

## KAJIAN KUALITAS KOMPOSISI ADSORBEN BERBAHAN BAKU LUMPUR PANAS SIDOARJO

Dwi Hery Astuti, Sani, Arfianti Kurnia Nur Fadilla, Yusril Ihza Mahendra\*),

Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur, Jalan Raya Rungkut Madya Gunung Anyar, Surabaya 60249 Telepon (031) 8782179, Faks (031) 8782257

\*Email : i.yusrilmahendra@gmail.com

### Abstrak

Lumpur panas Sidoarjo dapat dimanfaatkan sebagai adsorben karena memiliki kandungan  $\text{SiO}_2$  sebesar 47,4%. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh waktu aktivasi dan konsentrasi asam sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) pada proses aktivasi terhadap kualitas komposisi produk adsorben. Penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui perbandingan silika ( $\text{SiO}_2$ ) dengan alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) pada produk yang telah dibuat untuk dibandingkan dengan adsorben yang beredar di pasaran. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah aktivasi secara kimia. Aktivasi ini berfungsi untuk memperbesar pori-pori suatu zat menggunakan zat aktivator. Proses aktivasi kimia dilakukan dengan cara mencampur larutan aktivator  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (1N, 2N, 3N, 4N, 5N) dengan serbuk lumpur panas Sidoarjo selama variabel waktu yang ditentukan (1jam; 1,5jam; 2jam; 2,5jam; 3jam) pada suhu  $100^\circ\text{C}$ . Sebelum dan sesudah proses aktivasi, serbuk lumpur panas Sidoarjo dianalisa komposisi dan luas permukaannya. Hasil yang didapatkan setelah proses aktivasi terdapat perubahan persentase antara  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , dan  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , dan juga penambahan luas permukaan pori. Pada data adsorben lumpur panas Sidoarjo dengan aktivator  $\text{H}_2\text{SO}_4$  5N 2,5jam memiliki komposisi  $\text{SiO}_2$  sebesar 78,1%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  sebesar 12%,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  sebesar 5,78% dan luas permukaan sebesar  $170,539 \text{ m}^2/\text{g}$ .

**Kata kunci :** adsorben ; aktivasi ; alumina ; asam sulfat ; lumpur panas Sidoarjo ; silika

## QUALITY STUDY OF ADSORBEN COMPOSITION WITH SIDOARJO HOT MUD

### Abstract

Sidoarjo hot mud can be used as an adsorbent because it has a  $\text{SiO}_2$  content of 47.4%. This study aims to study the effect of activation time and  $\text{H}_2\text{SO}_4$  concentration on the activation process on the quality of the composition of the adsorbent product. This study also aims to determine the comparison of  $\text{SiO}_2$  with alumina  $\text{Al}_2\text{O}_3$  in products that have been made to be compared with adsorbents on the market. The method used in this research is chemical activation. This activation serves to enlarge the pores of a substance using an activator. The chemical activation process is carried out by mixing  $\text{H}_2\text{SO}_4$  activator solution (1N, 2N, 3N, 4N, 5N) with mud powder for a specified time variable (1 hour; 1.5 hours; 2 hours; 2.5 hours; 3 hours) at  $100^\circ\text{C}$ . Before and after the activation, mud powder was analyzed its composition and surface area. The results obtained after the activation process there is a percentage change between  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , and  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , and also the addition of pore surface area. In mud adsorbent data with 2.5N 5 hour  $\text{H}_2\text{SO}_4$  activator has a  $\text{SiO}_2$  composition of 78.1%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  of 12%,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  of 5.78% and a surface area of  $170.539 \text{ m}^2/\text{g}$ .

**Keywords :** activation ; adsorbent ; alumina ; sulfuric acid ; Sidoarjo hot mud ; silica

### PENDAHULUAN

Pada tanggal 29 Mei 2006 menjadi awal mula bencana yang berupa semburan lumpur panas yang terjadi di Porong, Sidoarjo. Hingga kini semburan lumpur panas Sidoarjo tidak menunjukkan penurunannya. Bencana ini pun mengakibatkan kerugian

yang cukup besar, terutama bagi warga Porong, Sidoarjo (Mustopa dan Risanti, 2013).

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi dampak bencana yang ditimbulkan ialah dengan memanfaatkannya. Oleh karena itu diperlukannya penelitian untuk mencari tahu karakteristik serta cara pemanfaatan lumpur panas Sidoarjo agar dapat diolah menjadi barang yang bernilai guna dan

bernilai ekonomi. Berdasarkan penelitian Juniawan dkk (2013) didapatkan bahwasanya lumpur panas Sidoarjo mampu dimanfaatkan sebagai adsorben. Hal ini didasari oleh temuan bahwa lumpur panas Sidoarjo memiliki porositas yang tinggi. Jika suatu zat memiliki porositas yang tinggi maka zat tersebut memiliki daya serap yang tinggi. Selain itu lumpur panas Sidoarjo juga banyak mengandung alumina dan silika yang dapat memperkuat daya serap pada adsorben.

Menurut Delesev (2008) adsorben yang baik memiliki beberapa karakteristik. Berikut karakteristik adsorben yang baik untuk adsorpsi : luas permukaan adsorben, semakin besar luas permukaan semakin besar pula daya adsorpsinya, tidak ada perubahan volume yang berarti saat proses adsorpsi, adsorben yang memiliki tingkat kemurnian tinggi, daya adsorpsinya lebih baik dan jenis/gugus fungsi atom yang ada pada permukaan adsorben. Sifat-sifat atom dipermukaan berkaitan dengan interaksi molekuler antara adsorbat dan adsorben yang lebih besar pada adsorbat tertentu.

Kualitas adsorben pada dasarnya ditentukan oleh perbandingan silika dengan alumina oksida. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Fathoni dan Rusmini (2016), adsorben yang berkualitas baik ialah adsorben yang memiliki perbandingan silika dan alumina oksida berkisar antara 4-5.

Menurut Muljani dan Erliyanti (2018) terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi kualitas adsorben sebagai berikut : ukuran bahan, semakin kecil ukuran adsorben, maka luas permukaan adsorben tersebut semakin besar dan daya serapnya semakin besar, konsentrasi bahan aktivator, bahan kimia yang biasanya dipergunakan sebagai aktivator adalah asam sulfat ( $H_2SO_4$ ), asam klorida ( $HCl$ ), dan asam fosfat ( $H_3PO_4$ ). Semakin besar konsentrasi bahan aktivator, semakin besar pula bahan organik penutup pori-pori yang terlarutkan, tetapi jika terlalu besar dapat merusak struktur adsorben, waktu proses aktivasi, waktu aktivasi akan berpengaruh terhadap kualitas produk adsorben, semakin lama waktu aktivasi pada umumnya jumlah bahan organik penutup pori-pori akan semakin banyak yang larut, tetapi jika waktu aktivasi terlalu lama maka menjadi tidak efisien. Sehingga waktu aktivasi menjadi catatan penting yang harus diperhatikan dikarenakan jumlah alumina oksida yang bereaksi harus dibatasi agar perbandingan silika terhadap alumina oksida tidak terlalu besar dan juga tidak terlalu kecil, proses pencucian, proses pencucian dilakukan setelah proses aktivasi selesai. Proses ini dibutuhkan untuk meningkatkan derajat keasaman (pH) produk adsorben, adsorben yang baik yaitu adsorben yang memiliki pH antara 4,5-5,5.

Untuk menjadikan lumpur panas Sidoarjo sebagai adsorben diperlukannya proses aktivasi yang dilakukan untuk membuka pori-pori suatu zat dengan salah satu caranya ialah memanfaatkan senyawa kimia berupa asam ataupun garamnya sehingga kapasitas adsorpsinya menjadi lebih tinggi (Ma'rifah dkk, 2018).

Penelitian ini diharapkan agar lumpur panas Sidoarjo yang mengandung  $SiO_2$  dan  $Al_2O_3$  yang tinggi dapat menghasilkan adsorben dengan kualitas yang baik melalui proses aktivasi menggunakan  $H_2SO_4$ .

Serta bertujuan untuk mempelajari pengaruh waktu aktivasi dan konsentrasi asam sulfat ( $H_2SO_4$ ) pada proses aktivasi terhadap kualitas komposisi produk adsorben dan untuk mengetahui perbandingan silika ( $SiO_2$ ) dengan alumina ( $Al_2O_3$ ) yang dihasilkan agar dapat dibandingkan dengan adsorben yang beredar di pasaran.

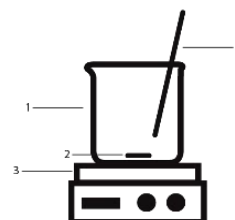
## METODE PENELITIAN

### Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini ialah lumpur panas Sidoarjo yang diambil sekitar  $\pm 400$  meter dari pusat semburan dengan kandungan  $Al_2O_3$  sebesar 14%,  $SiO_2$  sebesar 47,4% dan  $Fe_2O_3$  sebesar 23,6%. Kandungan ini berdasarkan hasil dari analisa XRF yang dilakukan pada bahan baku. Serta bahan lainnya yang digunakan ialah asam sulfat dengan kemurnian 98% dan aquadest.

### Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah heating magnetic stirrer, beaker glass 1000mL, termometer, dan stopwatch digital.



**Gambar 1.** Rangkaian Alat Aktivasi Adsorben

Keterangan :

1. Beaker glass 1000mL
2. Stirrer
3. Heating magnetic
4. Termometer

### Prosedur

Lumpur panas Sidoarjo dicuci dengan air untuk menghilangkan selulosa, kemudian dikeringkan dengan menggunakan oven pada suhu  $60^{\circ}C$ . Setelah kering lumpur panas Sidoarjo digerus. Untuk mendapatkan ukuran butir seragam, serbuk diayak menggunakan ayakan dengan ukuran 100mesh. Lalu serbuk dianalisis dengan metode XRF untuk mengetahui komposisi yang terkandung dalam bahan baku dan analisis BET untuk mengetahui luas permukaan pori bahan baku.

Setelah dilakukannya analisis pada serbuk lumpur panas Sidoarjo, tahap selanjutnya ialah

membuat larutan aktivator H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dengan konsentrasi 1N, 2N, 3N, 4N, 5N. Kemudian dilanjut dengan proses aktivasi, proses aktivasi dilakukan dengan cara mencampur larutan aktivator H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> berbagai konsentrasi tersebut dengan serbuk lumpur panas Sidoarjo. Dalam proses ini serbuk dan zat aktivator diaduk menggunakan heating magnetic stirrer selama variabel waktu yang ditentukan (1jam; 1,5jam; 2jam; 2,5jam; 3jam) pada suhu 100°C.

Setelah proses aktivasi selesai, produk difiltrasi untuk memisahkan filtrat dan endapan. Endapan yang tersaring, dicuci dengan aquadest hingga pH endapan menjadi 4,5-5,5. Selanjutnya endapan dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 100°C dan serbuk difurnace pada suhu 200°C untuk mengoptimalkan pengeringan. Terakhir, serbuk dianalisis dengan metode XRF untuk mengetahui komposisi adsorben dan BET untuk mengetahui luas permukaan pori serbuk lumpur panas Sidoarjo. Terakhir serbuk diuji coba daya serapnya pada minyak jelantah.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

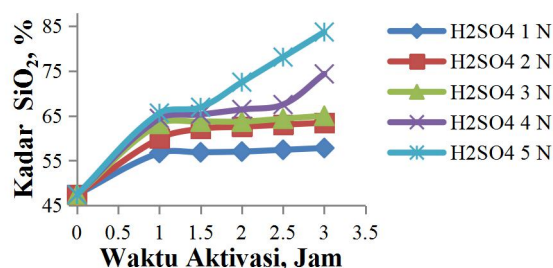
Berdasarkan hasil analisa XRF yang dilakukan pada bahan baku sebelum dilakukannya penelitian, didapatkan kualitas lumpur panas Sidoarjo yang akan dipergunakan sebagai bahan baku adsorben tercantum dalam Tabel 1.

**Tabel 1.** Kualitas Lumpur Panas Sidoarjo

Parameter	Kadar (%)
Silika (SiO <sub>2</sub> )	47,4
Besi II oksida (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	23,6
Alumina (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	14
Kalsium oksida (CaO)	6,06
Kalium oksida (K <sub>2</sub> O)	2,39

Berdasarkan hasil analisis diatas dapat diketahui bahwa lumpur panas Sidoarjo mengandung silika, aluminium oksida, besi II oksida, kalsium oksida dan kalium oksida. Hasil diatas menyimpulkan bahwasanya lumpur panas Sidoarjo dapat dipergunakan sebagai bahan penyerap atau adsorben.

Lumpur panas Sidoarjo sebelum digunakan sebagai media penyerap (adsorben) perlu dilakukan proses aktivasi, proses aktivasi yang dipakai dalam penelitian ini adalah proses aktivasi secara kimia dengan menggunakan asam sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). Rasio jumlah bahan terhadap volume pelarut 1 : 5 atau 100gr serbuk lumpur dan 500mL larutan asam sulfat. Hasil penelitian proses aktivasi lumpur panas Sidoarjo dengan asam sulfat seperti ditunjukkan dalam tabel dan grafik dibawah ini.



**Gambar 1.** Pengaruh Konsentrasi Asam Sulfat dan Waktu Aktivasi Terhadap Kadar Silika (SiO<sub>2</sub>) Dalam Adsorben

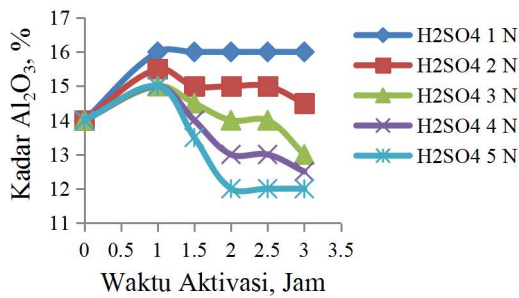
**Tabel 2.** Kadar Silika (SiO<sub>2</sub>) Pada Produk Adsorben

Kons H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (N)	Waktu Aktivasi (Jam)				
	1	1,5	2	2,5	3
1	56,7	56,85	57	57,4	57,8
2	59,95	62,1	62,55	63	63,45
3	63,2	63,7	63,7	64,35	65
4	64,4	65,3	66,4	67,5	74,35
5	65,6	66,9	72,5	78,1	83,7

Berdasarkan data penelitian diatas, kadar silika tertinggi yaitu pada konsentrasi asam sulfat 5N dan waktu aktivasi 3 jam. Dapat diketahui bahwa pada waktu aktivasi yang sama, semakin besar konsentrasi asam sulfat yang dipergunakan sebagai aktivator, kadar silika mengalami kenaikan. Begitu pula pada konsentrasi asam sulfat yang sama, semakin lama waktu aktivasi, kadar silika mengalami kenaikan. Menurut Vogel (1985), silika tidak reaktif terhadap asam kecuali terhadap asam hidrofiorida dan asam phospat



Dalam penelitian ini, diharapkan produk adsorben yang dihasilkan memiliki kadar silika yang tinggi. Sehingga pelarutan sampel dengan asam sulfat dipilih agar dapat memisahkan silika pada sampel dari unsur pengganggu seperti Ca, Fe dan Al. Menurut Vogel (1985), silika memiliki sifat khas yaitu memiliki kelarutan rendah terhadap asam, serta asam dapat melarutkan unsur Fe, Ca dan Al dengan baik sehingga didapatkan silika dengan kadar yang lebih tinggi.



**Gambar 2.** Pengaruh Konsentrasi Asam Sulfat dan Waktu Aktivasi Terhadap Kadar Alumina (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) Dalam Adsorben

**Tabel 3.** Kadar Alumina (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) Pada Produk Adsorben

Kons H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (N)	Waktu Aktivasi (Jam)				
	1	1,5	2	2,5	3
1	16	16	16	16	16
2	15,5	15	15	15	14,5
3	15	14,5	14	14	13
4	15	14	13	13	12,5
5	15	13,5	12	12	12

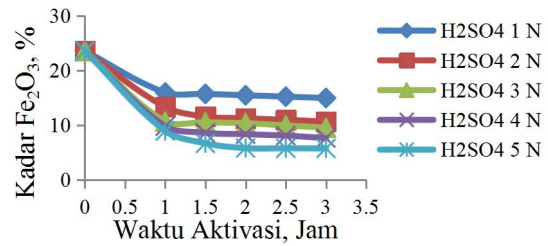
Berdasarkan Ketaren (1985), alumina (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) adalah senyawa yang dapat bereaksi dengan asam. Semakin tinggi konsentrasi asam, maka akan semakin banyak logam yang dapat larut. Hal ini dapat terjadi karena semakin tinggi konsentrasi asam sulfat, maka air yang terlarut dalam asam sulfat semakin kecil. Sehingga daya pelarut dari asam sulfat semakin besar. Penyebab lainnya dikarenakan semakin banyaknya ion H<sup>+</sup> dari larutan asam yang terdifusi, sehingga aluminium dan SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> membentuk larutan Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>



Waktu kontak yang lama antara sampel dengan pelarut akan menghasilkan peningkatan pelarutan dari unsur pengotor. Namun pada tabel terlihat bahwa pelarutan unsur Al cenderung konstan, seperti yang dapat dilihat pada sampel yang diaktivasi dengan konsentrasi aktivator H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 2N dan waktu aktivasi 1,5jam ; 2jam ; dan 2,5jam, didapatkan hasil kadar alumina yang konstan yaitu 15%. Berdasarkan Ketaren (1985), hal ini dikarenakan kemampuan asam sulfat yang tidak terdisosiasi sempurna sehingga tidak mampu menguraikan aluminium oksida menjadi ion Al<sup>3+</sup> seluruhnya.

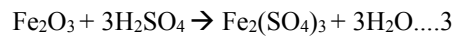
**Tabel 4.** Kadar Besi II Oksida (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) Pada Produk Adsorben

Kons H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (N)	Waktu Aktivasi (Jam)				
	1	1,5	2	2,5	3
1	16	15,75	15,5	15,25	15
2	13,35	11,6	11,3	11	10,7
3	10,7	10,55	10,4	9,98	9,57
4	9,83	8,63	8,37	8,12	7,67
5	8,96	6,71	5,84	5,81	5,78



**Gambar 3.** Pengaruh Konsentrasi Asam Sulfat dan Waktu Aktivasi Terhadap Kadar Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Dalam Adsorben

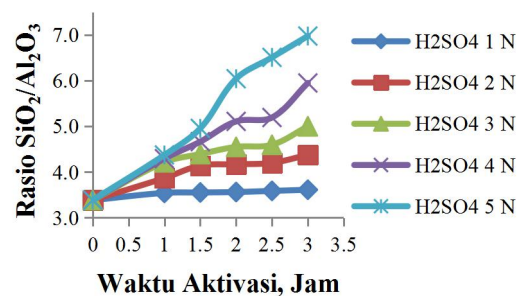
Besi II oksida (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) termasuk dalam senyawa yang dapat bereaksi dengan asam. Semakin tinggi konsentrasi asam, maka akan semakin banyak besi yang dapat larut. Fenomena ini terjadi karena semakin tinggi konsentrasi asam sulfat, maka air yang terlarut dalam asam sulfat semakin kecil. Berdasarkan Vogel (1985), hal ini mengakibatkan daya pelarut dari asam sulfat semakin besar. Serta dikarenakan semakin banyaknya ion H<sup>+</sup> dari larutan asam yang terdifusi, sehingga besi dan SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> membentuk larutan Fe<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>



Sedangkan untuk rasio dari silika dan alumina setelah proses aktivasi didapatkan data sebagai berikut

**Tabel 5.** Rasio Perbandingan Komposisi Silika Terhadap Alumina

Konsentrasi H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (N)	Waktu Aktivasi (Jam)				
	1	1,5	2	2,5	3
1	3,54	3,55	3,56	3,59	3,61
2	3,87	4,14	4,17	4,2	4,38
3	4,21	4,39	4,55	4,6	5
4	4,29	4,66	5,11	5,19	5,95
5	4,37	4,95	6,04	6,51	6,97



**Gambar 4.** Pengaruh Konsentrasi Asam Sulfat Waktu Aktivasi Terhadap Rasio Perbandingan Silika dan Alumina Dalam Adsorben

Menurut Ketaren (1985), bleaching earth atau sering juga disebut dengan bentonit merupakan sejenis tanah liat dengan komposisi utama yang terdiri dari SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, ion Ca<sup>2+</sup>, magnesium oksida dan besi oksida. Daya pemucat bleaching earth disebabkan keberadaan ion Al<sup>3+</sup> pada permukaan partikel penyerap sehingga dapat mengadsorpsi zat warna namun bergantung pada perbandingan Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dan SiO<sub>2</sub>

dalam bleaching earth. Aktivasi menggunakan asam mineral akan menimbulkan reaksi yaitu sebagai berikut :



Berdasarkan reaksi pelarutan diatas, alumina yang dilarutkan dengan asam sulfat akan menghasilkan  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  yang telah kita ketahui dapat digunakan sebagai koagulan. Sehingga selain mengasihkan adsorben, pada proses aktivasi ini dapat menghasilkan produk samping yaitu berupa koagulan. Disamping itu, asam mineral melarutkan  $\text{Al}_2\text{O}_3$  sehingga dapat menaikkan perbandingan jumlah  $\text{SiO}_2$  dan  $\text{Al}_2\text{O}_3$  dari (2–3) : 1 menjadi (5–6) : 1. Sehingga dapat disimpulkan adsorben yang baik yaitu dengan perbandingan silika dan alumina berkisar antara 5 sampai 6. Sedangkan adsorben komersil yaitu bentonit, umumnya memiliki perbandingan silika dan alumina berkisar antara 4-5. Sehingga adsorben hasil dari penelitian ini telah sesuai dengan standard adsorben yang ada di pasaran.

Analisis BET digunakan untuk mengetahui luas permukaan adsorben baik sebelum dan sesudah aktivasi. Dari hasil data tabel diatas, dapat diketahui bahwa proses aktivasi dapat meningkatkan luas permukaan pori adsorben. Sehingga memenuhi karakteristik adsorben yang baik karena semakin besar luas permukaan, maka semakin besar pula daya adsorpsinya yang terjadi pada permukaan adsorben.

**Tabel 6.** Data Hasil Karakteristik BET

Serbuk Lumpur Panas Sidoarjo	Surface Area	Ukuran Pori
Sebelum aktivasi	31,217 m <sup>2</sup> /g	5,67573e+01Å = 5,67573 nm
Sesudah aktivasi (5N 2,5 jam)	170,539 m <sup>2</sup> /g	3,25489e+01Å = 3,25489nm

Luas permukaan adsorben berpori umumnya berkisar antara 100-1000m<sup>2</sup>/g. Artinya, adsorben dari serbuk lumpur panas Sidoarjo yang telah diaktivasi dengan luas permukaan adsorben 170,539 m<sup>2</sup>/g memenuhi standard adsorben komersil. Analisa BET juga memberikan hasil berupa diameter pori. Klasifikasi pori menurut International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC) adalah :

- Pori-pori berdiameter kecil (Mikropores d < 2nm)
- Pori-pori berdiameter sedang (Mesopores 2 < d < 50nm)
- Pori-pori berdiameter besar (Makropores d > 50nm)

Dari data analisis yang didapat maka disimpulkan bahwa adsorben sebelum dan sesudah aktivasi dengan konsentrasi  $\text{H}_2\text{SO}_4$  5N dan waktu aktivasi 2,5jam tergolong memiliki pori-pori berdiameter sedang.

## SIMPULAN

Dari hasil analisis XRF pada produk adsorben berbahan baku lumpur panas Sidoarjo yang telah diaktivasi dengan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  5N 2,5jam memiliki komposisi  $\text{SiO}_2$  sebesar 78,1%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  sebesar 12% dan  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  sebesar 5,78%. Berdasarkan komposisi senyawa tersebut, lumpur panas Sidoarjo dapat dimanfaatkan sebagai bahan adsorben dan termasuk kedalam adsorben Ca-Bentonite. Pada hasil analisis BET, serbuk lumpur panas Sidoarjo sebelum aktivasi memiliki luas permukaan sebesar 31,217 m<sup>2</sup>/g, sedangkan yang telah diaktivasi dengan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  5N dan waktu aktivasi 2,5jam memiliki luas permukaan pori 170,539m<sup>2</sup>/g yang memenuhi standard adsorben komersil. Serta rasio terbaik didapatkan pada proses aktivasi dengan konsentrasi asam sulfat 2-4N dengan waktu aktivasi 2-3jam dan hal ini sesuai dengan rasio standart adsorben yang ada di pasaran. Dan pada pengaplikasian terhadap minyak jelantah terjadi perubahan warna pada minyak dari kuning kecoklatan menjadi kuning pucat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Delesev, Ferdinan. 2008. *Pengujian Alat Pendingin Dua Adsorber Dengan Menggunakan Methanol 1000 Ml Sebagai Refrigeran*. Fakultas Teknik Universitas Indonesia, Depok.
- Fathoni, I., dan Rusmini. 2016. *Pemanfaatan Bentonit Teknis Sebagai Adsorben Zat Warna*. UNESA Journal of Chemistry 5(3): 18-22.
- Juniawan, A., B. Ruhmayati, dan B. Ismuyanto. 2013. *Karakteristik Lumpur Lapindo dan Fluktuasi Logam Berat Pb dan Cu pada Sungai Porong dan Aloo*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Brawijaya, Malang.
- Ketaren, S. 1985. *Pengantar Teknologi Minyak Atsiri*. Jakarta: PN Balai Pustaka.
- Ma'rifah, A. Widodo, Jamaludin, dan Y. Yuyun. 2018. *Pengaruh Penambahan Aktivator dalam Pembuatan Karbon Aktif Ampas Tahu Sebagai Adsorben Minyak Jelantah*. Kovalen 4(1): 88-97.
- Muljani, S., dan N.K Erliyanti. 2018. *Adsorben dari Limbah Industri Keramik untuk Penjernihan CPO*. Seminar Nasional Teknik Kimia Soebardjo Brotohardjono XIV Surabaya. 4 Juli: B.10-1 sampai 10-4.
- Mustopa, R.S., dan R.D. Dewi. 2013. *Karakterisasi Sifat Fisis Lumpur Panas Sidoarjo Dengan Aktivasi Kimia dan Fisika*. Jurnal Teknik Pomits 2(2):256-261.
- Vogel. 1985. *Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Semimikro*. Jakarta: PT Kalman Media Pusaka.

