada tiga bentuk kristal silika, yaitu quartz, tridymite, cristobalite. Berikut adalah beberapa sifat fisis SiO_2 yaitu yang terdapat pada Tabel 1:

Tabel 1. Beberapa Sifat Fisis SiO_2

No	Sifat Fisis	Kadar
1	Massa Molekul	60,08 gr/mol
2	Titik didih	2230 $^{\circ}\text{C}$
3	Titik Beku	1650 $^{\circ}\text{C}$
4	Densitas	2,2 g/cm ³
5	Kelarutan dalam air	0,012g/100 ml

Silikon dioksida (SiO_2) merupakan senyawa yang umum ditemui dalam kehidupan sehari-hari dan banyak digunakan sebagai bahan baku industri elektronik. Sudut ikatan di sekitar O-Si-O merupakan sudut tetrahedral yaitu sebesar 109° . Silikon dioksida memiliki ikatan yang disebut “jembatan” oksigen yang terdapat diantara atom silikon, hal inilah yang memberikan sifat unik pada silikon dioksida. Sudut ikatan pada Si-O-Si sekitar 145° , tetapi nilai ini sangat

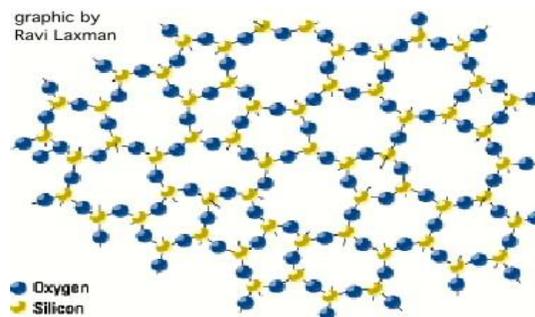
bervariasi antara $100-170^{\circ}$ yang dipengaruhi oleh perubahan energi ikatan, Sehingga sangat memungkinkan terjadinya rotasi ikatan secara bebas.



Gambar 3. Sudut Ikatan Si-O-Si

(Risa Rahmawati ,www.est-www.nrl.navy.mil/lattice/struk/KSiO2.html)

Cara yang cukup mudah untuk mengamati struktur SiO_2 (Gambar 4) adalah dengan menggunakan model Zachariesen-Warren. Struktur SiO_2 terbentuk melalui kelompok-kelompok SiO_4 yang saling berikatan melalui atom oksigen pada sudut-sudut tetrahedralnya, ikatan ini dapat terbentuk dalam berbagai variasi sudut.



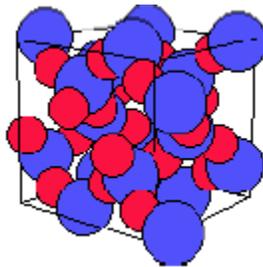
Gambar 4. Struktur Padatan Silikon Dioksida

(Risa Rahmawati ,www.est-www.nrl.navy.mil/lattice/struk/KSiO2.html)

Variasi sudut yang terbentuk sangat memungkinkan terbentuknya struktur kristalin yang berbeda-beda pada silikon dioksida, dan dapat dengan mudah membentuk struktur amorfous. Silikon dioksida memiliki 35 bentuk kristalin dengan berbagai kerapatan yang berbeda-beda (17 sampai 43 unit SiO_2 per 100 \AA^3). Beberapa bentuk kristalin dari silikon dioksida:

a. Kuarsa

Kuarsa dengan kerapatan $2,648 \text{ gr/cm}^3$ terdapat dalam batuan kristal tidak berwarna dan tembus cahaya yang digunakan sebagai mutiara. Pasir terdiri dari kuarsa dimana sisa yang tidak berubah setelah kerusakan akibat cuaca dan dihancurkan dengan bantuan air. Kuarsa terbentuk pada temperatur sampai 870°C . Bentuk unit kristal SiO_2 (kuarsa) dapat dilihat pada Gambar 5.



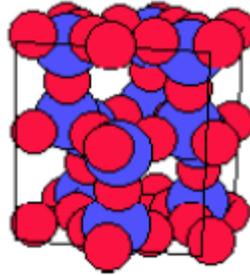
Gambar 5 : Bentuk unit kristal SiO_2 (kuarsa)

(Risa Rahmawati ,www.est-www.nrl.navy.mil/lattice/struk/KSiO2.html)

b. Tridimit

Tridimit dengan kerapatan $2,26 \text{ gr/cm}^3$ sangat jarang ditemukan dibandingkan dengan kuarsa. Biasanya kristalnya berbentuk heksagonal

(Gambar 6) dalam batuan dan berbentuk heksagonal dalam magma dan lava. Tridimit terbentuk pada temperatur 870-1470⁰C.

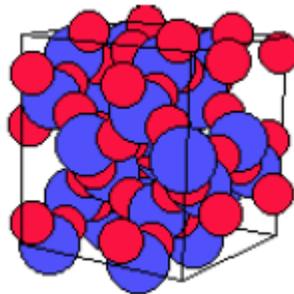


Gambar 6: Bentuk unit kristal SiO₂ (tridimit)

(Risa Rahmawati ,www.est-www.nrl.navy.mil/lattice/struk/KSiO2.html)

c. Kristobalit

Kristobalit seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7, berada dalam bentuk kubus, kerapatan 2,32 gr/cm³ yang ditemukan dalam batuan vulkano dan meteorit. Kristobalit terbentuk dengan pemanasan bubuk silika gelas pada temperatur 1500⁰C (Risa Rahmawati,2008).



Gambar 7: Bentuk unit kristal SiO₂ (kristobalit)

(Risa Rahmawati ,www.est-www.nrl.navy.mil/lattice/struk/KSiO2.html)

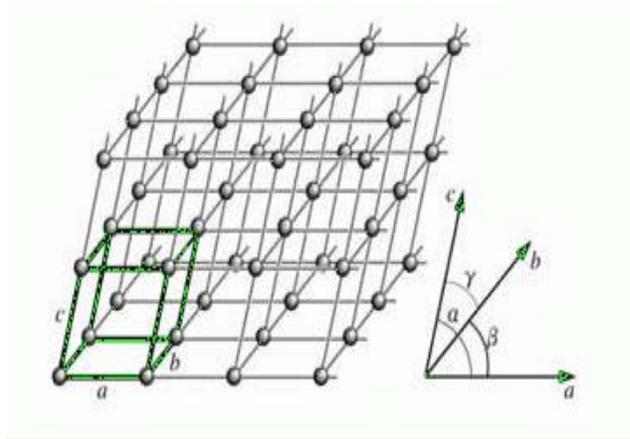
Pada penelitian ini akan dihasilkan silika dalam bentuk kristalin karena abu tongkol jagung yang diperoleh setelah pembakaran 800°C pada masing-masing waktu pembakaran 6 jam akan diproses menggunakan metode gravimetri. Dari hasil proses tersebut dihasilkan endapan yang kemudian dipijarkan pada variasi suhu 1000°C dan 1100°C . Pada temperatur 1000°C dan 1100°C ini silika akan berbentuk kristalin. Semakin tinggi suhu maka akan didapatkan silika lebih kristalin dengan intensitas lebih tinggi (Berty Yoshita Putri, 2011).

D. Struktur Kristal

Kristal adalah suatu padatan yang atom, molekul, atau ion penyusunnya terkemas secara teratur dan polanya berulang melebar secara tiga dimensi. Zat padat dikatakan berstruktur kristal jika atom-atom penyusunnya tertata secara teratur dan periodik.

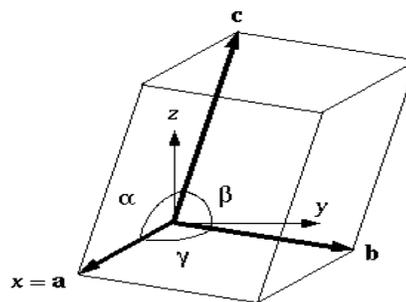
a. Titik kisi

Suatu kumpulan titik-titik yang dibentuk memiliki sifat-sifat yang tertentu merupakan titik-titik kisi yang didefinisikan sebagai suatu titik-titik dalam ruang yang sedemikian rupa susunannya sehingga setiap titik dikelilingi oleh tetangga yang identik. Dengan keidentikannya ini jika ditinjau dari suatu titik kisi, akan memiliki penampilan yang sama bila dipandang dari arah yang samadari beberapa titik kisi yang lain. Gambar titik kisi ditunjukkan pada Gambar 8 (Ibnu Suud, 2003)



Gambar 8: Titik kisi dalam kristal

Ukuran dan bentuk unit sel dapat digambarkan dengan tiga vektor a , b , c yang ditarik dari salah satu sudut sel. Vektor-vektor ini membatasi sel dan disebut “sumbu-sumbu struktur” unit sel, dapat digambarkan dalam panjang (a , b , dan c) dan sudut-sudut diantaranya (alfa, beta, gama). Panjang dan sudut-sudut ini disebut konstanta kisi atau parameter kisi. Seperti pada Gambar 9 .



Gambar 9: Satu unit sel dalam tiga dimensi

(Sudaryatno S, Ning Utari, Mengenal Sifat-Sifat

Material <http://materialcerdas.wordpress.com>)

Kisi ruang (*space lattice*) adalah susunan titik-titik dalam ruang tiga dimensi

di mana setiap titik memiliki lingkungan yang serupa. Titik dengan lingkungan yang serupa itu disebut simpul kisi (lattice points). Simpul kisi dapat disusun hanya dalam 14 susunan yang berbeda, yang disebut kisi-kisi Bravais (pada Tabel 3).

Tabel 2. Sistem kristal, parameter kisi dan kisi bravais (RK Puri, 2001)

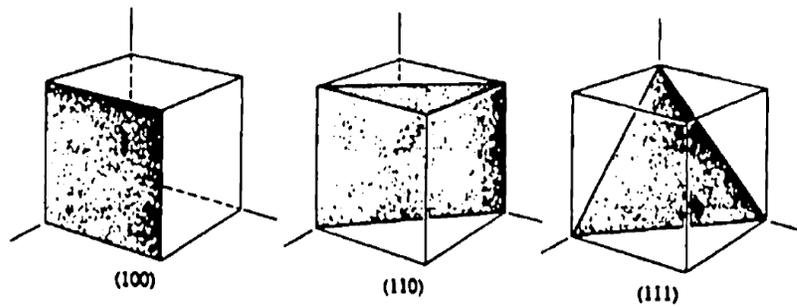
No	Sistem Kristal	Parameter kisi	Kisi Bravais
1	Kubus	$a = b = c$ $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$	Simple Body-centered Face-centered
2	Tetragonal	$a = b \neq c$ $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$	Simple Body-centered
3	Ortorombik	$a \neq b \neq c$ $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$	Simple Body-centered Base-centered Face-centered
4	Rombohedral/Trigonal	$a = b = c$ $\alpha = \beta = \gamma \neq 90^\circ$	Simple
5	Hexagonal	$a = b \neq c$ $\alpha = \beta = 90^\circ, \gamma = 120^\circ$	Simple

6	Monoklinik	$a \neq b \neq c$ $\alpha = \gamma = 90^\circ, \neq \beta$	Simple Body-centered
7	Triklinik	$a \neq b \neq c$ $\alpha \neq \beta \neq \gamma \neq 90^\circ$	Simple

Jika atom-atom dalam kristal membentuk susunan teratur yang berulang maka atom-atom dalam kristal haruslah tersusun dalam salah satu dari 14 bentuk kisi-kisi tersebut . Perlu dicatat bahwa setiap simpul kisi bisa ditempati oleh lebih dari satu atom, dan atom atau kelompok atom yang menempati tiap-tiap simpul kisi haruslah identik dan memiliki orientasi sama sesuai dengan pengertian simpul kisi (Sudaryatno S, Ning Utari, 2010).

b. Bidang Kristal

Suatu kristal mempunyai bidang-bidang atom. Bidang-bidang atom ini mempengaruhi sifat dan perilaku bahan. Jadi sangat peting seakli bila kita mengenali berbagai bidang dalam kristal. Bidang kisi yang paling mudah digambarkan adalah bidang-bidang yang membatasi sel satuan disamping bidang lainnya.



Gambar 10. Indeks Miller

Bidang-bidang ini diberi tanda (100), (110), (111), bilangan pada tanda kurung (hkl) disebut *indeks Miller*. Bidang berwarna gelap pada Gambar 10 dapat digunakan untuk penentuan indeks (hkl). Indeks Miller adalah kebalikan dari perpotongan suatu bidang dengan ketiga sumbu, dinyatakan dalam bilangan utuh bukan pecahan atau kelipatan bersama (Vanvlack, 1995).

3. Menentukan Konstanta Kisi

Nilai konstanta kisi dapat diperoleh dari Persamaan *Bragg*:

$$n \cdot \lambda = 2 \cdot d_{hkl} \cdot \sin \theta \quad (2)$$

Untuk menentukan sistem struktur kubus, hubungan antara bidang kristal d_{hkl} dengan konstanta kisi a adalah

$$\frac{1}{d} = \frac{h^2 + k^2 + l^2}{a} \quad (3)$$

Gabungan dari kedua Persamaan diatas dapat diperoleh:

$$a^2 = \frac{\lambda^2}{4 \sin^2 \theta} (h^2 + k^2 + l^2) \quad (5)$$

atau

$$a = \frac{\lambda}{2 \sin \theta} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2} \quad (6)$$

Dimana :

a = konstanta kisi

hkl = indeks bidang kristal

c = kontanta kisi

Kisi Bravais dapat dengan mudah diidentifikasi dengan cara memeriksa keberadaan beberapa puncak difraksi. Semua nilai hkl yang dibolehkan pada sistem kubus sederhana, hanya nilai $h+k+l = \text{genap}$ yang dibolehkan pada kuus pusat badan dan semua nilai hkl harus genap atau ganjil semua untuk kubus pusat muka. Dengan demikian nilai-nilai $h^2 + k^2 + l^2$ yang diperbolehkan pada sistem kubus adalah:

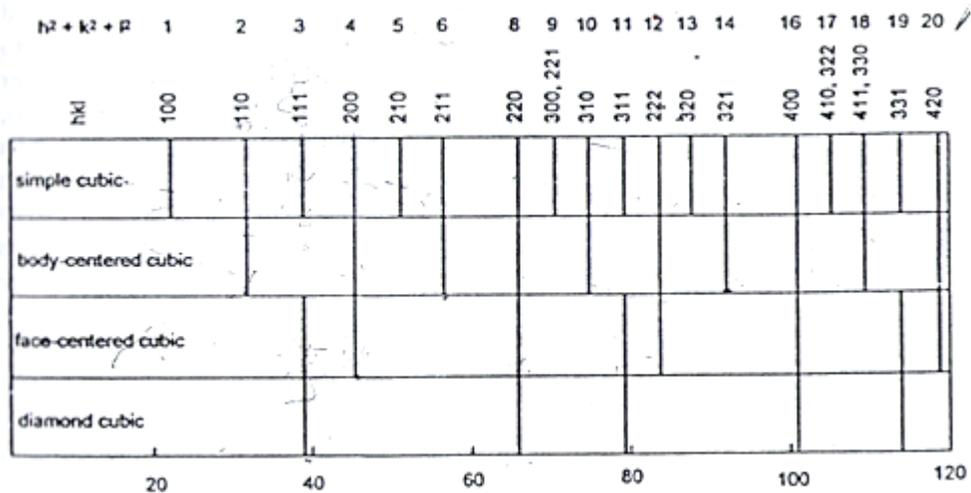
Kubus sederhana : 1 2 3 4 5 6 8 9 10,...

Kubus pusat badan: 2 4 5 8 10 12 14 16,...

Kubus pusat muka : 3 4 8 11 12 16 19 20,...

Struktur intan: 3 8 11 16 19,...

Perbandingan untuk keempat stuktur kristal diatas dapat dilihat pada Gambar 11 berikut.



Gambar 11: Perbandingan bidang hkl difraksi sinar-X dari material dengan struktur kubik berbeda (C. Suryanarayana, 1998)

Jika $\frac{\lambda^2}{4a^2}$ dinamakan A dan karena $h^2 + k^2 + l^2$ yang diperbolehkan untuk system

kubus adalah 1 2 3 4 5 6 8 9 10,...maka jika nilai $\sin^2\theta$ untuk semua puncak difraksi dibagi dengan bilangan 2 3 4 5 6 8... akan didapatkan hasil-hasil bagi salah satu diantaranya akan bernilai sama, yaitu A untuk semua puncak. Dari nilai ini dapatlah dengan mudah dihitung konstanta kisi kubus:

$$a = \frac{\lambda}{2\sqrt{A}} \quad (7)$$

4. Menentukan FWHM

FWHM merupakan parameter yang biasa digunakan untuk menghitung lebar bukit dari sebuah kurva dengan cara menentukan jarak antara dua titik yang telah memiliki nilai setengah dari nilai maksimal kurva. Semakin tinggi puncak difraksi maka nilai dari FWHM semakin kecil. Nilai FWHM yang dihasilkan

dapat digunakan untuk menghitung nilai ukuran butir yaitu dengan mengubah nilai FWHM ke dalam radian.

5. Menentukan Ukuran Butir

Batas butir adalah batas dua struktur kristalografi dari kristal. Paduan umumnya memiliki banyak kristal yang dapat diamati dengan mikroskop. Semua butir memiliki struktur kristal dan komposisi yang sama, perbedaan terletak pada orientasi yang mengakibatkan terjadinya batas kristal atau lebih umum disebut batas butir. Susunan atom pada batas butir sangat tidak beraturan bila dibandingkan dengan susunan atom dalam butir. Tampakkan foto mikro 2 dimensi dari batas butir adalah sejumlah garis, tetapi dalam kenyataannya, batas butir merupakan permukaan antar kristal. Pergerakan atom sepanjang batas butir lebih cepat dibandingkan pergerakan atom melalui susunan kristal. Bila dilakukan etsa, batas butir terserang lebih cepat oleh larutan asam dan meninggalkan jejak dangkal pada batas butir.

Batas butir sudut besar mempunyai energi permukaan yang tinggi, dengan energi yang tinggi ini, batas butir merupakan preferensial untuk untuk reaksi bahan padat (*solid state reactions*) seperti difusi, transformasi fasa, dan reaksi pengendapan. Energi tinggi dari batas butir biasanya mengakibatkan konsentrasi atom larut yang lebih tinggi diperbatasan daripada dalam butir.

Pada penelitian ini untuk mengetahui struktur kristal yang terbentuk sampel diuji dengan menggunakan difraksi sinar X. Perhitungan ukuran kristal menggunakan Persamaan Scherer :

$$D = \frac{0,9 \lambda}{B \cos \theta} \quad (8)$$

Keterangan;

D: ukuran kristal

B: lebar setengah puncak maksimum (radian)

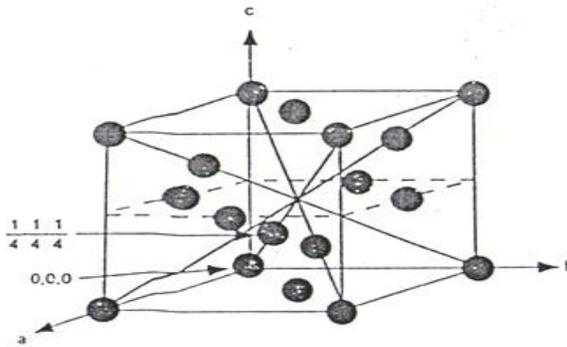
λ : panjang gelombang sinar X

θ : sudut Bragg pada puncak difraksi.

Ukuran butir kristal dengan penambahan temperatur ada yang meningkat dan ada juga menurun

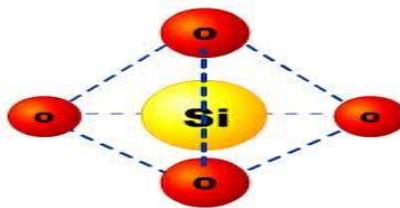
6. Struktur Kubik Intan

Unsur yang memiliki stuktur intan diantaranya adalah Ge, Si, Sn, dan banyak stuktur semikonduktor seperti ini. Struktur dasar unit selnya kubus berpusat muka (fcc), ditambah empat atom ynag berada di dalam unit selnya masing-masing pada jarak $\frac{1}{4}$ diagonal dalam ruang dan empat titik sudutnya sepanjang diagonal ruang. Jadi ada delapan atom setiap unit sel. Pada struktur ini atom-atomnya berada pada posisi-posisi : $(0\ 0\ 0)$, $(0\ \frac{1}{2}\ \frac{1}{2})$, $(\frac{1}{2}\ 0\ \frac{1}{2})$, $(\frac{1}{2}\ \frac{1}{2}\ 0)$, $(\frac{1}{4}\ \frac{1}{4}\ \frac{1}{4})$, $(\frac{1}{4}\ \frac{3}{4}\ \frac{3}{4})$, $(\frac{3}{4}\ \frac{1}{4}\ \frac{3}{4})$, $(\frac{3}{4}\ \frac{3}{4}\ \frac{1}{4})$. Strukturnya dapat dilihat pada Gambar 12 . Tiap-tiap atom memiliki empat tetangga terdekat pertama, dan dua belas tetangga terdekat kedua.



Gambar 12: Struktur Kubik Intan (C. Suryanarayanan, 1998)

Pada struktur intan ini ternyata tiap sub-unit sel merupakan ikatan tetrahedral. Tiap atom subunit sel ini berikatan dengan dua pasang atom sudut pada posisi yang berlawanan. Jadi pada stuktur intan ini, tiap atom hanya memiliki empat atom tetangga terdekat, jadi bilangan koordinasinya adalah empat seperti Gambar 13 (Nyoman Suwitra, 1999).



Gambar 13: Ikatan tetrahedral pada intan

E. Metode Gravimetri

Analisis gravimetri adalah analisis kimia secara kuantitatif berdasarkan proses pemisahan dan penimbangan suatu unsur atau senyawa sehingga didapatkan zat dalam bentuk yang lebih murni. Hal yang harus diperhatikan

dalam analisis zat yaitu penentuan kadar zat berdasarkan pengukuran berat unsur yang dapat dilakukan dengan berbagai metode sebagai berikut:

1. Metode pengendapan

Isolasi endapan sukar larut dari suatu komposisi yang tidak diketahui.

2. Metode penguapan

Larutan yang mengandung analit terlebih dahulu di uapkan, kemudian dilakukan penimbangan dan selanjutnya menghitung berapa berat zat yang hilang. Perhitungan gravimetri merupakan perluasan dari perhitungan stoikhiometri. Faktor stoikhiometri dihitung berdasarkan jumlah (mol) analit yang terdapat pada bahan yang ditimbang, sedangkan faktor gravimetri adalah jumlah (mol) analit dalam bentuk zat yang ditimbang dikalikan dengan bobot formula analit.

Faktor gravimetri (faktor kimia) adalah jumlah gram analit dalam 1 gram endapan.

$$\text{Faktor gravimetri} = \frac{A}{B} \quad (9)$$

A = Ar atau Mr zat yang dicari

B = Mr zat mula-mula

Langkah yang dapat dilakukan adalah:

- a. Sampel ditimbang terlebih dahulu, kemudian dilakukan proses terhadap sampel sampai didapatkan endapan yang lebih murni yang dapat diukur.
- b. Melakukan perhitungan terhadap kadar zat dengan cara sebagai berikut:

$$\text{Kadar zat (\%)} = \frac{A}{B} \times 100 \% \quad (10)$$

A = Kadar zat yang dicari

B = Berat sampel mula-mula

Untuk mendapatkan endapan murni sifat endapan yang diperoleh haruslah:

- a. Mempunyai endapan rendah
- b. Mudah dilakukan rekovery melalui filtrasi
- c. Tidak bereaksi dengan air, udara dan yang lainnya.

Langkah-langkah yang harus diperhatikan dalam analisis gravimetri:

- a. Penambahan pereaksi pengendap

Sebagai pereaksi pengendap dapat digunakan senyawa anorganik atau senyawa organik tetapi dipilih yang spesifik dan mudah menguap agar zat tidak hilang waktu dilakukan pencucian.

- b. Pembentukan endapan yang utama dalam analisis gravimetri adalah pembentukan endapan yang murni dan mudah disaring.
- c. Peptisasi

Proses melarutnya endapan menjadi koloid. Pada waktu endapan dicuci, akan ada endapan yang larut sehingga endapan akan kembali menjadi koloid. Akibatnya pada waktu disaring ada endapan yang lolos dari kertas saring.

d. Penyaringan endapan

Penyaringan endapan dapat dilakukan dengan kertas saring yang sangat rendah kadar abunya (kertas saring bebas abu).

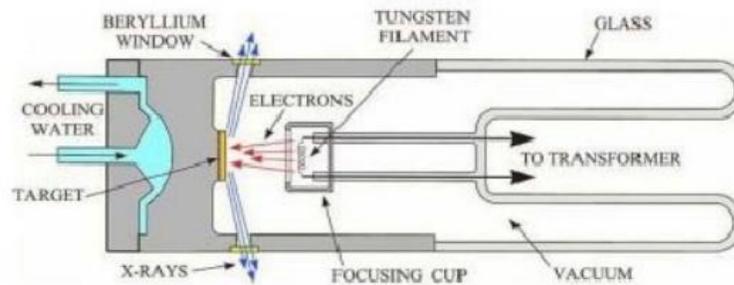
F. Difraksi Sinar X

1. Sinar X

Sinar X adalah radiasi elektromagnetik yang memiliki energi tinggi sekitar 200 eV sampai 1 MeV dengan panjang gelombang 0,5-2,5 Å. Spektrum sinar X memiliki panjang gelombang 5 – 10 nm, berfrekuensi 10¹⁷ – 10²⁰ Hz dan memiliki energy 10³ – 10⁶ eV. Panjang gelombang sinar X memiliki orde yang sama dengan jarak antar atom sehingga dapat digunakan sebagai sumber difraksi kristal.

Sinar-X ini bergerak/menjalur pada garis lurus, menembus benda tak bening, menyebabkan fosforesen berkilau dan menyebabkan perubahan plat fotografik. Semakin cepat elektron yang menabrak, semakin kuat daya tembus sinar-X yang dihasilkan, dan semakin banyak elektron yang menabrak semakin besar intensitas sinar-X (Kusminarto, 1992).

Sinar X dihasilkan dari penembakan target (logam *anoda*) oleh elektron berenergi tinggi yang berasal dari hasil pemanasan filament dari tabung sinar X. Elektron yang dihasilkan ketika filamen (katoda) dipanaska akan dipercepat akibat perbedaan tegangan filamen (katoda) dan logam target (anoda) sehingga terjadi tumbukan dengan logam target. Tumbukan antara elektron yang dipercepat tersebut dengan logam target akan menghasilkan radiasi sinar X yang akan keluar dari tabung sinar X dan berinteraksi dengan struktur Kristal material yang diuji. Skema tabung sinar X dapat dilihat dari Gambar 14.



Gambar 14. Skema tabung sinar X

Pembangkit sinar-X berupa tabung hampa udara yang di dalamnya terdapat filament yang juga sebagai katoda dan terdapat komponen anoda. Jika filamen dipanaskan maka akan keluar elektron dan apabila antara katoda dan anoda diberi beda potensial yang tinggi, elektron akan dipercepat menuju ke anoda. Dengan percepatan elektron tersebut maka akan terjadi tumbukan tak kenyal sempurna antara elektron dengan anoda, akibatnya terjadi pancaran radiasi sinar-X (Ferry Suyatno,2008).

2. Difraktometer sinar-X

Difraktometer sinar-X merupakan instrumen yang digunakan untuk mengidentifikasi cuplikan berupa kristal dengan memanfaatkan radiasi gelombang elektromagnetik sinar- X. Hasil yang diperoleh dari percobaan adalah intensitas relatif (I/I_1) dan sudut hamburan (2θ). Hamburan sinar-x berasal dari atom-atom yang membentuk bidang kisi kristal dari cuplikan yang diamati.

Berkas sinar x yang jatuh pada sebuah kristal akan dihamburkan ke segala arah, tetapi karena keteraturan letak atom –atom pada arah tertentu gelombang yang dihamburkan berinterferensi konstruktif sedangkan yang lain berinterferensi destruktif. Syarat yang diperlukan supaya radiasi dihamburkan atom kristal adaah interferensi konstruktif seperti Gambar 15. Suatu berkas sinar-x yang panjang gelombangnya λ jatuh pada kristal dengan sudut θ terhadap permukaan bidang Bragg dengan jarak antaranya d.

$$n.\lambda = 2.d.\sin \theta \quad (11)$$

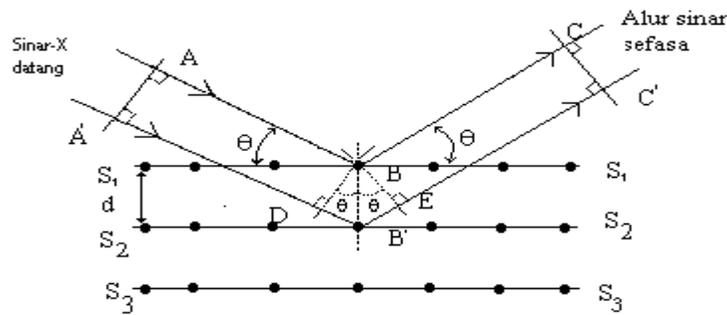
Keterangan;

n : bilangan bulat yang disebut sebagai orde pembiasan 1,2,...

λ : panjang gelombang sinar-X yang digunakan

d : jarak antara dua bidang kisi

θ : sudut antara sinar datang dengan bidang normal



Gambar 15. Hukum Bragg

Berdasarkan persamaan Bragg, jika seberkas sinar-X di jatuhkan pada sampel kristal, maka bidang kristal itu akan membiaskan sinar-X yang memiliki panjang gelombang sama dengan jarak antar kisi dalam kristal tersebut. Sinar yang dibiaskan akan 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.

Difraksi sinar X merupakan suatu teknik yang digunakan untuk mengidentifikasi adanya fasa kristalin didalam material-material benda (serbuk) untuk menganalisis sifat-sifat struktur dari setiap fasa. Difraksi tergantung pada struktur kristal dan panjang gelombangnya. Jika panjang gelombang jauh lebih besar dari pada ukuran atom atau konstanta kisi kristal maka tidak akan terjadi peristiwa difraksi karena sinar akan dipantulkan sedangkan jika panjang gelombangnya mendekati atau lebih kecil dari ukuran atom atau kristal maka akan terjadi peristiwa difraksi. Ukuran atom dalam orde angstrom (\AA) maka

supaya terjadi peristiwa difraksi maka panjang gelombang dari sinar-X yang melalui kristal harus dalam orde angstrom (\AA).

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan bahwa struktur abu tongkol jagung yaitu struktur kubik intan dengan parameter kisi (a) yaitu 7,01 Å. Hasil karakterisasi XRD menunjukkan silika dengan suhu annealing 1100⁰C nilai intensitasnya lebih tinggi dari silika dengan suhu annealing 1000⁰C. Semakin tinggi suhu *annealing* maka akan didapatkan silika dengan intensitas yang lebih tinggi dan ukuran butir kristal silika yang lebih kecil. Ukuran butir kristal yang terkecil didapatkan pada suhu *annealing* 1100⁰C yaitu 11,38 nm dan ukuran ukuran butir ristal yang paling besar pada suhu *annealing* 1000⁰C yaitu 40,83 nm.

B. Saran

Berdasarkan kesimpulan dapat diperoleh saran sebagai berikut:

1. Melanjutkan penelitian ini dengan suhu yang lebih tinggi untuk mendapatkan silika yang semakin kristalin.
2. Memanfaatkan sampel lain yang diidentifikasi memiliki kadar silika tinggi untuk memanfaatkan limbah dan menemukan sumber baru silika.