



## Purifikasi Kuarsa Kabupaten Tanah Laut Provinsi Kalimantan Selatan

Irma Rifina, Ninis Hadi Haryanti<sup>\*)</sup>, Tetti Novalina Manik.

Program Studi Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Lambung Mangkurat

<sup>\*)</sup> Email Korespondensi: [ninishadiaharyanti@gmail.com](mailto:ninishadiaharyanti@gmail.com)

**ABSTRAK**-Kabupaten Tanah Laut memiliki potensi kuarsa yang tersebar di beberapa daerah, salah satunya di Daerah Ambungan. Dalam penelitian ini, kuarsa Daerah Ambungan dilakukan purifikasi untuk menghasilkan silikon yang lebih murni dan aplikatif. Proses purifikasi tersebut dilakukan dengan menggunakan metode magnesiotermik dan *leaching* asam hidrofurik (HF) berulang yang kemudian dikarakterisasi menggunakan *X-Ray Fluorescence* (XRF) dan *X-Ray Diffraction* (XRD). Analisa hasil karakterisasi menggunakan software Match! menyatakan bahwa purifikasi magnesiotermik dengan perbandingan 1:1 (kuarsa : magnesium) memiliki persentase silikon yang lebih baik yakni sebesar 12,9% jika dibandingkan dengan perbandingan 2:1 (8,5%) dan 2:1 (4,2%), sedangkan proses *leaching* asam hidrofurik berulang menyebabkan terjadinya reaksi pengikatan kembali Silikon dan pengotor hingga kemurniannya berkurang secara signifikan mencapai 1,8%.

**Kata Kunci:** Asam Hidrofurik (HF), Kuarsa, Magnesiotermik, Purifikasi, Silikon

### I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara dengan sumber daya alam yang sangat kaya, salah satunya adalah potensi kuarsa dengan jumlah total sebesar 17 miliar ton tersebar di seluruh wilayah Indonesia (BPPT 2013). Untuk menaikkan nilai ekonomi, sumber daya tersebut dapat diolah menjadi material setengah jadi berupa silikon. Material ini memiliki aplikasi yang sangat luas baik pada bidang energi, elektronik, peralatan dan perlengkapan sehari-hari.

Potensi kuarsa juga terdapat di Provinsi Kalimantan Selatan, beberapa wilayah diantaranya terdapat di 6 Kabupaten yakni Kabupaten Tanah Laut, Tanah Bumbu, Kotabaru, Balangan, Hulu Sungai Selatan, dan Tabalong (BKPM Kal-Sel 2015). Di Kabupaten Tanah Laut, potensi kuarsa juga tersebar di beberapa daerah, salah satunya ada di daerah Ambungan, Pelaihari.

Pada skala yang lebih besar, material silikon hasil dari pemurnian Kuarsa sangat

bermanfaat untuk memenuhi kebutuhan-kebutuhan manusia yang semakin kompleks. Di bidang energi, penggunaan silikon menjadi bahan baku pembuatan panel surya yang membutuhkan tingkat kemurnian yang tinggi.

Email *et al* (2013) menggunakan penambahan bubuk magnesium pada ekstraksi pasir silika sebagai bahan pengganti karbon untuk mereduksi O<sub>2</sub> pada pasir kuarsa. Pencampuran ini diberikan perlakuan panas dengan api bunsen dan pelarutan asam HCl untuk mengangkat kelebihan magnesium. Silikon yang diperoleh memiliki kemurnian sebesar 77%. Adjiantoro&Mabruri (2010) menyatakan bahwa penggunaan HF (*Hydrofluoric Acid*) terhadap pelarutan sampel MG-Si 100 mesh menghasilkan silikon dengan tingkat kemurnian lebih tinggi dibandingkan dengan HCl (Hydro Chloric Acid/ Asam Klorida) dan HNO<sub>3</sub> (Aqua Fortis/ Asam Nitrat). Selain itu, perbedaan perlakuan gerak (tanpa perlakuan dan menggunakan gerak

mekanik) saat pemurnian menghasilkan silikon yang lebih murni jika menggunakan gerak mekanik. Adjiantoro&Mabruri (2012) juga menyatakan bahwa pengaruh pelarutan asam MG-Si dengan HCl secara berulang hingga 5 kali pengulangan dalam waktu perendaman 24 jam dapat memisahkan unsur pengotor yang berada di batas butir kristal Si, sehingga didapatkan kristal Si yang relatif bersih.

Berdasarkan penelitian terdahulu, penelitian lanjutan mengenai purifikasi silikon sangat diperlukan untuk menghasilkan material silikon yang lebih murni dan aplikatif. Pada penelitian ini telah dilakukan kombinasi beberapa metode purifikasi kuarsa, yakni metode reduksi magnesiotermik dan metode *leaching* asam HF berulang. Penelitian ini menggunakan XRF (*X-Ray Fluorescence*) dan XRD (*X-Ray Diffraction*) sebagai alat karakterisasi bahan, dan Sampel Kuarsa yang digunakan diambil dari Daerah Ambungan, Kabupaten Tanah Laut.

**1.1 Potensi Kuarsa**

Indonesia memiliki potensi sumber daya bahan baku kuarsa yang melimpah dan tersebar di seluruh Indonesia. Sumber daya tersebut memiliki kualitas dan ciri khas yang berbeda tergantung kondisi daerah tersebut. Salah satu jenisnya adalah pasir kuarsa dengan kadar SiO<sub>2</sub> diatas 97% dengan pengotor alumina dan besi yang rendah. Pasir kuarsa jenis ini sangat cocok untuk dikembangkan sebagai bahan baku gelas, presipitat dan pembuatan silikon (Sulistiyono 2004).

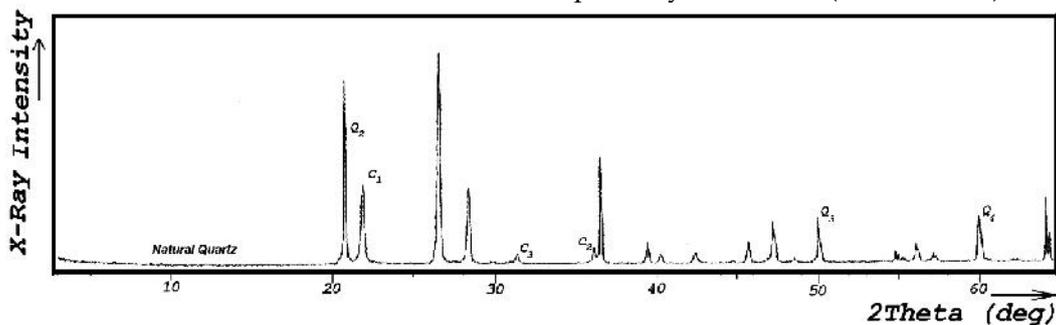
Provinsi Kalimantan Selatan merupakan salah satu daerah yang memiliki potensi Kuarsa yang besar di Indonesia. Sebaran Kuarsa di Provinsi Kalimantan Selatan ditemukan di Kabupaten Tanah Laut sebesar 23.868.643 ton, Kabupaten Tanah Bumbu sebesar 693.750.000 ton, Kabupaten Kotabaru sebesar 927.500 ton, Kabupaten Hulu Sungai Selatan sebesar 122.656.250 ton, Kabupaten Balangan sebesar 2.757.731.300 ton dan Kabupaten Tabalong sebesar 195.000 ton (BKPM D Kal-Sel 2015).



**Gambar 1. Diagram batang potensi kuarsa Kalimantan Selatan**

**1.2 Kuarsa**

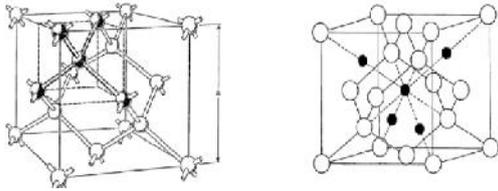
Kuarsa merupakan bahan galian yang terdiri atas kristal-kristal silika (SiO<sub>2</sub>) dan dikenal juga dengan sebutan pasir putih. Senyawa ini mengandung zat-zat pengotor yang terbawa selama proses pelapukan. Kuarsa mempunyai komposisi gabungan dari SiO<sub>2</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub>, CaO, MgO, dan K<sub>2</sub>O, berwarna putih bening atau warna lain bergantung pada senyawa pengotornya. Kekerasannya 7 (skala Mohs), memiliki berat jenis 2,65 g/cm<sup>3</sup>, titik lebur 1715°C, bentuk kristal hexagonal, dan konduktivitas panasnya 12-100°C (Setiani 2015).



**Gambar 2. Kurva difraksi sinar-X kuarsa**

Kurva pola difraksi sinar-X silika yang didapatkan dari batuan quartz dan pasir kuarsa ditunjukkan pada Gambar 2. Terlihat bahwa silika berbahan ini memiliki puncak yang tajam dan tinggi di beberapa sudut. Hal tersebut menunjukkan bahwa silika dari batuan kuarsa dan pasir kuarsa memiliki fasa kristalin. Terdapat tiga jenis fasa kristalin yang sering muncul dalam Silika yang terdapat di alam yaitu *quartz* (kuarsa), *tridymite*, dan *cristobalite*, namun pada silika batuan kuarsa, hanya terdapat dua jenis fasa kristalin yaitu *cristobalite* dan *quartz*. Gambar 2. Kurva pola difraksi sinar-X Silika yang didaptkandaribatuan quartz (Onojah *et al.* 2012)

### 1.3 Silikon



Gambar 3. Kisi kristal kubik dari Silikon (Larbi (Ismawati 2015))

Silikon merupakan unsur kimia berlambang Si yang termasuk dalam golongan IV pada tabel periodik unsur, memiliki nomor atom 14 dan 4 elektron terluar. Silikon memiliki berat atom 28.0855 g/mol, massa jenis 2,33 g/cm<sup>3</sup>, titik lebur 1414°C dan titik didih 3265°C. Gambar 3 menunjukkan struktur kristal dari silikon.

Silikon terbagi dalam tiga jenis antara lain (Amendola 2011):

#### 1. *Metallurgical grade* Silikon (MG-Si)

Memiliki kemurnian 98% yang banyak digunakan pada industri alumunium dan Baja sebagai bahan campuran. Silikon jenis ini dicampurkan hingga 12,6% dalam alumunium yang berguna untuk meningkatkan fluiditas pada lelehan alumunium dan meningkatkan sifat mekanik pada paduan Alumunium. Namun, silikon jenis ini tidak bisa digunakan untuk aplikasi panel surya karena kemurniannya yang tidak cukup tinggi.

#### 2. *Solar grade* Silikon (SoG-Si)

Memiliki kemurnian 99,9999% juga biasa disebut 6N atau *six nines pure*. Silikon jenis ini merupakan yang paling cocok untuk digunakan sebagai aplikasi panel surya.

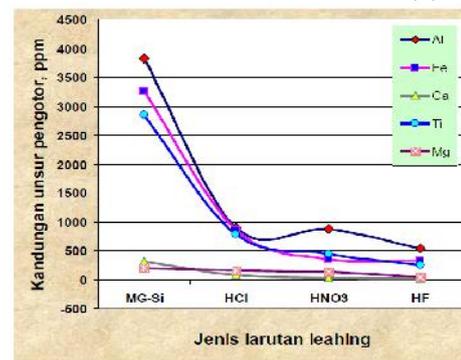
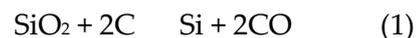
#### 3. *Electronic grade* Silikon (EG-Si)

Memiliki kemurnian 99,999999% juga disebut 9N atau *nine nines pure*. Silikon jenis ini digunakan sebagai bahan pembuat semikonduktor. Silikon jenis ini sangat mahal yaitu sekitar 30-40 kali lipat dibandingkan harga *metallurgical grade* Silikon karena pada pembuatannya membutuhkan proses yang rumit dan energi yang besar.

### 1.4 Reduksi O<sub>2</sub> dengan Magnesium

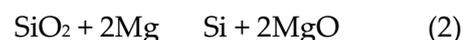
Magnesium memiliki nomor atom 12, berat atom 24,305 dan merupakan unsur dalam golongan IIA. Material ini berwarna putih keperak-perakan berstruktur hexagonal padat. Memiliki titik leleh 650°C dan titik didih 1090°C.

Garret dalam Email *et al.* 2013 menyatakan Silikon dapat diekstrak jika SiO<sub>2</sub> direduksi untuk memperoleh Silikon murni, agen pereduksinya berupa kokas. Bubuk halus Silika dicampurkan dengan kokas dan dipanaskan dalam *furnace* dengan reaksi seperti berikut:



Gambar 4. Kurva efesiensi reduksi larutan HCL, HNO<sub>3</sub>, dan HF

Magnesium bubuk dapat digunakan sebagai pengganti kokas dalam mereduksi. Reaksinya sebagai berikut:



Menurut Larbi (Ismawati, 2015), suhu yang digunakan untuk mereduksi silikon dioksida dengan reduktor magnesium adalah 620°C sampai 650°C.

Nazilah *et al.* (2015) telah melakukan perbandingan penggunaan temperatur 650°C, 750°C, dan 850°C dalam mereaksikan silika dan Magnesium dan menyatakan temperatur optimal mereaksikan silika dan magnesium yaitu pada temperatur 650°C. Faiz (2013) dan Ismawati (2015) mereaksikan silika+Mg menggunakan temperatur 650°C (Temperatur leleh magnesium) dan telah menghasilkan silikon yang bersifat semikonduktor. Mengacu pada penelitian-penelitian tersebut, penelitian ini juga menggunakan temperatur 650°C sebagai temperatur untuk mereaksikan bahan.

### 1.5 Reduksi Pengotor dengan Leaching Asam Hidrogen Fluorida (HF)

Proses reduksi silika menggunakan agen pereduksi Mg akan menghasilkan produk samping seperti MgO, Mg<sub>2</sub>Si dan Mg<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub>. Untuk menghasilkan silikon dengan kemurnian tinggi, harus dilakukan proses pemurnian selanjutnya. Salah satu pemurnian yang bisa dilakukan adalah *acid leaching* (pemurnian menggunakan larutan asam). Larutan asam yang biasa digunakan untuk proses pemurnian ini adalah HCl, CH<sub>3</sub>COOH, dan HF (Maad 2013).

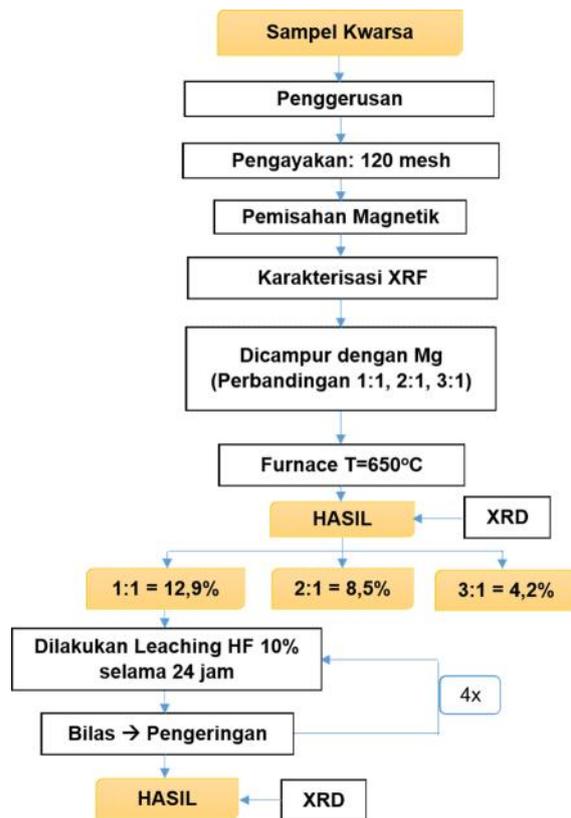
Hasil analisa dari Adjiantoro & Mabruiri menunjukkan bahwa penggunaan HCl, HNO<sub>3</sub>, dan HF dapat menurunkan pengotor pada silikon. Efisiensi dari larutan HCl adalah yang terendah dalam mereduksi dan efisiensi larutan HF adalah yang tertinggi. Kurva efisiensi reduksi larutan HCl, HNO<sub>3</sub>, dan HF ditunjukkan pada Gambar 4.

Hidrogen fluorida merupakan gas atau cairan yang korosif (mendidih pada 19,5°C) yang terdiri dari atom hidrogen dan atom Fluorin. Zat ini memiliki tidak berwarna, sangat mudah larut dalam air, dan akan menyebabkan luka bakar yang parah jika kontak dengan tubuh, baik berupa cairan atau gas. Bentuk terlarutnya disebut juga Asam Fluorida. Zat ini dikenal karena

kemampuannya untuk memakan kaca. Penggunaan terbanyak adalah dalam pembuatan Fluorocarbons yang digunakan sebagai pendingin, pelarut, dan aerosol (U.S. Department Of Health And Human Services Public Health Service Agency For Toxic Substances And Disease Registry, 2003).

## II. METODOLOGI PENELITIAN

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu neraca analitik, mortar dan pestle, magnet, gelas ukur plastik, gelas beker plastik, ayakan 120 mesh, ayakan 200 mesh, lakmus, *magnetic stirrer*, *oven*, *furnace*. *X-Ray Fluorescence (XRF)*, *X-Ray Difrraction (XRD)*, batuan kuarsa daerah aungbung, pelaihari kabupaten tanah lautkal-sel, bubuk magnesium (*mg-powder*), asam hidrofurik (*hf*), aquades.

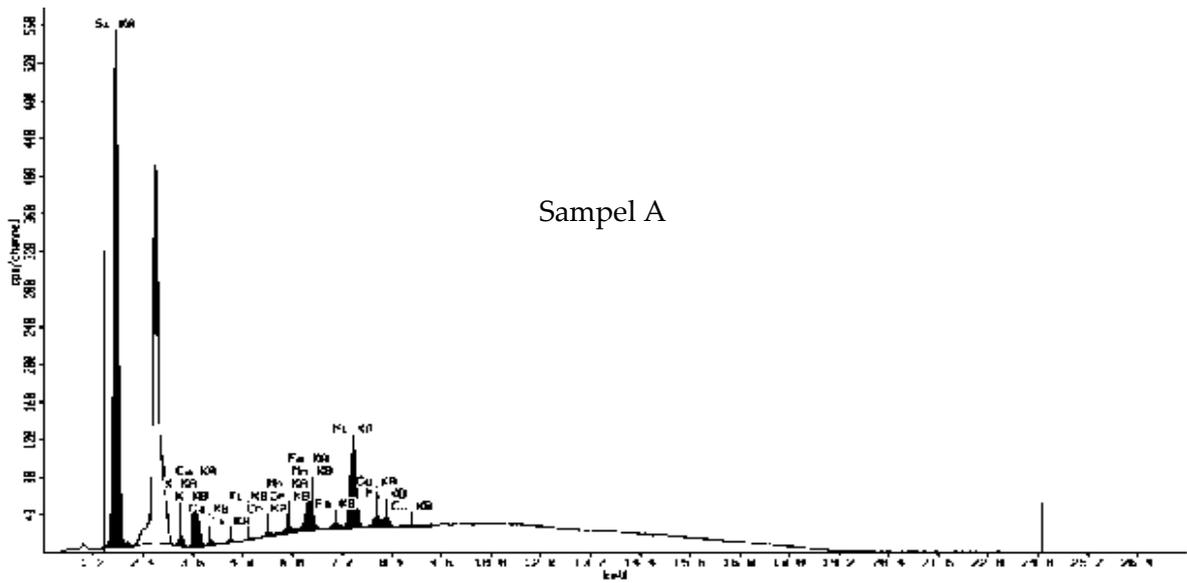


Gambar 5. Diagram alir proses purifikasi dan karakterisasinya

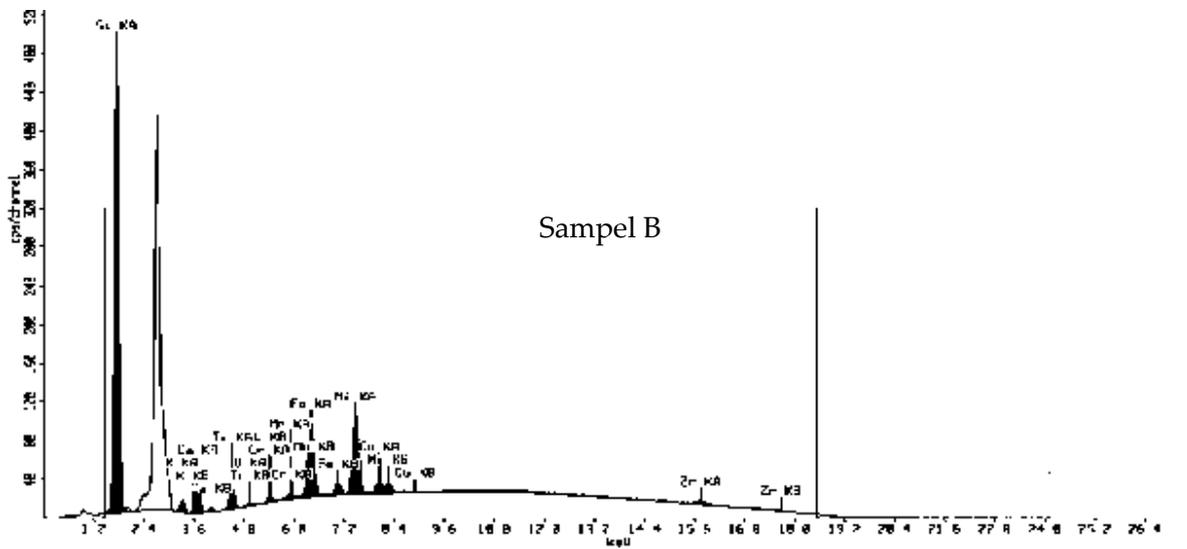
## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Hasil Karakterisasi XRF Komposisi Kimia Sampel Kuarsa

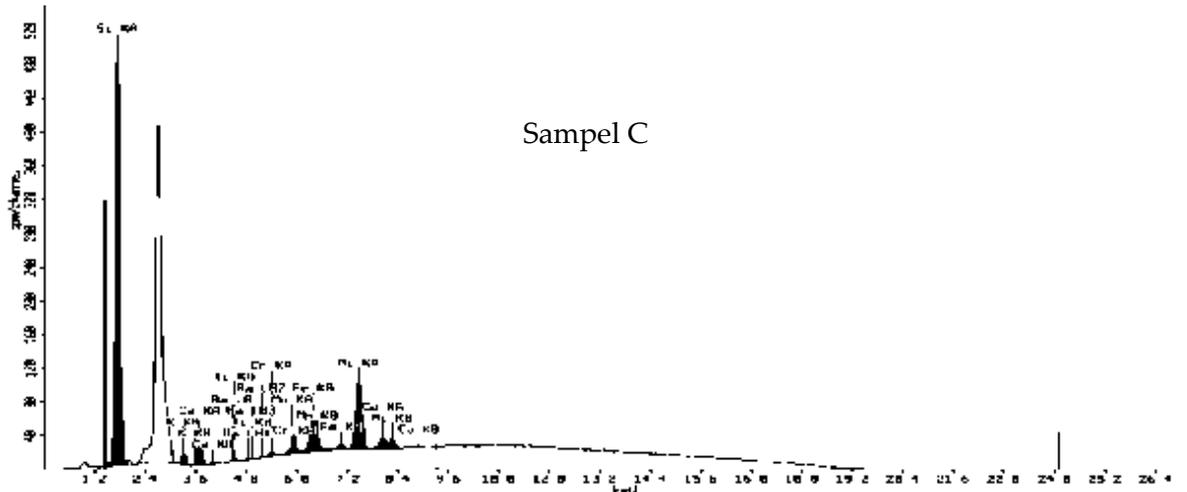
Hasil karakterisasi XRF dari Sampel A, B, dan C terlihat pada Gambar 6.



Sampel A



Sampel B



Sampel C

Gambar 6. Data hasil karakterisasi XRF: Sampel A, B, dan C

Gambar 6 menunjukkan fasa dan elemen-elemen yang terdapat pada sampel A, B dan C. Pada fasa tersebut terlihat hanya ada

satu puncak yang dominan yakni elemen silikon dengan persentase sebesar  $\pm 94,5\%$ ,  $\pm 92,4\%$  dan  $\pm 95\%$ . Elemen-elemen lain selain

silikon disebut elemen pengotor. Elemen-elemen pengotor di antaranya kromium, calcium, tembaga dan lain-lain.

Tabel 1 menunjukkan bahwa kandungan utama sampel kuarsa yang digunakan adalah elemen silikon yang sangat tinggi, mencapai >90% per sampel. Jika dirata-rata, persentase kandungan silikon pada sampel kuarsa daerah Ambungan, Kabupaten Tanah Laut sebesar  $\pm 93,9\%$ . Nilai tersebut menjelaskan bahwa sampel yang digunakan merupakan jenis kuarsa yang sangat cocok untuk dimurnikan lebih lanjut. Material-material pengotor yang terdapat dalam sampel memiliki kandungan yang kecil, yakni tidak mencapai 7%.

**Tabel 1. Persentase Silikon pada Sampel A, B, dan C**

No.	Bahan	Persentase Silikon
1	Sampel A	$\pm 94,5\%$
2	Sampel B	$\pm 92,4\%$
3	Sampel C	$\pm 95,0\%$
	Rata-rata	$\pm 93,9\%$

### 3.2. Pemisahan O<sub>2</sub> dengan Penambahan Bubuk Magnesium pada Kuarsa (Difurnace T=650°C)

Gambar 7 menunjukkan fasa dan persentase elemen yang terdapat pada Sampel A, B, dan C. Gambar tersebut menjelaskan bahwa elemen yang mendominasi pada Sampel A yaitu SiO<sub>2</sub> (kuarsa) dengan persentase sebesar  $\pm 72,1\%$ . Fasa Silikon terdeteksi sebanyak dua puncak dengan persentase sebesar  $\pm 4,2\%$ . Sampel B mengandung SiO<sub>2</sub> (kuarsa) dengan persentase sebesar  $\pm 69,7\%$ . Fasa Silikon terdeteksi satu puncak dengan persentase sebesar  $\pm 8,5\%$ . Sampel C didominasi oleh Mg (magnesium) dengan persentase sebesar  $\pm 42,5\%$ . Fasa silikon terdeteksi satu puncak dengan persentase sebesar  $\pm 12,9\%$ . Dari data-data di atas dapat diketahui reaksi kuarsa+magnesium dengan komposisi perbandingan 1:1 memiliki kemurnian Si lebih baik dari pada perbandingan lainnya yaitu sebesar  $\pm 12,9\%$ . Hal ini menjelaskan

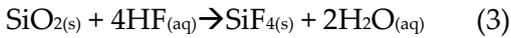
bahwa semakin banyak agen pereduksi (magnesium) pada reaksi, maka semakin besar pula tingkat kemurnian silikonnya. Kondisi tersebut terjadi karena tumbukan pada saat bahan bereaksi juga semakin besar. Adapun Kuarsa dan Magnesium yang tidak bereaksi dapat disebabkan oleh struktur kristal yang dimiliki kuarsa tersebut. Maad (2013) menjelaskan bahwa jika Kuarsa memiliki fasa *crystalite* dan *trydymite* maka akan sulit terjadi reaksi antara kuarsa dengan elemen lain. Oleh sebab itu, penggunaan silika yang berstruktur amorf dalam purifikasi lebih direkomendasikan.

### 3.3. Reduksi Pengotor Dengan Metode Leaching Asam Hidrogen Fluorida

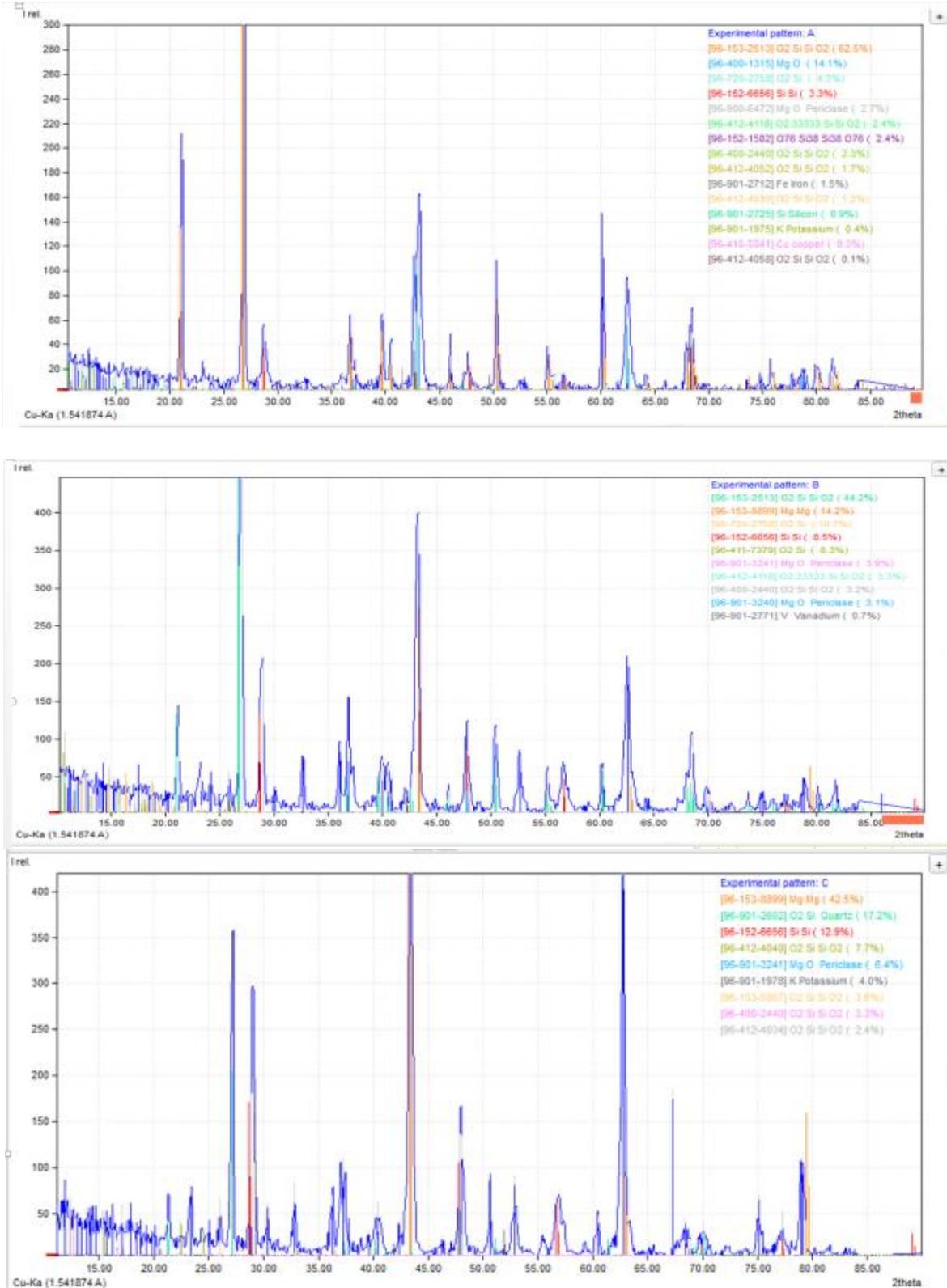
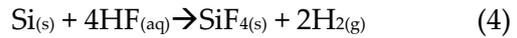
Pola pada Gambar 8 menunjukkan adanya puncak-puncak dominan yang bukan milik elemen Silikon ataupun Silikon dioksida, tetapi oleh elemen Hidrogen. Persentase Hidrogen sebesar 79,4%, sedangkan elemen Silikon hanya terdeteksi sebesar 1,8%, berkurang secara signifikan dari persentase awal yang sebesar 12,9%.

Data pada Sampel D (Gambar 8) menunjukkan betapa banyak variasi ikatan yang terbentuk akibat dari reaksi *leaching* asam Hidrogen Fluorida berulang dalam waktu 24 jam. Adapun beberapa hal yang dapat menyebabkan perbedaannya antara lain bahan dasar Silika yang digunakan, larutan untuk pelarutan (*leaching*) asam, temperatur dan tahapan purifikasinya. Selain itu, jika ditinjau dari sudut pandang kimia, reaksi dalam penelitian ini tidak mengarah pada purifikasi Si, tetapi cenderung pada pengikatan elemen Hidrogen. Hal ini dapat terjadi karena bahan yang digunakan dalam penelitian adalah Kuarsa dalam bentuk batuan. Seperti yang telah disebutkan dalam pembahasan 3.2, kondisi tersebut dapat terjadi karena struktur bahan Kuarsa memiliki fasa *crystalite* atau *trydymite* yang kurang reaktif jika dibandingkan dengan Silika amorf, sehingga menyebabkan sulitnya bahan tersebut berikatan dengan elemen lainnya (Maad 2013). Ikatan ini juga dipengaruhi oleh beberapa factor penting

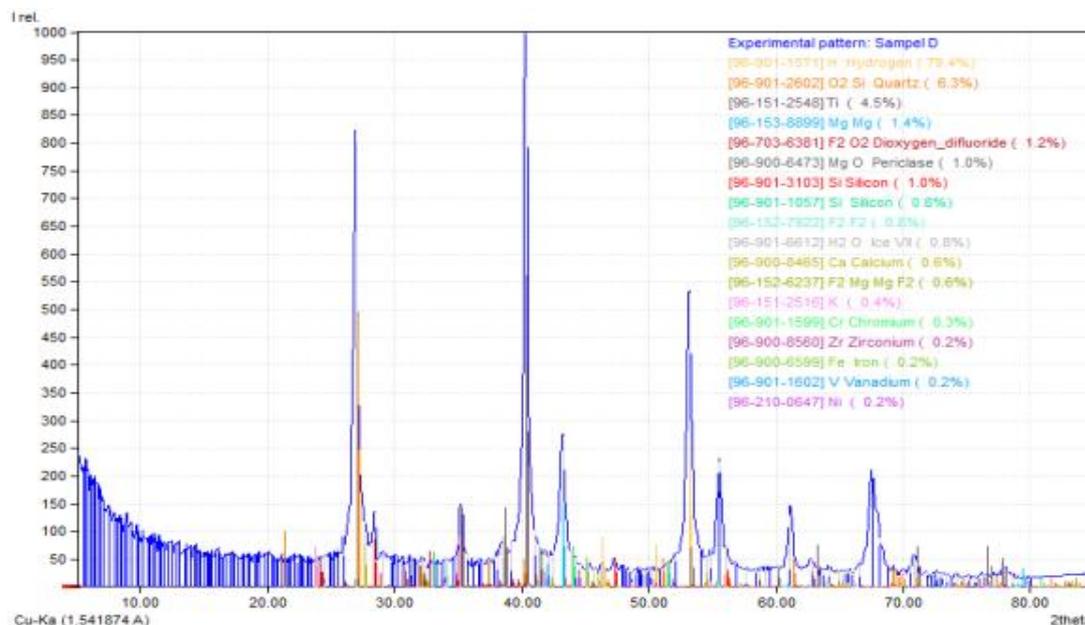
diantaranya temperatur, area kontak, waktu reaksi dan jenis pelarut. Adapun reaksi yang dapat terjadi antara Kuarsa dengan Hidrogen Fluorida (HF) yakni sebagai berikut:



Sedangkan elemen hidrogen yang mendominasi sampel D dihasilkan melalui reaksi berikut:



Gambar 7. Kurva difraktogram XRD Sampel A (3:1), B (2:1), dan C (1:1)



Gambar 8. Fasa yang terbentuk setelah diberi perlakuan *leaching* asam

#### IV. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini yaitu:

1. Komposisi rata-rata Silikon pada Kuarsa berdasarkan karakterisasi *X-Ray Fluorescence* (XRF) mencapai 93,9%.
2. Silikon yang dihasilkan melalui reduksi Magnesiotermik memiliki kemurnian tertinggi pada komposisi perbandingan 1:1 (Kuarsa:Mg) yakni sebesar 12,9% jika dibandingkan dengan komposisi 3:1 (4,2%) dan 2:1 (8,5%).
3. Campuran sampel yang diberi perlakuan *leaching* asam HF terjadi pengikatan kembali antara Silikon dengan elemen lainnya, sehingga persentase kemurniannya menurun secara signifikan hingga mencapai 1,8%.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Adjiantoro, B. and Maburi, E., 2010. Proses Pemurnian Silikon Tingkat Metalurgi Dengan Menggunakan Metode Pelarutan Kimia. *Majalah Metalurgi*, 25(2), 11-18.
- Amendola, S., 2011. *Overview Of Manufacturing Processes For Solar-Grade Silicon*. Rsi Silicon.
- Badan Koordinasi Penanaman Modal Daerah (BKPM), Kalimantan Selatan (Kal-Sel). 2015. *Profil Investasi Kalimantan Selatan*

Tahun 2014. BKPM, Kal-Sel. Banjarbaru.

- BPPT Pusat Teknologi Material. 2013. *Potensi Sumber Daya Silika Dan Wacana Pembangunan Industri PV di Indonesia Mengacu pada Industri PV Global Dan Perkembangan Material Maju Di Indonesia*. <http://pdis.bppt.go.id/ptm/index.php/component/content/article?id=224>.

(Diakses tanggal: 26 Oktober 2016)

- Email, I. W., Sani, N. A., Abdulsalam, A. K., and Abdullahi. U. A., 2013. Extraction And Quantification Of Silicon From Silica Sand Obtained From Zauma River, Zamfara State, Nigeria. *European Scientific Journal*, 9(15).
- Faiz, M. A., 2013. Pengembangan Ekstraksi Silikon Sekam Padi Untuk Semikonduktor. *Skripsi*. Program Sarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Ismawati, S. S., 2015. Optimasi Laju Kenaikan Suhu Reduksi Pada Ekstraksi Silikon (Si) Abu Sekam Padi Dengan Penambahan Magnesium (Mg) Berlebihan. *Skripsi*. Program Sarjana, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Maad, A. Z. 2013. Reduksi Magnesiotermik Silika Amorf Dan Kristalin. *Skripsi*, Program Sarjana, Institut Teknologi Bandung, Bandung.

- Nazilah A., Andarini, N., Haryanti, T., 2015. Isolasi Silikon (Si) Dari Abu Terbang (Fly Ash) Batu Bara Dengan Metode Metalotermal. *Prosiding Seminar Nasional Kimia 2015*.
- Onojah, A., Amah, A. N., Ayomanor, B. O., 2012. Comparative Studies Of Silicon From Rice Husk Ash And Natural Quartz. *American Journal Of Scientific And Industrial Research*, 3(3),146-149.
- Setiani, A., 2015. Sintesis Cuo/Silika Gel Dari Pasir Kuarsa Dan Aplikasinya Pada Reaksi Oksidasi Fenol. *Skripsi*, Program Sarjana, Universitas Negeri Semarang. Semarang.
- Sulistiyono, E., Sumantri, S., Djusman, S., 2004. Kajian Proses Pembentukan Silika Dan Pengendapan Silika. *Pusat Penelitian Metulargi*, 397-402.
- U.S. Department Of Health And Human Services Public Health Service Agency For Toxic Substances And Disease Registry., 2003. *Toxicological Profile For Fluorides, Hydrogen Fluoride, And Fluorine*. U.S. Department Of Health And Human Services Public Health Service Agency For Toxic Substances And Disease Registry. Atlanta.