

# PENGARUH PERBEDAAN SUHU PADA HASIL SINTESIS SILIKON KARBIDA POLITYPE 6H-SiC DENGAN ANALISIS XRD (X-RAY DIFFRACTION) MENGUNAKAN MATCH 3

## THE EFFECT OF TEMPERATURE DIFFERENCES ON SYNTHESIS OF SILICON CARBIDE 6H-SiC POLITYPES WITH X-RAY DIFFRACTION ANALYSIS USING MATCH 3

Selly Pratiwi<sup>1</sup>, Musfirah Cahya<sup>2</sup>, Sovian Aritonang<sup>3</sup>

UNIVERSITAS PERTAHANAN

Sellypratiwi13@gmail.com, musfirah@istn.ac.id, sovian.aritonang@idu.ac.id

**Abstrak** – Indonesia merupakan salah satu negara berkembang di Dunia, dengan pertumbuhan jumlah penduduk yang terus mengalami peningkatan. Peningkatan tersebut menimbulkan berbagai dampak terhadap aspek kehidupan manusia. Salah satu aspek yang cukup terpengaruh dengan adanya peningkatan jumlah penduduk adalah penggunaan energi untuk menunjang kebutuhan hidup. Semakin banyaknya permintaan mengenai bahan bakar minyak sebagai energi yang paling banyak digunakan menyebabkan terjadinya kelangkaan minyak bumi. Kondisi tersebut akan terus menjadi ancaman bagi Negara baik dari dalam Negeri maupun dari luar Negeri. Salah satu alternative untuk mencegah terjadinya kelangkaan minyak bumi adalah dengan mengubah gaya hidup untuk menggunakan bahan bakar gas. Karbon dengan pori yang ditandai dengan spesifik surface area (SSA) yang sangat tinggi dapat menyimpan sejumlah besar cairan atau gas, menjadikan karbon sebagai salah satu material yang dengan intensif diteliti sebagai material penyimpanan bahan bakar gas. Secara eksperimen, karbon dengan pori yang sangat tinggi dapat dihasilkan melalui thermo chemical etching yang selektif dari silikon yang berasal dari silikon karbida. Dengan menganalisis hasil karakterisasi X-Ray Diffraction material hasil sintesis silikon karbida menggunakan ultrasonik 10 jam dengan variasi suhu menggunakan perangkat lunak Match 3, akan diketahui pengaruh perubahan suhu pada variasi suhu 9000C, 10000C dan 12000C terhadap pori karbon yang terbentuk dari hasil sintesis Silikon Karbida Politipe 6H-SiC menggunakan HCl dan ultrasonic 10 jam terhadap parameter-parameter pembentukan struktur Kristal yang meliputi sistem Kristal, Parameter Kisi, Grup Ruang dan Bidang-Bidang Kristal yang terbentuk. Diketahui bahwa, karbon terbentuk pada suhu 10000C sebanyak 56,3% dimana karbon yang terbentuk mineral Diamon dengan grup ruang C m m a dengan sistem kristal orthorhombic, serta memiliki parameter sel  $a = 4,9640 \text{ \AA}$ ,  $b = 5,1630 \text{ \AA}$ ,  $c = 4,3870 \text{ \AA}$ .

**Kata Kunci:** Karbon, Match.3, Pori Karbon, X-Ray Diffraction, 6H-SiC

**Abstract** – Indonesia is one of the developing countries in the World, with a growing population. This increase caused various impacts on aspects of human life. One aspect that is quite affected by the increase in population is the use of energy to support living needs. The increasing demand for fuel oil as the most widely used energy causes the scarcity of oil. This condition will continue to be a threat to the State both from within the country and from abroad. One alternative to prevent the occurrence of petroleum scarcity is to change lifestyles to use gas fuel. Pore carbon which is characterized by specific surface area very high (SSA) can store large amounts of liquid or gas, making carbon as one of the materials intensively studied as a gas fuel storage material. Experimentally, very high pores carbon

<sup>1</sup> Program Studi Teknologi Daya Gerak, Fakultas Teknologi Pertahanan, Universitas Pertahanan

<sup>2</sup> Program Studi Teknologi Daya Gerak, Fakultas Teknologi Pertahanan, Universitas Pertahanan

<sup>3</sup> Program Studi Teknologi Daya Gerak, Fakultas Teknologi Pertahanan, Universitas Pertahanan

can be produced through selective thermo chemical etching from silicon derived from silicon carbide. With analyze the results of X-Ray Diffraction characterization of silicon carbide synthesis materials using ultrasonic 10 hours with temperature variations using Match 3 software, to knowv the effect of temperature changes on temperature variations of 9000C, 10000C and 12000C on the pores of carbon formed from the synthesis of Silicon Carbide 6H-SiC Politics using HCl and 10-hour ultrasonic on the parameters of structural formation Crystals which include the Crystal system, Grid Parameters, Space Groups and Crystal Fields formed using software Match.3. The results obtained that the optimum temperature is 9000C, 10000C and 12000C. The analysis results obtained that carbon formed at a temperature of 10000C as much as 56.3% where carbon formed mineral Diamond with C m m a space group with crystal system orthorhombic, and has cell parameters  $a = 4.9640 \text{ \AA}$ ,  $b = 5.1630 \text{ \AA}$ ,  $c = 4.3870 \text{ \AA}$ .

**Keywords:** Carbon, Carbon Pore, Match 3, X-Ray Diffraction, 6H-SiC

## Pendahuluan

Indonesia merupakan salah satu negara berkembang di Dunia, dimana jumlah penduduknya terus mengalami peningkatan. Peningkatan tersebut menimbulkan berbagai dampak terhadap aspek kehidupan manusia. Salah satu aspek yang cukup terpengaruh dengan adanya peningkatan jumlah penduduk adalah penggunaan energy untuk menu jang kebutuhan hidup yang meliputi sector industry, transportasi, rumah tangga dan lain sebagainya. Hal ini mengakibatkan munculnya berbagai isu mengenai energy berupa sumber energi terbarukan, sumer energi alternative sampai pengembangan sistem penyimpanan energi<sup>4</sup>.

Bahan bakar yang masih menjadi unggulan dan banyak diminati oleh masyarakat dunia adalah bahan bakar yang berbahan dasar minyak bumi, melimpahnya minyak bumi sebagian besar dimanfaatkan untuk memproduksi bensin dan jenis bahan bakar lainnya. Tingginya kebutuhan masyarakat terhadap bahan bakar minyak bumi mengakibatkan eksplorasi minyak semakin tinggi dan tidak menutup kemungkinan akan mengakibatkan cadangan minyak bumi semakin menipis dan mencapai *fase limit*.<sup>5</sup> Menipisnya ketersediaan cadangan minyak bumi tentunya akan berpengaruh terhadap ketersediaan bahan bakar minyak yang dipasarkan. Salah satu yang terimbas dari keadaan tersebut adalah, kenaikan harga bahan bakar minyak

---

<sup>4</sup> Sitti Rahmah, M. Zakir, Musa Ramang, (2014) . *Sintesis dan Karakterisasi Karbon Nanopori Sekam Padi Melalui Iradiasi Ultrasonik dengan Aktivator H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> sebagai Bahan Penyimpan Energi Elektrokimia*

<sup>5</sup> Muhammad Asyrik(2016) “Studi Komputasi Metode Ab Initio Dft Dalam Kajian Struktural Dan Sifat Elektronik Senyawa Kalsium Borohidrid-Diamonia Sebagai Penyimpan Hidrogen” 2503-2364

dalam negeri yang terjadi hampir disetiap pemerintahan Indonesia. Keterbatasan cadangan minyak bumi dunia mengakibatkan tingginya harga minyak mentah Dunia dan menjadi alasan kuat untuk menaikkan harga BBM di dalam negeri demi menyelamatkan kondisi keuangan negara. Hal tersebut tentunya akan menjadi sebuah ancaman serius bagi Indonesia. Hal tersebut dikarenakan Tingginya harga minyak tidak hanya menimbulkan keresahan masyarakat di dalam Negeri yang disertai dengan aksi protes di Indonesia saja, namun juga negara-negara maju seperti Inggris, Jerman, Belanda, Perancis dan berbagai belahan dunia lainnya. Dampak kenaikan minyak terutama di negara-negara maju telah menyebabkan alih energy yaitu dengan memanfaatkan bahan-bahan pangan seperti jagung, kelapa sawit dan kedelai untuk bahan bakar. Akibatnya negara-negara berkembang termasuk Indonesia mengalami kesulitan pangan yang tak terhindarkan. Lonjakan harga pangan dan komoditas pertanian lainnya khususnya di Indonesia telah mengakibatkan meningkatnya kasus gizi

buruk, kematian anak balita dan ibu melahirkan. Pemanfaatan komoditas pertanian guna pemenuhan bahan bakar dinilai mengakibatkan terganggunya pasokan pangan untuk dunia.<sup>6</sup>

Dewasa ini, perkembangan mengenai energi mendapat sorotan untuk menghasilkan suatu konsep energi yang murah, mudah didapat, ramah lingkungan dan dapat diperbaharui (*renewable energy*), teknologi sekang ini mengarah pada rekayasa material zat padat yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan penyimpan gas yang mudah diproduksi. Tantangan yang ada adalah bagaimana merancang material yang memiliki kapasitas absorpsi yang cukup, mengontrol distribusi alirannya dan rentang hidupnya. Salah satu bahan yang dewasa ini sedang diselidiki dengan intensif untuk tujuan penyimpanan bahan bakar gas adalah karbon nanopori. Karbon nanopori, yang ditandai oleh *spesifik surface area* (SSA) yang sangat tinggi dapat menyimpan sejumlah besar cairan atau gas.<sup>7</sup>

Karbon nanopori terdiri atas material padat yang berisis karbon dengan rongga

---

<sup>6</sup> Kotarumalos Nur (2016) "Menuju Ketahanan Energi Indonesia: Belahar dari Negara Lain" Peneliti Pusat Penelitian Sumber Daya Regional Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.

<sup>7</sup> Musfirah Cahya, (2010). *Sintesa Karbon Nanopori Dari Bahan Silikon Karbida Politipe 6h-SiC*.

kosong (pori)<sup>8</sup> dengan ukuran pori kurang dari 100nm<sup>9</sup>. Karbon nanopori telah menjadi salah satu material yang dewasa ini sedang diselidiki dengan intensif untuk tujuan penyimpanan bahan bakar gas.<sup>10</sup> selain kegunaannya sebagai material penyimpan gas, karbon nanopori juga digunakan sebagai penyimpanan gas hidrogen<sup>11</sup>, elektroda penyimpan energi dan dapat menyerap ion logam uranium. Dalam pemanfaatan karbon nanopori sebagai penyimpanan energi atau sebagai bahan elektroda kapasitor dibutuhkan karbon dengan porositas tinggi dan memiliki volume pori total diatas 90%.<sup>12</sup>

Banyak usaha yang telah dilakukan untuk memperoleh material sebagai bahan penyimpanan gas karena pengembangan berikutnya dalam teknologi industri yang ditujukan untuk penyimpanan bahan bakar gas menuntut material yang

memiliki luas permukaan yang tinggi dengan distribusi ukuran pori terkontrol. Secara eksperimen beberapa penelitian telah dilakukan untuk memperoleh karbon dengan distribusi pori yang terkontrol. Dalam penelitian-penelitian tersebut terdapat beberapa bahan utama yang digunakan untuk memperoleh karbon nanopori diantaranya penelitian Arthur (2007) melakukan penelitian pada karbon murni dengan struktur heksagonal dengan metode yang digunakannya adalah interkalasi grafit dengan menggunakan potasium (KC<sub>24</sub>).<sup>13</sup> Sementara itu Ramadhani I, dkk (2018) yang menggunakan tempurung kelapa sebagai bahan penghasil karbon nanopori dengan metoda eksperimen berupa preparasi, karbonasi dan aktivasi serta karakterisasi yang digunakan menggunakan Nitrogen Isotherm Physisorption.

---

<sup>8</sup> M, Rosi., Abdullah, M., & Khairurrijal. (2009). Sintesis Nanopori Karbon dari Tempurung Kelapa sebagai Elektroda pada Superkapasitor. *Jurnal Nanosains dan Nanoteknologi*, 26.

<sup>9</sup> M, Thommes., Kaneko, K., Neimark, A. V., Olivier, J. P., Rodriguez-Reinoso, F., Rouquerol, J., et al. (2015). Physisorption of gases, with special reference to the evaluation of surface area and pore size distribution (IUPAC Technical Report). *Pure Appl. Chem.*, 1054.

<sup>10</sup> Huang, P.-H., Cheng, H.-H., & Lin, S.-H. (2015). Adsorption of Carbon Dioxide onto Activated Carbon Prepared from Coconut Shells. *Journal of Chemistry*, 1

<sup>11</sup> G.Sethia., & Sayari, A. (2015). Activated carbon with optimum pore size distribution for hydrogen storage. *Carbon* 99, 289.

<sup>12</sup> I.Ramadhani ., Handayani I.P., Rosi M (2018) Effects of Coconut Shell's Contents to the Specific Surface Area of Nanoporous Carbon., e-Proceeding of Engineering : Vol.5 ISSN : 2355-9365 ,5777.

<sup>13</sup> Arthur Lovell. (2007), Tuneable Graphite Intercalates For Hydrogen Storage, Department of Physics and Astronomy, University College London, 3326.

Sintesis karbon dengan pori yang sangat tinggi data dihasilkan dari bermacam-macam karbida seperti  $Al_4C_3$ ,  $TiC$ ,  $MO_2C$ ,  $Fe_3C_4$ ,  $TaC$  dan  $Ti_3SiC_4$ . Penelitian Musfirah CF (2010) melakukan sintesis karbon berpori dari material  $SiC$ , metode yang digunakan adalah metode basah (*leaching*) dengan menggunakan larutan  $HCl$  dan dipadukan Ultrasonik pada variasi suhu  $900^\circ C$ ,  $1000^\circ C$  dan  $1200^\circ C$ . Ultrasonik memperendah suhu yang diperlukan dalam pembuatan karbon nanopori. Gelombang ultrasonik menghasilkan dan mendistribusikan *implosion* kavitasi pada media cairan.<sup>14</sup> Ultrasonik merupakan cara efisien untuk penggilingan basah dan mikro grinding partikel.<sup>15</sup>

Berdasarkan penelitian tersebut, dalam penelitian ini akan membahas tentang pengaruh perbedaan suhu terhadap struktur Kristal Silikon karbida hasil sintesis menggunakan Ultrasonik 10 jam dengan  $HCl$  pada perlakuan suhu  $900^\circ C$ ,  $1000^\circ C$  dan  $1200^\circ C$  menggunakan aplikasi Match.3 untuk mengetahui suhu

optimum yang dibutuhkan dalam pembentukan karbon nanopori yang memiliki distribusi pori terkontrol.

### **Metode Penelitian**

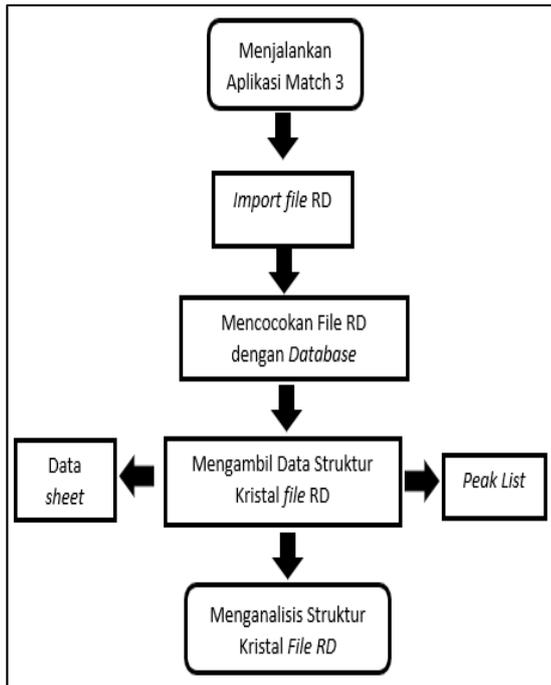
Match 3 merupakan program yang berfungsi untuk menganalisis hasil karakterisasi dengan X-Ray Diffraction (XRD). Aplikasi Match! 3 yang digunakan pada penelitian ini merupakan versi terbaru yaitu versi 3.6.0 yang rilis pada tanggal 17 November 2017. Aplikasi ini akan memberikan informasi berupa struktur Kristal dari hasil karakterisasi dengan X-Ray Diffraction, informasi yang diperoleh meliputi sistem Kristal, parameter kisi, grup ruang dan bidang-bidang difraksi yang terbentuk.<sup>16</sup> Adapun langkah-langkah penggunaan perangkat lunak Match 3 sebagai berikut .

---

<sup>14</sup> Suslick. K. S. (1988). *Ultrasound Chemicals, Physicals and Biological Effect*, VCH Publishers, Inc

<sup>15</sup> D.Deal,. (1994). *Coming Clean What's Ahead in Silicon Wafer Cleaning Technology*, Precision Cleaning, 11(6) (pp 24).

<sup>16</sup> Henry Irawan., Sukendro Broto S., Anzhaldy (2017). *Studi Eksperimental Deformasi Kristal Pada Daerah Haz Dengan Menggunakan XRD Dan Metode Scherrer*. Vol. 02 No.01 ( pp 10-16 )



**Gambar 1.** Diagram Alur Penggunaan Program Match 3

Sumber: Rekayasa Peneliti, 2019

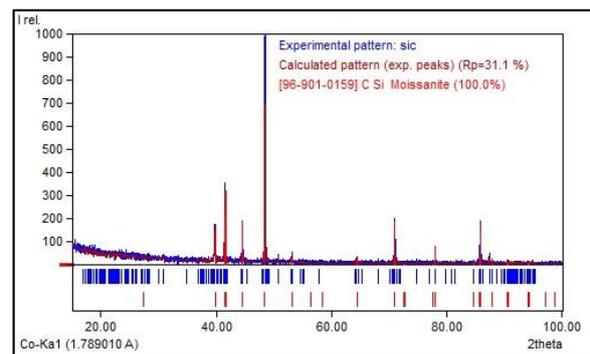
### Hasil dan Pembahasan

Dari hasil karakterisasi Material menggunakan XRD diperoleh data kristalografi yang mencakup *space group* (grup ruang), *crystal system* (sistem Kristal) dan *cell parameters* (parameter sel). Dari hasil perolehan data menggunakan program Match 3 diperoleh juga data yang menjelaskan mengenai bidang-bidang Kristal yang terbentuk (*peak list*) yang mencakup sudut Bragg difraksi ( $\theta$ ), Intensitas (*Peak Height*) dan nilai besar lebar setengah puncak maksimum (FWHM) yang akan menjadi perbandingan disetiap perlakuannya. Dalam penelitian ini Penulis menggunakan 3 data puncak tertinggi dari pola difraksi, berikut data

yang diperoleh dari karakterisasi hasil XRD menggunakan Match 3.

### Struktur Kristal SiC Politipe 6H-SiC Sebelum Sintesis.

Hasil Pencocokan pola difraksi sampel menggunakan program Match 3 dapat dilihat pada Gambar 2 pencocokan dilakukan dengan mencocokkan pola difraksi sampel dengan Database yang berasal dari COD (*Crystallograph Open Database*). Sementara data Kristalografi dari hasil pencocokan sampel dengan database dapat dilihat pada Tabel 1.



**Gambar 2** Pola Difraksi Silikon Karbida Sebelum Sintesis

Sumber: Hasil Pengolahan Peneliti, 2019

**Tabel 1.** Data Kristalografi Silikon Krbida Sebelum Sintesis

Name	Silicon Carbide
Mineral name	Moissanite
Formula	SiC
Quality	C (calculated)
Space group	P 6 <sub>3</sub> m c
Crystal system	Hexagonal
Cell parameters	a = 3,0810 A c = 15,1245 A

Sumber: Diolah Peneliti, 2019

**Tabel 2** Data 3 Puncak Tertinggi Pola Difraksi SiC Sebelum Sintesis

Bidang Kristal	2 $\theta$	Peak Height	FWHM
1	41.57	338,9	0.0800

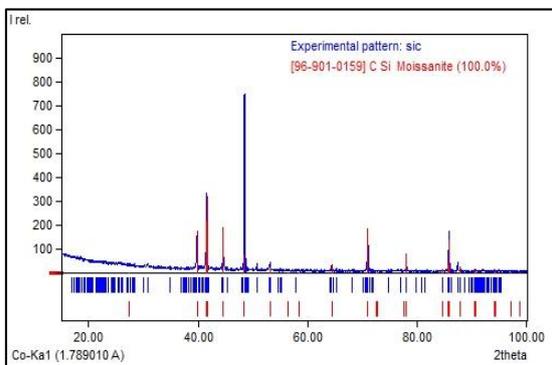
2	48.47	1000,0	0.0800
3	70.95	188,7	0.0800

Sumber: Diolah Peneliti, 2019

Dari tabel 1 diketahui bahwa material SiC ini memiliki grup ruang (*space group*)  $P6_3/mc$  dan memiliki sistem Kristal heksagonal. Sementara dari tabel 2 diketahui bahwa Puncak tertinggi berada pada sudut bragg  $48,47^\circ$  dengan Intensitas 1000 dan lebar FWHM  $0,0800^\circ$ .

### Struktur Kristal SiC Politipe 6H-SiC Hasil Sintesis Ultrasonik 10 jam Tanpa Pemanasan

Pola difraksi dari SiC hasil ultrasonic 10 jam dengan HCl tanpa pemanasan dapat dilihat pada Gambar 3.



**Gambar 3** Pola Difraksi SiC Hasil Ultrasonik 10 Jam Dengan HCl Tanpa Pemanasan  
Sumber: Diolah Peneliti, 2019

Gambar 3 merupakan pola difraksi dari SiC hasil ultrasonic 10 jam dengan HCl tanpa pemanasan, dari karakterisasi pola difraksi tersebut diperoleh data kristalografi yang sama dengan data kristalografi SiC sebelum mengalami pemanasan yang dapat dilihat pada tabel

1. Sementara, 3 data puncak tertinggi dari hasil karakterisasi pola difraksi tersebut dapat dilihat pada tabel 3 sebagai berikut.

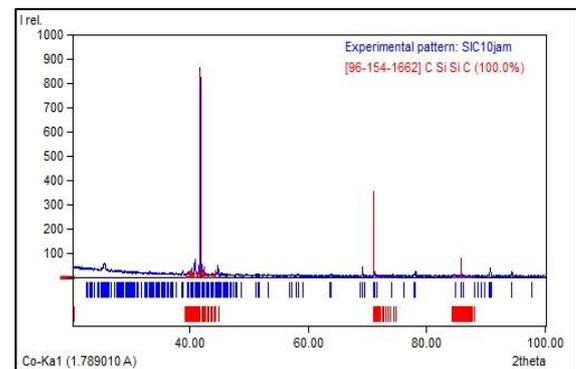
**Tabel 3** Data 3 Puncak Tertinggi Pola Difraksi SiC Hasil Sintesis Ultrasonik 10 Jam Dengan HCl Tanpa Pemanasan

Bidang Kristal	$2\theta$	Peak Height	FWHM
1	41. 57	338, 9	0.080 0
2	48. 47	751,8 0	0.080 0
3	70. 95	188,7 0	0.080 0

Sumber: Diolah Peneliti, 2019

Dari tabel 3 diketahui bahwa pada proses sintesis SiC tanpa pemanasan tidak terjadi perubahan pada data kristalografi yang berarti bahwa proses ultrasonik 10 jam dengan HCl tidak merubah sistem Kristal pada SiC.

### Struktur Kristal SiC Politipe 6H-SiC Hasil Sintesis Ultrasonik 10 Jam Pada Suhu $900^\circ\text{C}$



**Gambar 4.** Pola Difraksi SiC Hasil Ultrasonik 10 Jam Dengan HCl Pada Suhu  $900^\circ\text{C}$   
Sumber: Diolah Peneliti, 2019

Gambar 4 merupakan pola difraksi dari SiC hasil ultrasonic 10 jam dengan HCl

Pada Suhu 900°C, dari karakterisasi pola difraksi tersebut diperoleh data kristalogrifi yang masih sama dengan data kristalogrifi pada SiC sebelum sintesis dan setelah mengalami Ultrasonik 10 jam dengan HCl tanpa pemanasan yang dapat dilihat pada tabel 1. Sementara, dari pola difraksi tersebut diperoleh perubahan terhadap data puncak-puncak bidang difraksi, berikut 3 data puncak tertinggi dari pola difraksi SiC hasil Ultrasonik 10 jam dengan HCl pada suhu 900°C

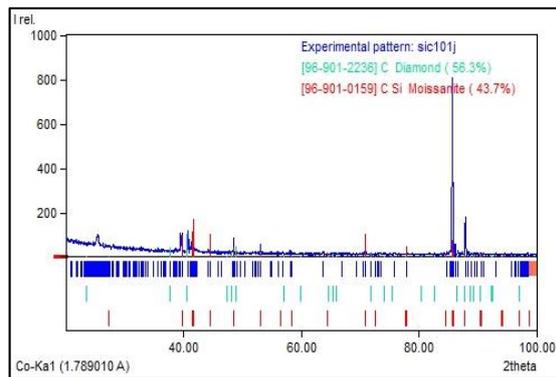
**Tabel 4.** Data 3 Puncak Tertinggi Pola Difraksi SiC Hasil Sintesis Ultrasonik 10 Jam Dengan HCl Pada Suhu 900°C

Bidang Kristal	2 $\theta$	Peak Height
1	40.84	78.0
2	41.72	865.0
3	41.93	56,0

Sumber: Diolah Peneliti,2019

Dari Tabel diketahui bahwa pada suhu 900°C, data puncak bidang difraksi mengalami penurunan Intensitas yaitu pada sudut bragg 48.47° Intensitasnya menjadi 751,8. Selain itu, pada suhu 900°C nilai lebar setengah puncak maksimum atau *Full Width Half Maximum* (FWHM) mengalami pelebaran yaitu menjadi 0,1200° dan mengalmai pergeseran sudut bragg pada data puncak-puncak tertinggi.

### Struktur Kristal SiC Politipe 6H-SiC Hasil Sintesis Ultrasonik 10 Jam Pada Suhu 1000°C



**Gambar 5.** Pola Difraksi SiC Hasil Ultrasonik 10 Jam Dengan HCl Pada Suhu 1000°C  
Sumber: Diolah Peneliti, 2019

Pada gambar 5 Terlihat bahwa hasil karakterisasi menunjukkan bahwa telah terbentuk Karbon C dengan volume 56,3% yang memiliki data kristalogrifi yang dapat dilihat pada Tabel 5 berikut.

**Tabel 5.** Data Kristalogrifi Karbon Hasil sintesis Ultrasonik 10 Jam Dengan HCl Pada Suhu 1000°C.

Name	Carbon
Mineral name	Diamond
Formula	C
Quality	C (calculated)
Space group	C m m a
Crystal system	Orthorhombic
Cell parameters	a = 4,9640 Å, b = 5,1630 Å, c = 4,3870 Å

Sumber: Diolah Peneliti, 2019

Adapun data puncak dari pola difraksi SiC hasil ultrasonic 10 jam dengan HCl pada suhu 1000°C dapat dilihat dalam tabel 6 berikut.

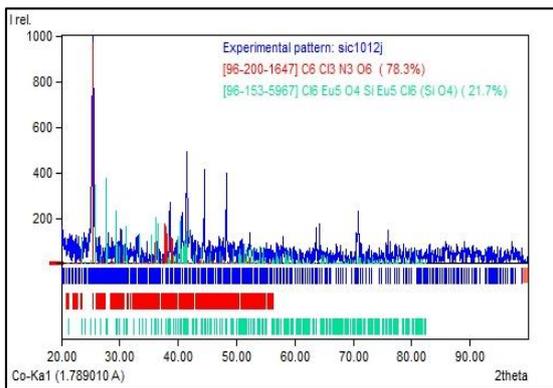
**Tabel 6.** Data 3 Puncak Tertinggi Pola Difraksi SiC Hasil Sintesis Ultrasonik 10 Jam Dengan HCl Pada Suhu 1000°C

Bidang Kristal	2 tetha	Peak height	FWHM
1	85,68	805	0,1200
2	85,82	328	0,1200
3	87,92	180	0,1200

Sumber: Diolah Peneliti, 2019

Tabel 6 menunjukkan bahwa terjadi pergeseran sudut-sudut bidang difraksi untuk data puncak-puncak tertinggi, sementara nilai FWHM yang diperoleh masih tetap yaitu 0,1200.

**Struktur Kristal SiC Politipe 6H-SiC Hasil Sintesis Ultrasonik 10 Jam Pada Suhu 1200°C**



**Gambar 6** Pola Difraksi SiC Hasil Ultrasonik 10 Jam Dengan HCl Pada Suhu 1200°C  
 Sumber: Diolah Peneliti, 2019

Gambar 6 menunjukkan hasil analisis pola difraksi SiC hasil ultrasonik 10 jam dengan HCl pada suhu 1200°C. Hasil karakterisasi program match3 menunjukkan bahwa material yang terbentuk adalah C<sub>6</sub>Cl<sub>3</sub>N<sub>3</sub>O<sub>6</sub> sebanyak 78,3% dan pengotornya SiO<sub>4</sub> sebanyak 21,7%. Data kristalografi yang terbentuk dapat dilihat pada tabel 7 berikut.

**Tabel 7.** Data Kristalografi Hasil sintesis Ultrasonik 10 Jam Dengan HCl Pada Suhu 1200°C

Mineral name	
Formula	C <sub>6</sub> Cl <sub>3</sub> N <sub>3</sub> O <sub>6</sub>
Quality	C (calculated)
Space group	
Crystal system	Triklinik (anorthic)
Cell parameters	a = 12,1370 Å
	b = 12,1810 Å

$$c = 11,6940 \text{ \AA}$$

Sumber: Diolah Peneliti, 2019

Selain itu, pola difraksi yang terbentuk mengalami perubahan fase sudut bragg pada puncak-puncak tertinggi dan juga mengalami peningkatan nilai FWHM yaitu menjadi 0,1600°. Berikut Data 3 puncak tertinggi hasil difraksi SiC hasil ultrasonik 10 jam dengan HCl pada suhu 1200°C.

**Tabel 8.** Data 3 Puncak Tertinggi Pola Difraksi SiC Hasil Sintesis Ultrasonik 10 Jam Dengan HCl Pada Suhu 1200°C

Bidang Kristal	2 tetha	Peak height	FWHM
1	25,43	1000,0	0,1600
2	41,49	491,5	0,1600
3	44,49	412,6	0,1600

Sumber: Diolah Peneliti, 2019

**Pembahasan**

Hasil karakterisasi menunjukkan bahwa material SiC ini memiliki grup ruang (*space group*) P<sub>6<sub>3</sub></sub> m c sehingga dapat dibuktikan bahwa sampel yang digunakan merupakan silikon karbida dengan politipe 6H atau 6H-SiC. Pada hasil sintesis SiC menggunakan ultrasonik 10 jam tanpa pemanasan menyebabkan penurunan nilai intensitas pada puncak-puncak pola difraksi. Hal tersebut membuktikan bahwa telah terjadi proses kavitasasi dan implosi pada saat material mengalami perlakuan dengan ultrasonik. Pada daerah yang mengalami kavitasasi dan *implosion*, gelembung akan pecah dan

menyebabkan *shock* pada dinding di dekatnya. Cairan akan masuk secara tiba-tiba ke ruangan yang terbentuk akibat pecahnya gelembung uap tadi, sehingga mengakibatkan tumbukan. Peristiwa ini akan mengakibatkan kerusakan. Sehingga terjadi penurunan intensitas puncak-puncak pola difraksi dari SiC yang mengalami ultrasonik 10 jam dengan HCl.<sup>17</sup>

Hasil analisis menggunakan program match.3 untuk SiC hasil ultrasonik 10 jam dengan HCl pada suhu 900°C terlihat bahwa suhu mempengaruhi pergeseran sudut bragg pada hasil XRD hal tersebut terjadi karena peningkatan suhu akan menyebabkan peningkatan proses kavitasasi dan implosi yang terjadi, hal tersebut menandakan bahwa telah terjadi reaksi baru dalam hal ini yang dimaksud adalah reaksi antara SiC dengan HCl yang dibantu oleh ultrasonik. Sementara, dari hasil terlihat bahwa suhu juga mempengaruhi nilai FWHM. Peningkatan nilai FWHM ini disebabkan karena gaya tekan dan panas sehingga kristalit saling berdekatan satu dengan yang lainnya. Kristalit-kristalit akan patah

dan kemungkinan mengisi ruang antara kristalit sehingga hal inilah yang meningkatkan pelebaran kisi-kisi kristal. Suatu pelebaran puncak difraksi akan mempengaruhi ukuran kristalit dan kerusakan kisi kristal.<sup>18</sup>

Dari hasil karakterisasi menggunakan program Match 3 diperoleh pola difraksi yang didapat pada suhu 1000°C terjadi pelepasan Si dari senyawa SiC dan bereaksi dengan Cl<sub>4</sub> hal ini dapat dibuktikan dengan perbandingan volume C dan SiC yang terbentuk. Perbandingan volume C dan SiC yang terbentuk adalah 56,3% : 46,7%, hal ini membuktikan bahwa pada suhu 1000°C sebanyak 56,3 % Si bereaksi dengan Cl<sub>4</sub>. Sehingga karbon yang terlepas dari ikatan dengan Si ini lah yang dapat dijadikan sebagai karbon berpori yang nantinya akan dimanfaatkan sebagai penyimpanan energi atau pemanfaatan lainnya. Terjadinya reaksi antara SiC dengan HCl yang dipengaruhi oleh perlakuan suhu yang mengakibatkan putusannya ikatan antara Si dengan C menghasilkan karbon yang merupakan mineral Diamon dengan grup ruang C m m a dengan sistem kristal *orthorhombic*,

---

<sup>17</sup> Suslick. K. S. (1988). *Ultrasound Chemicals, Physicals and Biological Effect*, VCH Publishers, Inc

<sup>18</sup> Dwi Setyawan, Yeyet C Sumirtapura, Sundani N Soewandh dan Daryono Hadi Tj (2011) *Characterization of Physical Properties of Binary*

*System of Erythromycin Stearate-Sodium Starch Glycolate By Compression Force Effect*. Sekolah Farmasi Institut Teknologi Bandung.

serta memiliki parameter sel  $a = 4,9640 \text{ \AA}$ ,  $b = 5,1630 \text{ \AA}$ ,  $c = 4,3870 \text{ \AA}$ . Sementara SiC yang tersisa masih memiliki data kristalografi yang sama dengan SiC sebelum mengalami pemanasan.

Hasil analisis pola difraksi SiC hasil ultrasonik 10 jam dengan HCl pada suhu  $1200^{\circ}\text{C}$ . hasil karakterisasi program match3 menunjukkan bahwa material yang terbentuk adalah  $\text{C}_6\text{Cl}_3\text{N}_3\text{O}_6$  sebanyak 78,3% dan pengotornya  $\text{SiO}_4$  sebanyak 21,7%. Data kristalografi yang diperoleh dari program match menunjukkan sistem Kristal yang terbentuk adalah triklinik (*anorthic*) dengan parameter sel  $a = 12,1370 \text{ \AA}$ ,  $b = 12,1810 \text{ \AA}$ ,  $c = 11,6940 \text{ \AA}$ . Material  $\text{C}_6\text{Cl}_3\text{N}_3\text{O}_6$  terbentuk karena pada suhu  $1200^{\circ}\text{C}$  gas klorin (Cl) justru lebih reaktif terhadap karbon (C), sehingga Si bereaksi dengan oksigen (O) hal ini terbukti dengan terbentuknya senyawa  $\text{SiO}_4$  sebanyak 21,7%. Sementara unsur karbon (C) yang memiliki pori-pori akibat terlepasnya Si bereaksi dengan gas klori (Cl), Nitrogen (N) dan Oksigen (O).

### Kesimpulan

Dari Penelitian ini dapat disimpulkan bahwa Suhu sangat berperan penting dalam proses sintesis silikon karbida untuk menghasilkan karbon yang dapat dimanfaatkan sebagai material

penyimpanan gas. dari hasil analisis yang diperoleh menunjukkan bahwa suhu yang optimum dalam menghasilkan karbon adalah pada suhu  $1000^{\circ}\text{C}$ , yang dibuktikan dengan terbentuknya karbon sebanyak 56,3% hal tersebut membuktikan bahwa pada suhu  $1000^{\circ}\text{C}$  Si reaktif terhadap Cl sehingga menghasilkan karbon.

### Daftar Pustaka

#### Buku

Cahya, Musfirah, (2010). *Sintesa Karbon Nanopori Dari Bahan Silikon Karbida Politipe 6h-SiC*.

K,Suslick (1988). *Ultrasound Chemicals, Physicals and Biological Effect*, VCH Publishers, Inc

Lovell, Arthur (2007), *Tuneable Graphite Intercalates For Hydrogen Storage*, Department of Physics and Astronomy, University College London, 3326.

#### Jurnal

Asyrik,Muhammad (2016) "Studi Komputasi Metode Ab Initio Dft Dalam Kajian Struktural Dan Sifat Elektronik Senyawa Kalsium Borohidrid-Diamonia Sebagai Penyimpan Hidrogen" 2503-2364

Deal, D. (1994). *Coming Clean What's Ahead in Silicon Wafer Cleaning Technology*, Precision Cleaning, II (6) (pp 24).

Huang, P.-H., Cheng, H.-H., & Lin, S.-H. (2015). Adsorption of Carbon Dioxide onto Activated Carbon

Prepared from Coconut Shells.  
Journal of Chemistry, 1

Force Effect. Sekolah Farmasi  
Institut Teknologi Bandung.

Irawan, Henry., Sukendro Broto S., Anzhaldy (2017). *Studi Eksperimental Deformasi Kristal Pada Daerah Haz Dengan Menggunakan XRD Dan Metode Scherrer*. Vol. 02 No.01 (pp 10-16)

Thommes, M., Kaneko, K., Neimark, A. V., Olivier, J. P., Rodriguez-Reinoso, F., Rouquerol, J., et al. (2015). Physisorption of gases, with special reference to the evaluation of surface area and pore size distribution (IUPAC Technical Report). *Pure Appl. Chem.*, 1054.

Nur, Kotarumalos (2016) "Menuju Ketahanan Energi Indonesia: Belahar dari Negara Lain" Peneliti Pusat Penelitian Sumber Daya Regional., Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.

Rahmah, Sitti., M. Zakir, Musa Ramang, (2014) . *Sintesis dan Karakterisasi Karbon Nanopori Sekam Padi Melalui Iradiasi Ultrasonik dengan Aktivator H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> sebagai Bahan Penyimpan Energi Elektrokimia*

Ramadhani, I., Handayani I.P., Rosi M (2018) *Effects of Coconut Shell's Contents to the Specific Surface Area of Nanoporous Carbon.*, e-*Proceeding of Engineering* : Vol.5 ISSN : 2355-9365 ,5777

Rosi, M., Abdullah, M., & Khairurrijal. (2009). Sintesis Nanopori Karbon dari Tempurung Kelapa sebagai Elektroda pada Superkapasitor. *Jurnal Nanosains dan Nanoteknologi*, 26.

Sethia, G., & Sayari, A. (2015). Activated carbon with optimum pore size distribution for hydrogen storage. *Carbon* 99, 289.

Setyawan, Dwi., Yeyet C Sumirtapura, Sundani N Soewandh dan Daryono Hadi Tj (2011) *Characterization Of Physical Properties Of Binary System Of Erythromycin Stearate-Sodium Starch Glycolate By Compression*