

## **KARAKTERISASI MINERAL LEMPUNG DESA MAURISU UTARA, KABUPATEN TIMOR TENGAH UTARA TERAKTIVASI KOH SEBAGAI BAHAN BAKU ADSORBEN**

**Maria Magdalena Kolo<sup>1\*</sup>, Matius Stefanus Batu<sup>1</sup>, Metriana Matilda Taus<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Universitas Timor, Kabupaten Timor Tengah Utara-NTT

\*E-mail: mariamagdalenchem89@gmail.com

Riwayat Article

Received: 22 Januari 2023; Received in Revision: 19 Februari 2023; Accepted: 22 Februari 2023

### **Abstract**

The research that has been carried out the aim to determine the effect of variations in the concentration of KOH (Potassium Hydroxide) as an activator on the structure and phase of clay and the effect on acid-base site on clay. This research was conducted at the Laboratory of the Faculty of Agriculture, University of Timor and State University of Malang. Clay in this study was activated using KOH solution with various concentrations of 5%, 10%, 20% and 25% at 300°C calcination temperature. After activated, then the clay will be characterized using X-Ray Fluorescence to know the mineral content that contained in the clay minerals. The determination of the structure and phase of the mineral clay was analyzed using X-Ray Diffraction. To determine the acid-base site of the clay minerals, acidimetry and alkalimetry are used. The results of this study indicate that the largest constituents of clay are  $Al_2O_3$  and  $SiO_2$  and the types of minerals composing these clays are quartz, montmorillonite and kaolinite. The results of subsequent observations, namely paying for acid-base site, showed that the acidity and basicity of the KOH-activated clay had a greater value than the unactivated clay. The highest acidity value was found in the 10% KOH concentration variation of 2 mmol/g, while the highest alkalinity value was found in the 25% KOH concentration variation of 1,875 mmol/g. Based on the results of research conducted, this clay mineral can be used as a raw material for making adsorbents.

Keywords: Adsorbent, Activation, KOH, Clay

### **Abstrak**

Penelitian yang telah dilakukan bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi konsentrasi KOH (Kalium Hidroksida) sebagai aktivator terhadap struktur dan fasa pada lempung dan pengaruh terhadap situs asam basa pada lempung. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Fakultas Pertanian, Universitas Timor dan Laboratorium Universitas Negeri Malang. Lempung pada penelitian ini diaktivasi menggunakan larutan KOH dengan variasi konsentrasi 5 %, 10%, 20% dan 25% pada suhu kalsinasi 300°C. Lempung yang telah diaktivasi selanjutnya dikarakterisasi menggunakan X-Ray Fluorescence untuk mengetahui kandungan mineral yang terdapat di dalam mineral lempung. Penentuan struktur dan fasa dari mineral lempung tersebut dianalisis menggunakan X-ray Diffraction. Untuk menentukan situs asam basa dari mineral lempung tersebut, dilakukan menggunakan metode asidimetri dan alkalimetri. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa senyawa terbesar penyusun lempung adalah  $Al_2O_3$  dan  $SiO_2$  serta jenis mineral-mineral penyusun lempung tersebut yaitu Kuarsa, montmorillonite dan kaolinit. Hasil pengamatan selanjutnya yaitu penentuan situs asam basa menunjukkan bahwa keasaman dan kebasaaan lempung yang teraktivasi KOH memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan dengan lempung tanpa aktivasi. Nilai keasaman tertinggi terdapat pada variasi konsentrasi KOH 10% sebesar 2 mmol/g, sedangkan nilai kebasaaan tertinggi terdapat pada variasi konsentrasi KOH 25% yaitu sebesar 1,875 mmol/g. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan maka mineral lempung ini dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan adsorben.

Keywords: Adsorben, Aktivasi, KOH, Lempung

## 1. Introduction

Lempung merupakan jenis mineral alam yang terbentuk dari partikel-partikel kecil dengan ukuran partikelnya kurang dari 0,002 mikrometer (Darwanta *et al.* 2019). Partikel-partikel kecil ini yang akan menyebabkan lempung memiliki sifat plastis sehingga mudah dibentuk bila dicampur dengan air. Lempung akan memiliki struktur yang keras apabila berada dalam keadaan kering dan akan bersifat plastis apabila mengandung kadar air tertentu. Apabila lempung memiliki kandungan air yang lebih tinggi, maka lempung tersebut akan memiliki sifat mudah lengket dan sangat lunak atau bersifat kohesif. Sifat kohesif dari lempung menunjukkan bahwa partikel-partikel lempung saling melekat satu dengan yang lainnya, sedangkan sifat plastisitas dari lempung menunjukkan keadaan elastis dari lempung yang memungkinkan bentuk dari lempung berubah-ubah tanpa kembali ke bentuk semula dan tanpa terjadi retakan-retakan atau pecahan-pecahan (Sutanto, 2005). Sifat lain dari lempung yaitu mudah mengembang karena kandungan air yang tinggi dan akan mengalami penyusutan apabila kehilangan kandungan air (Yuliet *et al.* 2011). Lempung dapat menyerap atau melepaskan ion karena lempung sendiri memiliki luas permukaan yang tinggi serta juga memiliki kapasitas tukar kation yang besar (Sutanto, 2005), (Djomgoue dan Njopwouo, 2013).

Lempung terbentuk dari hasil pelapukan batuan keras yang diendapkan di tempat yang lebih rendah akibat pergerakan air dan angin. Hasil dari proses pelapukan batuan keras umumnya memiliki bentuk dan warna yang berbeda tergantung dari jenis batuan keras yang mengalami pelapukan. Umumnya batuan-batuan keras yang membentuk lempung diantaranya seperti andesit, basalt, granit dan lain-lain. Batuan keras granit akan menghasilkan lempung warna putih sedangkan basalt atau andesit akan menghasilkan lempung berwarna merah (Gonggo *et al.* 2013). Warna lempung yang terbentuk secara alami akan dipengaruhi oleh unsur-unsur dan jenis mineral yang terkandung dalam lempung tersebut. Lempung mengandung berbagai jenis mineral penyusunnya diantaranya kaolinit, haloisit, klorit, illit dan montmorilonit. Montmorilonit mempunyai kemampuan untuk mengembang, mudah berinterkalasi dengan senyawa organik dan merupakan kelompok mineral filosilikat. Montmorilonit dengan rumus umum  $Al_2O_3 \cdot 4SiO_2 \cdot H_2O + xH_2O$  juga memiliki kapasitas tukar kation yang tinggi (Lubis, 2007). Kaolinit adalah mineral yang berwarna putih atau kekuning-kuningan. Kaolinit dengan komposisi  $Al_4Si_4O_{10}(OH)_8$  mengandung butiran yang sangat halus, lunak dan kurang plastis bila dicampur dengan air. Kaolinit memiliki kapasitas tukar kation yang rendah, dan luas permukaan yang rendah (Darwanta *et al.* 2019).

Pemanfaatan lempung telah banyak dikembangkan oleh industri besar dan industri kecil yaitu sebagai bahan baku keramik dan biasa digunakan oleh pengrajin sebagai porselen untuk dijadikan hiasan rumah (Hastutiningrum, 2013). Selain digunakan sebagai bahan industri dan kerajinan, lempung juga dimanfaatkan sebagai bahan untuk kosmetik dan farmasi. Lempung telah banyak dimanfaatkan dalam berbagai industri seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan mengenai manfaat lempung itu sendiri. Saat ini lempung sudah banyak dimanfaatkan sebagai adsorben (Bahri *et al.* 2010), sebagai penyangga katalis (Lubis, 2009), sebagai penukar ion serta masih banyak pemanfaatan lain dari mineral lempung yang tergantung dari sifat meneralnya (Khairi *et al.* 2004). Pemanfaatan lempung sebagai katalis, adsorben dan resin penukar kation, harus dimodifikasi karena lempung memiliki beberapa kelemahan diantaranya nilai kapasitas tukar kation yang rendah, mengandung banyak pengotor dan masih memiliki molekul air yang terdapat pada rongga lempung yang menyebabkan pori-porinya kecil (Laili *et al.* 2014).

Kabupaten Timor Tengah Utara memiliki lempung alam yang tersebar luas, khususnya di Kecamatan Insana Utara, Kecamatan Miomaffo Timur, Desa Haumeni dan Desa Maurisu Utara. Masing-masing wilayah ini mempunyai lempung yang berbeda-beda, dimana warna abu-abu kehitaman terdapat di Desa Fafinesu A dan warna merah terdapat di Desa Maubesi kemudian warna putih terdapat di Haumen. Pemanfaatan lempung di Kabupaten Timor Tengah Utara masih sebatas pembuatan batu bata karena kurangnya pengetahuan mengenai pemanfaatan lempung. Untuk mengetahui pemanfaatan lempung sebagai bahan baku industri, maka terlebih dahulu diketahui, jenis mineral, struktur mineral dan komposisi kimia serta sifat fisika kimia yang terkandung di dalam lempung tersebut. Desa Maurisu Utara sebagian wilayahnya terdapat lempung, tetapi lempung di Desa ini belum dimanfaatkan oleh masyarakat setempat dan belum ada penelitian mengenai lempung tersebut.

Berdasarkan uraian di atas dilakukan penelitian karakterisasi lempung yaitu lempung merah yang tersebar luas di Kabupaten Timor Tengah Utara khususnya di Desa Maurisu Utara. Karakterisasi lempung merah ini untuk mengetahui komposisi, struktur dan fasa serta situs asam basa sehingga lempung ini bisa dimanfaatkan sebagai adsorben.

## 2. Methodology

Penelitian ini sudah dilaksanakan pada Bulan Maret 2022. Penelitian dilakukan di Laboratorium Fakultas Pertanian, Universitas Timor untuk preparasi sampel, aktivasi lempung menggunakan KOH, penentuan situs asam basa serta karakterisasi menggunakan *instrumen X-Ray diffraction (XRD) dan X-Ray Fluorescence* di Universitas Negeri Malang.

### Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah XRD, XRF, timbangan analitik, seperangkat alat gelas, mortar, oven, tanur, cawan petri, seperangkat alat titrasi, ayakan 100 mesh, sedangkan bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah lempung alam, HCl 0,05M, NaOH 0,05M, aquades, kertas saring, KOH dan indikator fenolftalein.

### Prosedur kerja

#### Preparasi sampel

Mineral lempung diambil dari Desa Maurisu Utara Kecamatan Bikomi Selatan dikeringkan kemudian dihaluskan menggunakan mortar dan dilarutkan dengan aquades, campuran diaduk hingga semua lempung terlarut. Selanjutnya didiamkan selama 15 menit hingga terjadi pemisahan. Larutan disaring menggunakan kertas saring untuk mendapatkan lempung murni, kemudian dioven dengan suhu 105°C selama 4 jam. Sampel yang telah dikeringkan, kemudian digerus menggunakan mortar dan diayak menggunakan ayakan lolos 100 mesh. Hasil ayakan kemudian dikarakterisasi menggunakan instrumen XRD dan XRF.

#### Aktivasi Lempung Menggunakan Variasi Konsentrasi KOH

25 g mineral lempung alam yang telah diayak ditambahkan larutan KOH dengan variasi konsentrasi 5%, kemudian dilanjutkan dengan perendaman selama 3 jam. Selanjutnya larutan yang telah diaktivasi tersebut disaring untuk memperoleh endapan. Selanjutnya endapan yang dihasilkan dikeringkan di dalam oven pada suhu 150°C. Kemudian sampel didinginkan dan dilanjutkan dengan kalsinasi pada suhu 300°C selama 3 jam. Sampel yang telah dikalsinasi didinginkan dan selanjutnya dilakukan karakterisasi dengan XRD untuk mengetahui struktur dan fasa mineral lempung serta pengujian XRF untuk menentukan komposisi senyawa yang terdapat dalam mineral lempung tersebut. Langkah yang sama dilakukan juga untuk masing-masing variasi konsentrasi KOH yaitu 10%, 20% dan 25% (Laili *et al.* 2014).

#### Penentuan situs asam basa lempung

Penentuan situs asam basa dari lempung dilakukan menggunakan metode titrasi asimetri dan alkalimetri. Mula-mula diambil sejumlah 0,2 g lempung teraktivasi KOH 10% secara terpisah dan di kontakkan dengan masing-masing larutan NaOH 0,05 M dan larutan HCl 0,05 M selama 24 jam. Hasil perendaman tersebut selanjutnya disaring dan diperoleh filtrat dan residu. Filtrat yang diperoleh ditambahkan 3 tetes indikator fenolftalein kemudian dilakukan proses titrasi asam basa. Proses titrasi asam basa dilakukan pengulangan sebanyak tiga kali. Banyaknya asam atau basa yang terserap sebanding dengan jumlah situs asam basa pada lempung tersebut. Proses titrasi asidi dan alkalimetri untuk penentuan situs asam basa dilakukan untuk setiap lempung yang telah diaktivasi untuk masing-masing variasi konsentrasi aktivator.

## 3. Results and Discussion

Lempung dalam penelitian ini diambil dari Desa Maurisu Utara yang mana lempungnya berwarna merah. Lempung yang diperoleh dicuci dengan aquades untuk menghilangkan pengotor - pengotor yang ada pada mineral lempung alam, kemudian disaring dan dikeringkan pada suhu 150°C untuk menghilangkan partikel air dalam mineral lempung alam. Selanjutnya digerus untuk memperkecilkan ukuran lempung. Aktivasi mineral lempung alam dilakukan dengan penambahan larutan KOH dengan variasi konsentrasi 5%, 10%, 20% dan 25%. Tujuan dilakukan aktivasi ini adalah untuk melarutkan dan menghilangkan pengotor-pengotor yang ada dalam mineral lempung alam (Auliah 2009) (**Gambar 1**). Selain itu, aktivasi juga bertujuan untuk memperbesar luas permukaan dan meningkatkan situs asam basa sehingga lempung bisa digunakan sebagai adsorben (Suarya, 2008).



Gambar 1. Lempung teraktivasi KOH dengan berbagai variasi aktivator

### 3.1 Karakterisasi Mineral Lempung Alam Teraktivasi KOH menggunakan X-Ray Fluoresense

Karakterisasi mineral lempung alam sebelum dan sesudah aktivasi menggunakan XRF bertujuan untuk mengetahui kandungan oksida dalam mineral lempung alam. Pada penelitian ini karakterisasi mineral lempung alam sebelum dan sesudah aktivasi menggunakan larutan KOH dengan konsentrasi 5%, 10%, 20% dan 25%. Hasil yang diperoleh dapat dilihat pada **Tabel 1**.

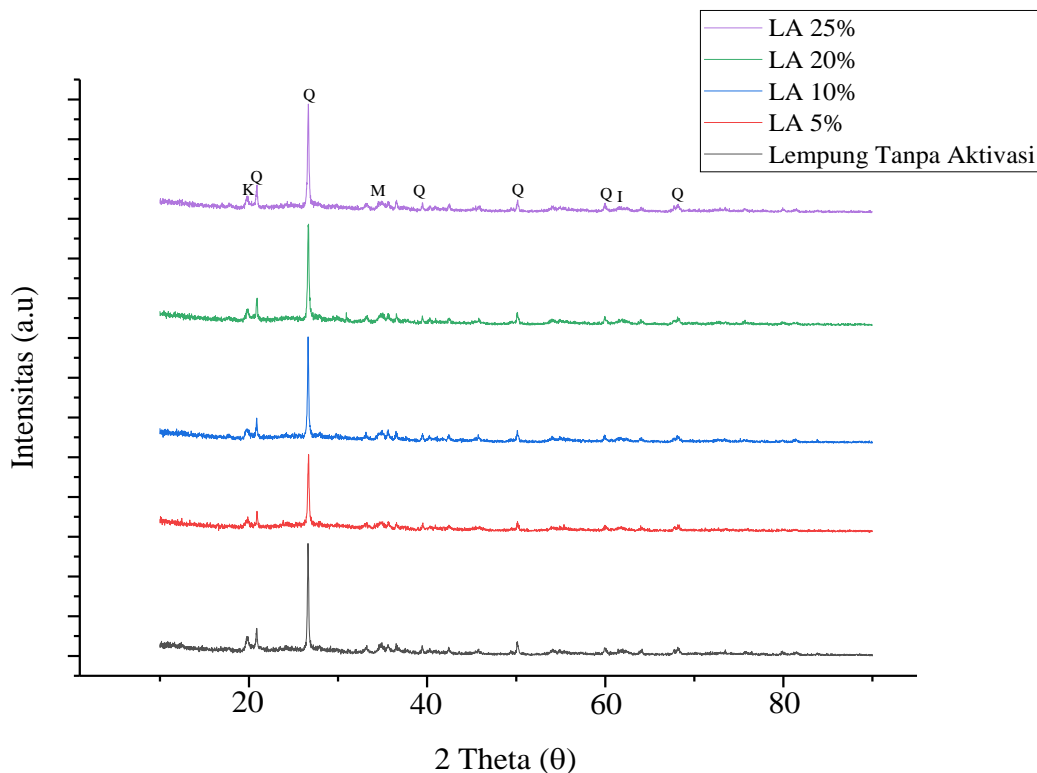
**Tabel 1.** Hasil analisis kandungan oksida dalam lempung menggunakan XRF  
Persentase (%)

Oksida	Lempung tanpa aktivasi	Lempung teraktivasi KOH 5%	Lempung teraktivasi KOH 10%	Lempung teraktivasi KOH 20%	Lempung teraktivasi KOH 25%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12	11	13	13	12
SiO <sub>2</sub>	51,5	43,2	47,1	48,8	49,6
K <sub>2</sub> O	4,83	19,3	13,9	10,2	10,1
CaO	1,11	-	-	1,30	1,35
TiO <sub>2</sub>	1,16	1,0	1,02	1,08	1,08
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,04	0,04	0,04	0,03	0,04
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,070	0,069	0,068	0,073	0,065
MnO	0,27	0,24	0,22	0,24	0,25
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	28,04	24,0	23,7	24,2	24,6
NiO	0,03	0,03	0,02	0,03	0,02
CuO	0,078	0,063	0,067	0,068	0,071
ZnO	0,081	0,070	0,063	0,063	0,072
Rb <sub>2</sub> O	0,18	0,13	0,15	0,16	0,16
SrO	-	-	0,16	-	-
BaO	0,0	0,09	0,05	-	0,04
Eu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,31	0,26	0,28	0,26	0,27
Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,06	0,04	0,04	0,03	0,02
Re <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	0,08	0,04	0,07	0,07	0,05

Berdasarkan hasil karakterisasi mineral lempung alam menggunakan XRF pada **Tabel 1**, menunjukkan bahwa mineral lempung alam memiliki kandungan oksida yang banyak. Namun, yang menjadi komponen utama pembentukan mineral lempung alam adalah  $\text{Al}_2\text{O}_3$  dan  $\text{SiO}_2$ . Pada mineral lempung alam teraktivasi KOH 5% oksida  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ , penurunan. Hal ini disebabkan karena oksida  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$  larut dalam KOH 5%. Pada lempung aktivasi KOH 10% oksida  $\text{Al}_2\text{O}_3$  mengalami peningkatan. Hal ini dikarenakan oksida  $\text{Al}_2\text{O}_3$  tidak larut dalam KOH sedangkan  $\text{SiO}_2$  mengalami penurunan. Lempung aktivasi KOH 20% oksida  $\text{Al}_2\text{O}_3$  mengalami peningkatan sedangkan  $\text{SiO}_2$  mengalami penurunan. Pada lempung aktivasi 25% oksida  $\text{Al}_2\text{O}_3$  dan  $\text{SiO}_2$  mengalami penurunan (Hakim, 2019).

### 3.2 Karakterisasi Mineral Lempung Alam Teraktivasi KOH Menggunakan X-Ray Diffraction

Hasil karakterisasi mineral lempung alam menggunakan XRD terhadap lempung dari Desa Maurisu Utara yang diaktivasi dengan larutan KOH yang dikalsinasi pada suhu  $300^\circ\text{C}$  selama 3 jam dengan variasi konsentrasi KOH 5% (Lempung teraktivasi 5%), 10% (Lempung teraktivasi 10%), 20% (Lempung teraktivasi 20%) dan 25% (Lempung teraktivasi 25%) ditunjukkan pada **Gambar 2**.

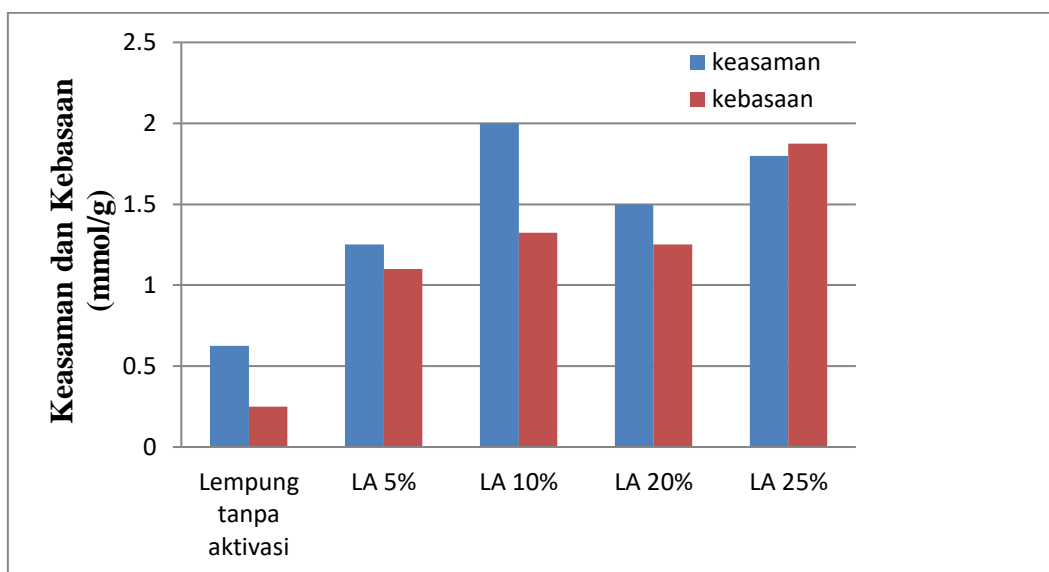


**Gambar 2.** Hasil analisis X-ray Diffraction dari lempung alam teraktivasi KOH untuk masing-masing variasi 5%, 10%, 20% dan 25%

Berdasarkan difraktogram pada **Gambar 2**, menunjukkan bahwa mineral lempung alam tanpa aktivasi mineral lempung alam teraktivasi memiliki puncak difraksi pada sudut  $2\theta$  yang tidak berbeda secara signifikan. Mineral lempung alam Desa Maurisu Utara merupakan jenis mineral monomilorit, kaolinit, kuarsa dan illit. Puncak serapan tertinggi dari mineral lempung alam tanpa aktivasi dan mineral lempung alam yang teraktivasi dengan larutan KOH adalah kuarsa yaitu pada sudut  $2\theta = 26,6378^\circ; 26,6880^\circ; 26,6393^\circ; 26,6711^\circ; 26,6667^\circ$  dengan nilai d-spacing  $3,34 \text{ \AA}$ . Hal ini sesuai dengan laporan Sirappa dan Sastiono (2002) mengenai nilai d-spacing kuarsa berkisar dari 3,35-4,25. Serapan kuarsa dari kelima sampel lempung alam tersebut juga muncul pada sudut  $2\theta$  sekitar  $20^\circ, 39^\circ, 42^\circ, 50^\circ, 59^\circ$  dan  $68^\circ$  sudut-sudut tersebut menunjukkan puncak serapan kuarsa yang dicocokkan dengan data penelitian Pertama *et al.* (2014). Pada sudut  $2\theta$  Aktivasi menggunakan KOH dan kalsinasi pada suhu  $300^\circ\text{C}$  tidak dapat mengubah mineral-mineral di dalam lempung alam ini (Yanti dan Mukthar, 2015), mengingat mineral-mineral lempung alam tidak terdegradasi pada saat pemanasan (Mustopa dan Risanti, 2013).

### 3.3 Penentuan situs Asam dan Basa Mineral Lempung Alam

Penentuan situs asam dan basa pada mineral lempung ditujukan untuk mengetahui seberapa banyak asam atau basa yang terserap pada permukaan lempung tersebut. Penentuan situs asam basa lempung ini dilakukan menggunakan metode asidimetri. Hasil analisis terlihat pada **Gambar 3** dan **Tabel 2**



**Gambar 3.** Diagram nilai keasaman dan kebasaan lempung tanpa aktivasi dan lempung teraktivasi KOH 5%, 10%, 20% dan 25%

**Tabel 2.** Nilai Situs asam basa dari lempung teraktivasi KOH

Lempung	Keasaman (mmol/g)	Kebasaan (mmol/g)
Lempung tanpa aktivasi	0,625	0,25
LA 5 %	1,25	1,1
LA 10 %	2	1,325
LA 20 %	1,25	1,5
LA 25 %	1,8	1,875

Berdasarkan diagram diatas dapat dilihat bahwa keasaman lempung mengalami peningkatan dari 0,625 mmol/g sampai 2 mmol/g. Keasaman tertinggi lempung pada konsentrasi KOH 10%. Peningkatan keasaman lempung disebabkan karena adanya pemanasan pada suhu 300°C sehingga mengalami pelepasan proton akibat kondensasi -OH. Pelepasan proton tersebut menyebabkan jumlah situs asam bronsted semakin bertambah (Sari *et al.* 2013). Berdasarkan hasil yang diperoleh jumlah situs asam basa terendah diperoleh pada lempung tanpa aktivasi. Keasaman lempung yang didapatkan cukup tinggi jika dibandingkan dengan hasil penelitian oleh Musyahada (2010), yaitu 1,0 mmol/g. Pada **Gambar 3** dan **Tabel 2** terlihat bahwa nilai kebasaan pada mineral lempung alam teraktivasi KOH mengalami peningkatan dari 0,25 mmol/g sampai 1,875 mmol/g. Kebasaan tertinggi mineral lempung alam pada konsentrasi KOH 25% dan terendah pada lempung tanpa aktivasi. Hal ini disebabkan karena semakin besar konsentrasi KOH yang digunakan maka lempung aktivasi dengan KOH mempunyai kation K<sup>+</sup> yang banyak pada permukaan untuk menggantikan ion hidrogen sehingga terjadi peningkatan kebasaan (Laili *et al.* 2014). Meningkatnya jumlah ion yang bermuatan positif (kation) pada struktur lempung maka dapat meningkatkan pula jumlah ion dalam hal ini kation yang dapat dipertukarkan dari mineral lempung tersebut. Menurut Dewi *et al.* (2017) peningkatan jumlah keasaman kebasaan mineral lempung alam ini memiliki potensi untuk dijadikan sebagai katalis dan adsorben.

## 4. Conclusion

Berdasarkan hasil yang diperoleh maka dapat disimpulkan:

1. Hasil karakterisasi kandungan mineral lempung alam teraktivasi KOH dengan variasi konsentrasi KOH 5%, 10%, 20%, 25% menggunakan XRF menunjukkan mineral yang menjadi komponen utama pembentukan mineral lempung alam adalah Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dan SiO<sub>2</sub>.

Hasil karakterisasi struktur dan fasa mineral lempung menggunakan XRD menunjukkan jenis mineral kuarsa yaitu pada sudut  $2\theta = 26,6378^\circ; 26,6880^\circ; 26,6393^\circ; 26,6711^\circ; 26,6667^\circ$  dengan nilai d-spacing 3,34 Å.

2. Variasi konsentrasi KOH mempengaruhi nilai situs asam basa dimana Keasaman lempung tertinggi pada konsentrasi KOH 10% sebesar 2 mmol/g, sedangkan nilai kebasaaan lempung yang tertinggi terdapat pada lempung teraktivasi KOH 25% yaitu sebesar 1,875 mmol/g. Hal ini menunjukkan bahwa lempung dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan adsorben.

## 5. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh maka disarankan pada peneliti selanjutnya untuk melakukan analisis luas permukaan lempung dan penentuan kapasitas tukar kation dari lempung alam teraktivasi KOH

## References

- Auliah, Army., (2009). *Lempung Aktif Sebagai Adsorben Ion Fosfat Dalam Air*, *Jurnal Chemical*, 10, no. 2 (Desember 2009): 14–23.
- Bahri, Sayiful, Muhdarina, and A Fitrah. (2010). *Lempung Alam Termodifikasi Sebagai Adsorben Learutan Anorganik: Kesetimbangan Adsorpsi Lempung Terhadap Ion Cu*, *Jurnal Sains dan ternologi*, 9, no. 1 : 9–13.
- Darwanta, Suwito, and Husna Fatimah. (2019). *Karakterisasi Lempung Alam Asal Distrik Tanah Miring Kabupaten Merauke Sebagai Adsorben Bleaching CPO (Crude Palm Oil)*, *Jurnal Kimia*, 3, no. 1: 35–42.
- Dewi, Ni Putu Widya Tironika, and I Nengah Simpen. (2017). *Modifikasi Lempung Bentonit Teraktivasi Asam Dengan Benzalkonium Klorida Sebagai Adsorben Zat Warna Rhodamine B*, *Jurnal Kimia*, Januari 26, 2017.
- Djomgoue, Paul, and Daniel Njopwouo. (2013). *FT-IR Spectroscopy Applied for Surface Clays Characterization*, *Journal of Surface Engineered Materials and Advanced Technology* 03, no. 04: 275–82. <https://doi.org/10.4236/jsemat.2013.34037>.
- Gonggo, Siang Tandi, Fina Edyanti and Suherman. (2013). *Karakterisasi Fisikokimia Mineral Lempung Sebagai Bahan Dasar Industri Keramik di Desa Lembah Bomban Kecamatan Bolano Lambanu Kabupaten Parigi Moutong*, *Jurnal Akademika Kimia* 2, no. 2. (May 27, 2013): 105-113. ISSN 2302-6030.
- Hakim, Luqman, Made Dirgantara, and Muhammad Nawir. (2019). "Karakterisasi Struktur Material Pasir Bongkahan Galian Golongan C Dengan Menggunakan X-Ray Diffraction (X-RD) Di Kota Palangkaraya", *Jurnal Jejaring Matematika dan Sains* 1, no. 1 (September 28, 2019): 44–51. <https://doi.org/10.36873/jjms.v1i1.136>.
- Hastutiningrum, Sri. (2013), *Proses Pembuatan Batu Bata Berpori dari Tanah Liat dan Kaca*, *Jurnal teknologi technosciantia*, 5, no. 2 (February 2013): 200–206.
- Khairi, Rahmani dan Mawaddah. (2004), *Uji Daya Serap Kristobalitalam Jaboi Sabang Nangroe Aceh Darussalam Terhadap Ion Logam Fe<sup>3+</sup>*, 2004 8, no. 1 : 8–11.
- Laili, Rahmatul. (2014), *Karakterisasi Lempung Cengar Aktivasi KOH Kalsinasi pada 300° C*, *JOM FMIPA* 1, no. 2.
- Lubis, Surya. (2007). "Preparasi Bentonit Terpilar Alumina dari Bentonit Alam dan Pemanfaatannya sebagai Katalis pada Reaksi Dehidrasi Etanol, 1-Propanol serta 2-Propanol" 6, no 2 :77-81. ISSN 1412-5064.

- Lubis, S. 2009. Preparasi Katalis Cu/Silika Gel dari Kristobalit alam Sabang serta Uji Aktivitasnya pada reaksi dehidrogenasi etanol. *Jurnal rekayasa kimia dan lingkungan*. 7, no 1: 29-35.
- Mustopa, R.S. & Risanti, D.D. (2013). Karakterisasi sifat fisis lumpur panas Sidoarjo dengan aktivasi kimia dan fisika. *Jurnal Teknik ITS*. 2, no 2: 256-261.
- Musyadah, F.N. (2010). Karakter Kapasitas Kation, Luas Permukaan dan Keasaman Lempung yang dimodifikasi menggunakan ion keggin. *Skripsi*. Jurusan Kimia FMIPA. Universitas Riau, Pekanbaru.
- Pertama, D. Y., Hamdi., and Akman. (2014). Identifikasi Jenis Mineral Magnetik Guano dari Gua Bau-Bau Kalimantan Timur Menggunakan X-Ray Diffraction (XRD). *Pillar of Physics* :25-31.
- Sari, D. (2013). Karakterisasi Lempung Palas yang Diaktivasi dengan NaOH Secara Impregnasi. *Skripsi*. Universitas Riau-FMIPA-Kimia : Pekanbaru.
- Sirappa, M.P and Sastiono, A. (2002). Analisis mineral lempung tanah regosol Lombok dengan tanah. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*. 3, no 2 :1-6.
- Suarya, P. (2008). "Adsorpsi Pengotor Minyak Daun Cengkeh Oleh Lempung Teraktivasi Asam." *JURNAL KIMIA*. 2 no 1: 19-24. Bukit Jimbaran: Jurusan kimia FMIPA Universitas Udayana.
- Sutanto, R. (2005). *Dasar-Dasar Ilmu Tanah : Konsep Dan Kenyataan*. Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Yanti, P.H. dan Mukthar, A., (2015). "Karakterisasi Lempung Alam Desa Gema Teraktivasi Fisika". *jurnal chem prog*, 8 no 1
- Yuliet, R., Hakam, A., Febrian, G. (2011). Uji Potensi mengembang pada tanah lempung dengan metoda free swelling test. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 7, no 1 :25-36.
- Yusuf, A F, and Maryun Supardan. (2003). "Inventarisasi Bahan Galian Non Logam di Daerah Kabupaten Timor Tengah Utara, Propinsi Nusa Tenggara Timur". Kolokium Hasil Kegiatan Inventarisasi Sumber Daya Mineral – *DIM, TA* :1-12.