

Preprasi dan Karakterisasi Tanah Laterit Menggunakan Aktivator Asam Fluorida

Milatun Nasihah¹, Didik Krisdiyanto¹, Pedy Artsanti¹

¹, Program Studi Kimia Fakultas sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
Email : didik_kris@yahoo.com

Abstrak

Tanah Laterit merupakan tanah merah yang banyak dijumpai di Indonesia dan telah diketahui kandungannya yaitu silika oksida (SiO₂), alumunium oksida (Al₂O₃), dan hidroksida (OH⁻). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh aktivasi tanah laterit menggunakan aktivator asam fluorida. Penelitian ini dilakukan dengan cara tanah laterit diaktivasi menggunakan asam fluorida dan dikarakterisasi menggunakan instrumen difraksi sinar-X, spektroskopi inframerah, dan analisis serapan gas. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa jenis mineral tanah laterit yaitu kaolinit, metahalosit, dan kuarsa. Berdasarkan hasil analisis menggunakan difraksi sinar-X dan spektroskopi inframerah diketahui bahwa jenis kristal dan gugus fungsional sebelum dan sesudah aktivasi tidak berbeda secara signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa aktivasi tidak akan merusak struktur tanah laterit. Sedangkan, berdasarkan analisis dengan serapan gas diketahui bahwa tanah laterit mengalami kenaikan pada luas permukaan, volume pori, jari-jari pori, dan distribusi ukuran pori secara berurutan yaitu 43,536 m² g⁻¹ menjadi 52,566 m² g⁻¹, 1,828×10⁻⁰¹ cc g⁻¹ menjadi 2,721×10⁻⁰¹ cc g⁻¹, dan 8,39707×10¹ Å menjadi 10,3526×10¹ Å.

Kata kunci: Tanah laterit, aktivasi, asam fluorida

I. Pendahuluan

Keberadaan tanah laterit cukup melimpah dan mudah ditemukan di alam terutama di daerah tropis, seperti Indonesia. Akan tetapi, masyarakat Indonesia masih sedikit yang memanfaatkan tanah laterit karena sifat tanah laterit yang kurang subur sehingga kurang cocok untuk pertanian. Disamping itu, karena masyarakat juga belum mengetahui manfaat tanah laterit. Tanah laterit mengandung silika oksida (SiO₂), alumunium oksida (Al₂O₃) dan hidroksida (OH⁻). Horizon oksida yang kaya silika atau alumina atau keduanya merupakan ciri utama tanah laterit. Komposisi tanah laterit secara umum mengandung kristal kaolinit dan metahalosit [1] [2].

Tanah laterit dapat diolah menghasilkan berbagai macam produk sesuai kriteria penggunaannya dengan teknologi yang canggih. Sehingga tanah laterit mempunyai prospek yang cukup baik untuk lebih dikembangkan di masa mendatang. Tanah laterit mempunyai sifat yang fleksibel artinya dapat diubah sedemikian rupa sesuai dengan kebutuhan. Hal ini disebabkan tanah laterit mempunyai kation yang dapat dipertukarkan dengan kation lain. Kemampuan tersebut menjadikan tanah laterit dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan, salah satunya sebagai adsorben. Tanah laterit dapat berfungsi

sebagai adsorben yang baik dan dapat berperan aktif apabila telah diaktifkan. Aktivasi tanah laterit dapat dilakukan secara fisika dan kimia. Aktivasi secara fisika dilakukan dengan cara penggerusan, pengayakan, dan pemanasan tanah laterit untuk memperbesar luas permukaan sedangkan, aktivasi secara kimia dilakukan dengan cara mereaksikannya dengan berbagai bahan kimia, salah satunya asam. Salah satu asam yang dapat digunakan adalah asam fluorida yang dapat bereaksi dengan silika, salah satu bahan utama yang terkandung dalam tanah laterit.[3] [4] [5].

Beberapa penelitian terdahulu untuk meneliti potensi tanah laterit sebagai adsorben yang diaktivasi dengan asam fluorida belum pernah dilakukan, sehingga perlu dilakukan penelitian untuk menguji potensi tanah laterit sebagai adsorben yang diaktivasi dengan asam fluorida. Oleh sebab itu, akan dilakukan penelitian untuk mengetahui jenis kristal, gugus-gugus fungsional, luas pori, volume pori, jari-jari pori, dan distribusi ukuran pori tanah laterit melalui aktivasi asam fluorida. Pemilihan asam fluorida sebagai aktivator didasarkan pada fakta bahwa asam fluorida dapat bereaksi dengan silika yang terkandung dalam tanah laterit, sehingga diharapkan akan diperoleh peningkatan luas pori, volume pori, jari-jari pori, dan distribusi ukuran pori tanah laterit.

Sejauh ini, penelitian untuk mengetahui potensi tanah laterit sebagai adsorben yang diaktivasi menggunakan asam fluorida belum pernah dilakukan. Akan tetapi, penelitian untuk mengetahui potensi tanah laterit sebagai adsorben yang diaktivasi menggunakan aktivator lain, yaitu asam klorida. Melalui teknik *shrinkage core* sebagai reaksi kontrolnya, diketahui bahwa tanah laterit mengalami peningkatan komposisi mineral, pori-pori, dan luas permukaan. Data yang diperoleh adalah energi aktivasi sebelum dan sesudah aktivasi pada tanah laterit masing-masing yaitu 71,7 kJ mol⁻¹ dan 65,2 kJ mol⁻¹. Penelitian lainnya yang dilakukan oleh Musa Alhassan dan Alhaji Mohammed Mustapha yang bertujuan untuk mengetahui kestabilan tanah laterit menyebutkan bahwa tanah laterit yang berasal dari Maikunkele, Minna, telah berhasil distabilkan 2-8 % menggunakan British Standard Light (BSL) compaction energy. Sedangkan efek Rice Husk Ash (RHA) tanah laterit diteliti menggunakan pengujian California Bearing Ratio (CBR) dan Unconfined Compressive Strength (UCS). Hasilnya kenaikan secara global pada Maximum Dry Density (MDD) dan Optimum Moisture Content (OMC), dengan kenaikan RHA 2-8 %. Kenaikan tersebut meningkat sebesar 4-6 %, jika menggunakan CBR dan UCS. Penelitian yang dilakukan oleh Hanung Wijaya disebutkan bahwa penambahan tanah laterit pada alat pengolahan limbah dapat mempengaruhi kadar COD (Chemical Oxygen Demand) dan dari hasil perhitungan didapatkan penurunan kadar COD adalah rata-rata 88,4 mg L⁻¹ dengan efisiensi mencapai 16,8 %.[6] [7] [8] [9].

II. Bahan dan Metode

Pengambilan dan Aktivasi Tanah Laterit Secara Fisika

Tanah laterit yang diambil adalah tanah yang tidak subur pada kedalaman 1 meter. Ketidaksubarannya ditandai dengan tidak adanya tumbuhan yang dapat hidup di atas tanah tersebut. Selanjutnya, tanah laterit digerus dan diayak untuk mendapatkan ukuran yang seragam yaitu 70-140 mesh. Tanah laterit yang diperoleh disebut TLTA.

Aktivasi Tanah Laterit Secara Kimia

Sebanyak 10 g tanah laterit ukuran 70-140 mesh dimasukkan ke dalam gelas plastik 25 mL. Ke dalam gelas tersebut ditambahkan 10 mL asam fluorida 7% (v/v) dan 14 % (v/v) kemudian didiamkan selama 24 jam. Tanah laterit yang telah diaktivasi dinetralkan menggunakan akuades. Kenetralan tanah laterit diuji menggunakan pH meter. Uap air atau pengotor organik lainnya yang masih terperangkap di dalam tanah laterit diuapkan menggunakan oven. Pemanasan dilakukan dengan suhu 200oC selama 120 menit. Tanah laterit yang diperoleh disebut TLT 7% dan TLT 14%.

Karakterisasi

Luas permukaan, volume pori, jari-jari pori, dan distribusi ukuran pori tanah laterit diukur menggunakan analisis serapan gas. Jenis kristal tanah laterit diidentifikasi menggunakan difraksi sinar-X dan identifikasi gugus fungsionalnya dianalisis menggunakan Spektroskopi Inframerah.

Difraksi Sinar-X

Jenis kristal tanah laterit diidentifikasi menggunakan difraksi sinar-X sesuai prosedur standar. Dengan bantuan gliserol dan perekat tragacanth, sampel dibuat menjadi pasta dan digulung sehingga membentuk suatu batang dengan tebal 0,3-0,5 mm. Sampel serbuk dianalisis dengan perangkat Difraksi Sinar-X. Sinar X yang terdifraksi menghasilkan garis-garis atau pita-pita pada film fotografi. Selanjutnya, jarak dasar dan nilai 2θ berdasarkan data difraksi sinar-X dibandingkan dengan pola pada kartu JCPDS sehingga akan diketahui jenis kristal yang terkandung di dalam tanah laterit tersebut.

Spektoskopi Inframerah

Gugus-gugus fungsional sampel TLTA, TLT 7%, dan TLT 14% dianalisis menggunakan instrumen spektroskopi inframerah. Sejumlah 1-10 mg sampel dihaluskan secara hati-hati dengan 100 mg KBr, kemudian dicetak menjadi butiran bening. Selanjutnya sampel dianalisis menggunakan instrumen spektroskopi inframerah pada bilangan gelombang 400-4000 cm^{-1} . Sehingga akan diketahui gugus-gugus fungsional dalam sampel berdasarkan vibrasi atom yang tertangkap oleh instrumen ini.

Analisis Serapan Gas (GSA)

Luas permukaan, volume pori, jari-jari pori dan distribusi ukuran pori ditentukan menggunakan analisis serapan gas. Sampel sebanyak masing-masing \pm sebanyak 0,5 g TLTA dan TLT 14% ditempatkan pada sampel sel instrumen serapan gas.. Sampel didegassing pada keadaan vakum, temperatur 300o selama 3 jam sebagai tahap preparasi. Sampel sel yang berisi bahan uji yang akan dianalisis dihubungkan dengan port gas pada instrumen analisis serapan gas. Nitrogen cair pada suhu 77 K dituang ke dalam thermostat yang secara otomatis akan merendam sampel sel sehingga proses analisa akan berlangsung pada suhu konstan yaitu 77 K. Selanjutnya hasil yang diperoleh akan diplot secara otomatis oleh software pada komputer sebagai grafik V vs P/Po.

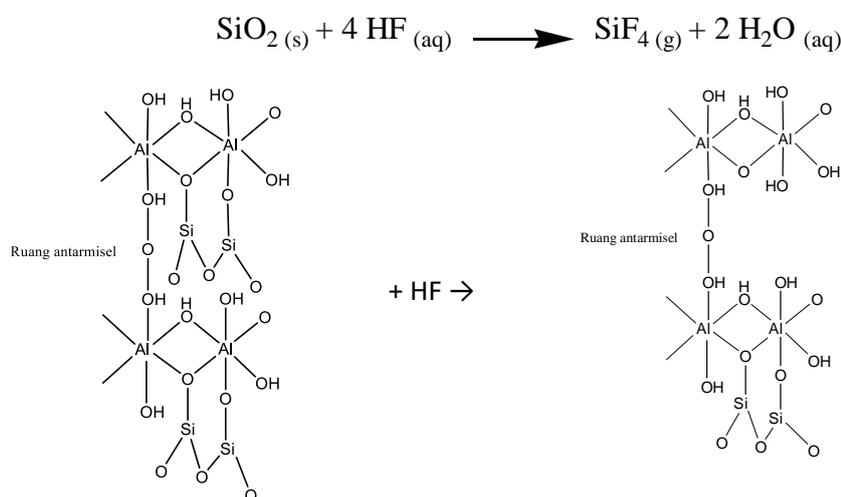
III. Hasil dan Pembahasan

Aktivasi Tanah Laterit Secara Fisika

Tanah laterit yang digunakan pada penelitian ini adalah tanah laterit yang berasal dari Dusun III RT/RW 015/003 Desa Karang Endah Kecamatan Terbanggi Besar Kabupaten Lampung Tengah. Tanah laterit diambil dengan cara digali sedalam kurang lebih satu meter. Kemudian tanah laterit diaktivasi secara fisika. Aktivasi secara fisika dilakukan melalui pengecilan ukuran butir (penggerusan), pengayakan, dan pemanasan dengan suhu tinggi. Tujuannya adalah untuk menghilangkan pengotor-pengotor organik, memperbesar pori, dan memperluas permukaan. Ukuran tanah laterit yang digunakan adalah 70-140 mesh, sedangkan suhu yang digunakan untuk memanaskan adalah 200 oC dan lama pemanasan selama 120 menit. Pada suhu dan waktu tersebut pengotor-pengotor organik dan pengotor lainnya telah hilang [10]

Aktivasi Tanah Laterit Secara Kimia

Aktivasi secara kimia dilakukan dengan cara mereaksikan tanah laterit yang telah diaktivasi secara fisika menggunakan aktivator asam fluorida. Asam fluorida bereaksi dengan silika dalam tanah laterit membentuk gas SiF₄ menurut persamaan reaksi berikut:



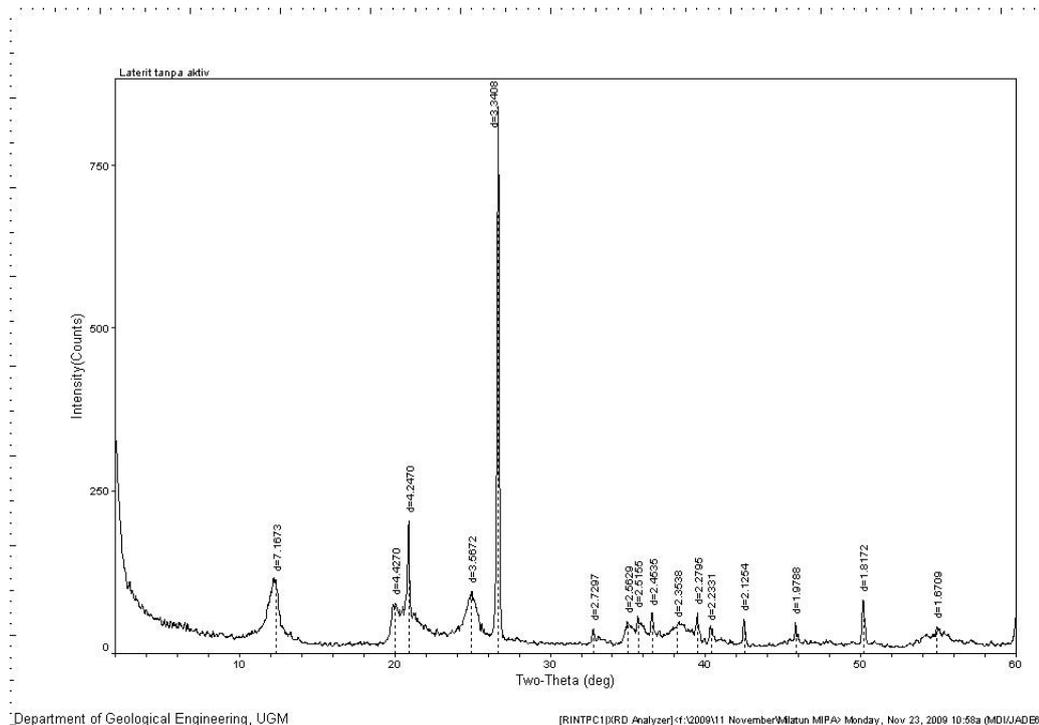
Gambar 1. Reaksi Asam Fluorida dengan Tanah Laterit

Aktivasi tanah laterit dengan asam fluorida dilakukan selama 24 jam. Pada saat aktivasi, dilakukan pengadukan di awal aktivasi agar tanah laterit bereaksi secara maksimal dengan asam fluorida. Tanah laterit yang sudah diaktivasi kemudian disaring dan dinetralkan menggunakan akuades. Kenetralan dapat diuji menggunakan pH meter. Penetralkan dilakukan agar sisa-sisa asam fluorida yang masih tertahan dan terpisah dari tanah laterit larut dalam akuades. Kemudian tanah laterit yang telah netral dipanaskan di dalam oven dengan suhu 200°C selama 120 menit. Hal ini dilakukan agar pengotor organik yang masih tertinggal akan menguap. Pemilihan suhu 200°C ini didasarkan pada fakta bahwa kaolinit yang berada dalam tanah laterit akan ikut menghilang pada suhu diatas 200°C. TLT 7% dan TLT 14% dikarakteriasi menggunakan difraksi sinar-X

untuk penentuan kristalinitas, spektroskopi inframerah untuk penentuan gugus fungsional, dan analisis serapan gas untuk penentuan porositas.[11] [12] [13]

Hasil Analisis Difraksi Sinar-X

Difraktogram sinar-X untuk tanah laterit tanpa aktivasi (TLTA) ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Difraktogram TLTA

Hasil identifikasi jenis kristal TLTA berdasarkan gambar tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Difraksi dan Jenis Mineral TLTA

Sampel	2θ ($^{\circ}$)	D(\AA)	I	Jenis Kristal
TLTA	12,339	7,1673	9,9	Kaolinit
	20,04	4,427	7,6	Metahaloisit
	20,899	4,247	18,4	Kaolinit
	24,941	3,5672	7,8	Kaolinit
	26,661	3,3408	100	Kuarsa

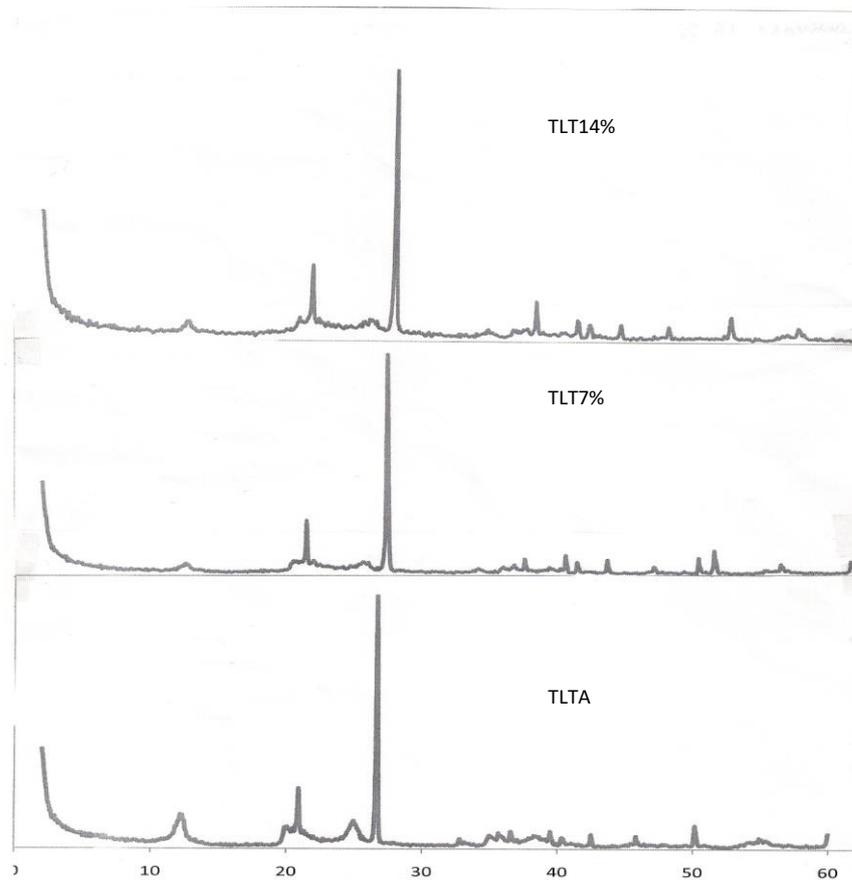
Informasi utama yang dapat ditunjukkan tabel 1 yaitu jenis kristal sampel dan kristalinitas sampel. Jenis kristal pada kolom 5 tabel 1 diketahui berdasarkan refleksi kristal (2θ) yang dicocokkan dengan data Joint Committee on Powder Diffraction Standart (JCPDS). Sedangkan tingkat kristalinitas sampel ditunjukkan dari tinggi rendahnya intensitas puncak. Pada difraktogram TLTA terdapat refleksi dengan

intensitas yang tajam pada daerah $2\theta=12,339^\circ$ ($d=7,1673 \text{ \AA}$); $20,04^\circ$ ($d=4,4270 \text{ \AA}$); $20,899^\circ$ ($d=4,2470 \text{ \AA}$); $24,941^\circ$ ($d=3,5672 \text{ \AA}$); dan $26,661^\circ$ ($d=3,3408 \text{ \AA}$). Diperoleh bahwa refleksi tersebut merupakan karakteristik kristal kaolinit yaitu pada daerah $2\theta=12,4^\circ$ ($d=7,13 \text{ \AA}$); $2\theta=20,899^\circ$ ($d=4,2470 \text{ \AA}$) dan $2\theta=25,0^\circ$ ($3,56 \text{ \AA}$) atau pada $7,16 \text{ \AA}$, $4,336 \text{ \AA}$ dan $3,573 \text{ \AA}$. Selain itu, terdapat pula refleksi pada $2\theta=20,04^\circ$ ($d=4,4270 \text{ \AA}$) yang merupakan puncak karakteristik untuk metahaloisit dan $2\theta=26,661^\circ$ ($d=3,3408 \text{ \AA}$) merupakan puncak karakteristik untuk kuarsa. Dengan demikian dapat diketahui bahwa tanah laterit yang digunakan pada penelitian ini dapat digolongkan jenis kaolinit sebagai penyusun utamanya dan terdapat campuran metahaloisit dan kuarsa. Berdasarkan puncak spesifik tanah laterit yang digunakan, selanjutnya dilakukan identifikasi puncak pada kristal kaolinit dan metahaloisit yang diaktivasi. Untuk mengetahui karakter kaolinit dan metahaloisit pada tanah laterit teraktivasi dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Difraksi dan Jenis Kristal TLT 7% dan TLT 14%

Sampel	2θ (o)	D(\AA)	I	Jenis Kristal
TLT 7%	12,239	7,2256	3,1	Kaolinit
	20,201	4,3922	4,5	Metahaloisit
	20,903	4,2461	20,4	Kaolinit
	25,341	3,5117	2,7	Kaolinit
	26,7	3,336	100	Kuarsa
TLT 14%	12,3	7,1899	4,1	Kaolinit
	19,999	4,4361	2,9	Metahaloisit
	20,9	4,2469	22,7	Kaolinit
	24,903	3,5726	3,7	Kaolinit
	26,679	3,3386	100	Kuarsa

Berdasarkan tabel 2 dapat diketahui jenis kristal yang berada pada TLT 7% dan TLT 14%. Setelah dilakukan pengamatan, diketahui bahwa jenis kristal TLT 7% dan TLT 14% tidak jauh berbeda dengan TLTA yaitu kristal kaolinit, metahaloisit dan kuarsa. Kristalinitas sampel TLT 7% dan TLT 14% dapat dilihat pada gambar 4.3 berdasarkan gambar 4.3 diketahui bahwa TLT 7% dan TLT 14% mengalami sedikit penurunan intensitasnya dibandingkan dengan TLTA. Hal ini menunjukkan berkurangnya tingkat kristalinitas TLT 7% dan TLT 14% dibanding TLTA. Berkurangnya tingkat kristalinitas ini disebabkan oleh rusaknya struktur kerangka tanah laterit akibat aktivasi menggunakan asam fluorida. Semakin tinggi konsentrasi asam yang digunakan maka intensitas puncak refleksi yang dihasilkan semakin rendah dan melebar. Hal ini menunjukkan adanya gejala kerusakan bidang 001 struktur kaolinit.

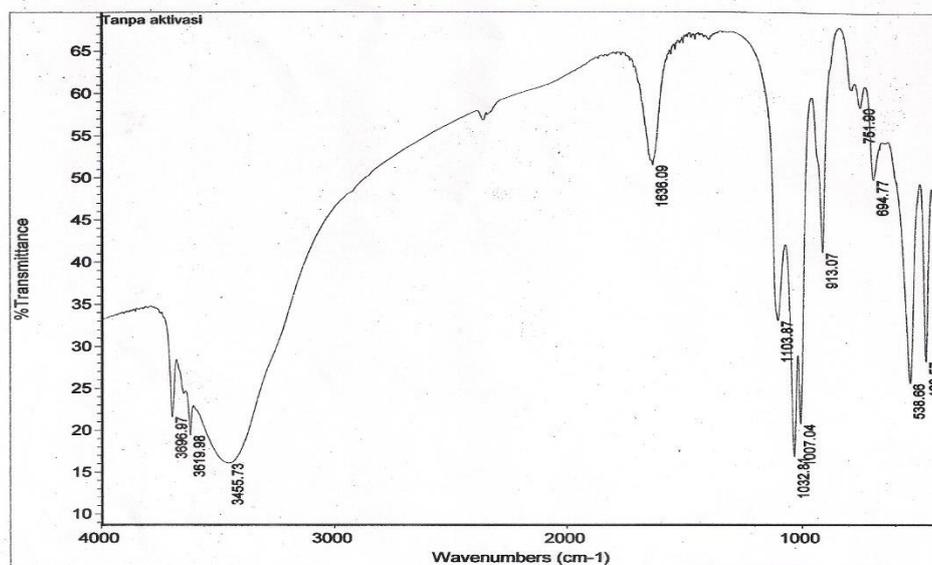


Gambar 3. Difraktogram Sinar-X TLTA, TLT7%, dan TLT14%

Hasil analisis difraksi sinar-X TLTA, TLT 7%, dan TLT 14% menunjukkan bahwa kristalinitas tersebut cukup homogen ditandai dengan rampingnya refleksi intensitas difraksi. Hal tersebut kemungkinan terjadi akibat proses pemanasan yang menyebabkan molekul air bebas pada ruang antar lapis mengalami penguapan sehingga kation terhidrat bisa tersusun lebih teratur. Untuk mengetahui pengaruh asam fluorida terhadap gugus fungsional tanah laterit maka dilakukan analisis spektroskopi inframerah.[14]

Hasil Analisis Spektroskopi Inframerah

Spektogram TLTA ditunjukkan pada gambar 4. Selanjutnya dapat diidentifikasi jenis vibrasi dari masing-masing gugus fungsionalnya. Hasil analisis spektroskopi inframerah secara singkat disajikan dalam tabel 3.



Gambar 4. Spektogram TLTA

Tabel 3. Serapan Gugus Fungsional TLTA, TLT 7%, dan TLT 14%.

Bilangan Gelombang (ν), (cm ⁻¹)			Serapan Gugus Fungsional
TLTA	TLT 7%	TLT 14%	
3696,97	3695,95	3696,22	Rentangan O-H dari OH oktahedral dan atau H ₂ O
3619,98	3621,01	3620,05	
3455,73	3446,05	3450,86	
-	2361,36	2361,43	Karakter HF
-	1540,01	1540,04	
1636,09	1644,79	1644,68	Tekukan O-H dari H ₂ O
1103,87	11084,06	1110,01	Getaran O-Al-OH
-	1008,68	-	
1032,81	103,40	1033,63	Getaran Si-O
1007,04	-	1008,19	
913,07	914,45	914,50	Getaran Al-OH

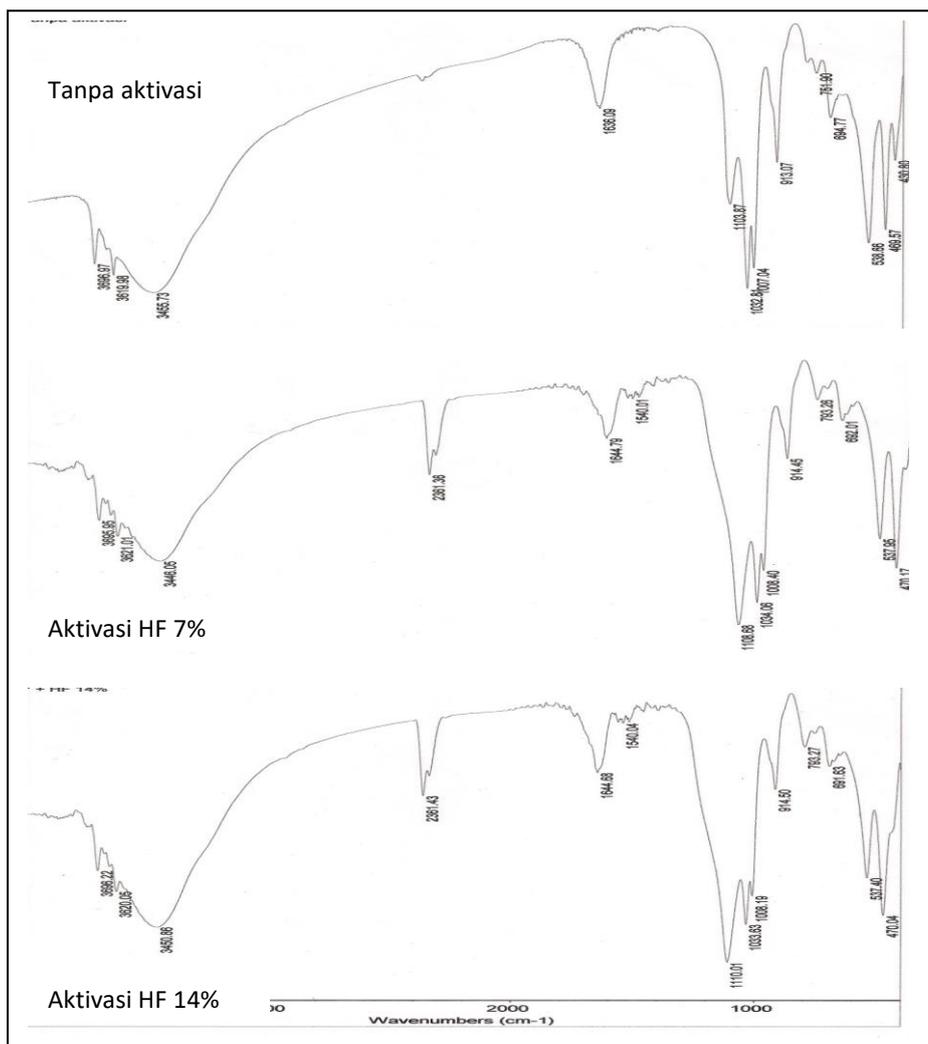
Serapan pada bilangan gelombang 3696,97 cm⁻¹; 3619,98 cm⁻¹; dan 3455,5 cm⁻¹ merupakan karakteristik untuk rentangan O-H molekul H₂O, hal ini diperkuat oleh serapan pada bilangan gelombang 1636,09 cm⁻¹ yang merupakan serapan tekukan O-H dari H₂O. Munculnya serapan ini menunjukkan keberadaan H₂O dalam sampel baik TLTA, TLT 7%, dan TLT 14%. Hal ini dimungkinkan karena sampel bersifat higroskopis sehingga menyerap H₂O ketika kontak dengan udara dan berikatan dengan kation tanah laterit. Intensitas serapan ini pada TLT 7% dan TLT 14% mengalami kenaikan dibandingkan dengan intensitas serapan pada TLTA. Hal ini kemungkinan akibat terjadinya pengaruh selama dilakukannya aktivasi tanah laterit menggunakan asam fluorida. Hal ini juga ditunjukkan dengan terjadinya pergeseran serapan bilangan gelombang vibrasi rentangan O-H molekul H₂O dari bilangan gelombang 3696,97 cm⁻¹

¹; 3619,96 cm⁻¹; dan 3455,735 cm⁻¹ pada TLTA menjadi bilangan gelombang 3695,95 cm⁻¹; 3621,01 cm⁻¹; dan 3446,05 cm⁻¹ pada TLT 7% dan 3696,22 cm⁻¹; 3620,05 cm⁻¹; dan 3450,86 cm⁻¹ pada TLT 14%. Ciri khas adanya kaolinit adalah adanya regangan antara 3800 cm⁻¹ dan 3600 cm⁻¹. Selain itu juga ditandai dengan munculnya getaran pada 1103,87 cm⁻¹ yang merupakan daerah sidik jari kaolinit untuk getaran O-Al-OH, getaran pada 1020,04 cm⁻¹ untuk getaran Si-O, dan pita-pita tajam pada 910-920 cm⁻¹ untuk getaran Al-OH. Kaolinit juga dapat diidentifikasi pada panjang gelombang 3622 cm⁻¹ sebagai getaran OH, dan adanya regangan pada 3655-3670 cm⁻¹ yang merupakan regangan sekumpulan OH oktahedral. Untuk vibrasi tekukan O-H dari molekul H₂O, bilangan gelombangnya juga mengalami pergeseran yaitu pada bilangan gelombang 1639,09 cm⁻¹ menjadi 1644,70 cm⁻¹ untuk TLT 7% dan 1644,68 cm⁻¹ untuk TLT 14%. Hal ini menunjukkan adanya pengaruh yang cukup signifikan dengan dilakukannya aktivasi menggunakan asam fluorida terhadap tanah laterit.

Serapan pada bilangan gelombang 1103,87 cm⁻¹ merupakan serapan getaran O-Al-OH dan serapan getaran Si-O pada bilangan gelombang 1032,81 cm⁻¹. Pada TLT 7%, serapan ini mengalami pergeseran pada bilangan gelombang 1108,68 cm⁻¹ untuk serapan getaran O-Al-OH. Pergeseran ini kemungkinan terjadi karena berkurangnya jumlah atom Si penyusun kerangka tanah laterit akibat aktivasi dengan asam fluorida. Berkurangnya atom Si pada kerangka tanah laterit akan menyebabkan jarak antarmisel semakin besar, sehingga interaksi antar atom akan berkurang dan kebebasan gerak atom meningkat. Sehingga pengurangan jumlah atom Si pada struktur kerangka tanah laterit akan menyebabkan terjadinya pergeseran bilangan gelombang getaran Si-O ke arah bilangan gelombang yang lebih besar. Pita-pita serapan pada bilangan gelombang 2361,36 cm⁻¹ dan 1540,01 cm⁻¹ pada TLT 7% serta 2361,36 dan 1540,04 cm⁻¹ untuk TLT 14% merupakan serapan karakteristik untuk asam fluorida. Asam fluorida akan mengalami serapan pada panjang gelombang 1400 cm⁻¹ dan diduga getaran pada 2361,36 cm⁻¹ merupakan overtone dari 1400 cm⁻¹.

Dari gambar 5 juga diketahui bahwa antara TLTA, TLT 7%, dan TLT 14% tidak mengalami perubahan gugus-gugus fungsional secara signifikan. Hal ini menandakan bahwa perlakuan aktivasi tanah laterit menggunakan asam fluorida tidak akan menyebabkan kerusakan struktur mineral. Hanya saja, pada spektrogram spektra TLT 7% dan TLT 14% terlihat munculnya serapan baru pada 2361,36 cm⁻¹ dan 1540,01 cm⁻¹ yang menunjukkan serapan Al-OH yang semakin dominan muncul yang tidak terdapat dalam TLTA. Hal ini disebabkan oleh larutnya silika dengan asam fluorida membentuk gas SiF₄. Serapan pada daerah sidik jari yang teramati bahwa serapan yang dihasilkan merupakan serapan tumpul. Hal ini menunjukkan adanya gangguan pada lapisan silika akibat dilakukannya aktivasi dengan asam fluorida.

Dengan adanya aktivasi tanah laterit menggunakan asam fluorida dapat dikatakan bahwa preparasi tanah laterit teraktivasi relatif berhasil. Sedangkan pengaruh asam fluorida terhadap isotherm adsorpsi dan peningkatan distribusi ukuran pori tanah laterit akan dianalisis dengan analisis serapan gas. [15] [16]



Gambar 5. TLT 7%, dan TLT 14%

Hasil Analisis Serapan Gas

Berdasarkan data hasil analisis serapan gas diketahui bahwa terdapat peningkatan luas permukaan, volume pori, jari-jari pori, dan distribusi pori tanah laterit. Hasil analisis disajikan pada tabel 4.

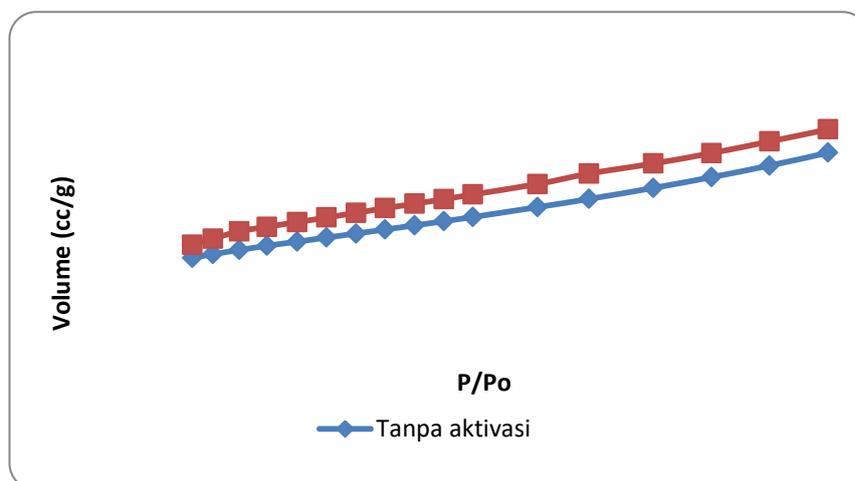
Tabel 4. Data Luas Permukaan, Volume Pori, dan Jari-jari Pori TLTA dan TLT14%

Sampel	Luas permukaan (m ² /g)	Volume pori (cc/g)	Rata-rata jari-jari pori (Å)
TLTA	43,536	1,828×10 ⁻⁰¹	8,39707×10 ⁺⁰¹
TLT14%	52,566	2,721×10 ⁻⁰¹	10,3526×10 ⁺⁰¹

Terjadinya peningkatan luas permukaan, volume pori, jari-jari pori, dan distribusi pori tanah laterit ini diduga akibat larutnya bahan-bahan organik dan anorganik dalam tanah laterit. Dengan aktivasi asam, kation-kation yang mudah ditukarkan dapat terlarutkan. Terjadinya pelepasan kation pada tanah laterit

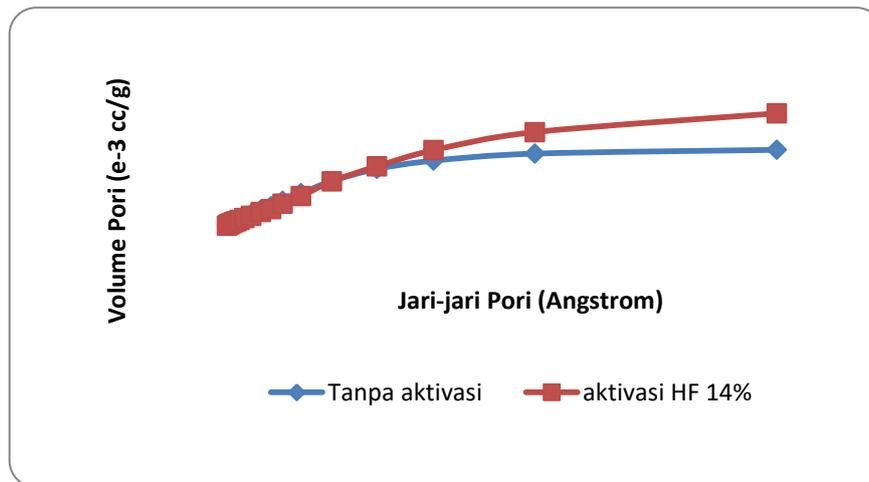
menyebabkan peningkatan luas permukaan dan volume pori yang tinggi. Tanah laterit mengalami kenaikan luas permukaan disebabkan meningkatnya jarak antar lapisan silika dan alumina tanah laterit. Peningkatan luas permukaan ini dapat ditinjau dari data rata-rata jari-jari pori pada tabel 4.4 silika oksida yang terbentuk pada antarlapisan tanah laterit membentuk pori baru dengan rata-rata jari-jari pori $10,3526 \times 10^{-1}$ yang sebelumnya rata-rata jari-jari pori $8,39707 \times 10^{-1}$ untuk TLTA.

Berdasarkan grafik isotherm adsorpsi N₂ dari TLTA dan TLT 14% ditunjukkan pada gambar 4.6 terlihat bahwa pada tekanan yang sama, TLT 14% mampu menyerap gas N₂ lebih banyak daripada TLTA. Hal ini disebabkan terjadinya perubahan volume pori yang cukup signifikan akibat reaksi antara fluor dengan Si membentuk gas SiF₄ yang berpengaruh terhadap isotherm adsorpsi gas nitrogen. Dari grafik isotherm adsorpsi juga dapat memberikan informasi yang sesuai dengan distribusi ukuran pori yang bersifat bimodal yaitu struktur pori yang terdiri dari ukuran mesopori. Sehingga isotherm adsorpsi N₂ dari TLTA dan TLT 14% mengikuti isotherm adsorpsi BDDT (Brunauer, Deming, Deming dan Teller) tipe IV yang menunjukkan bahwa TLTA dan TLT 14% memiliki struktur pori mesopori.



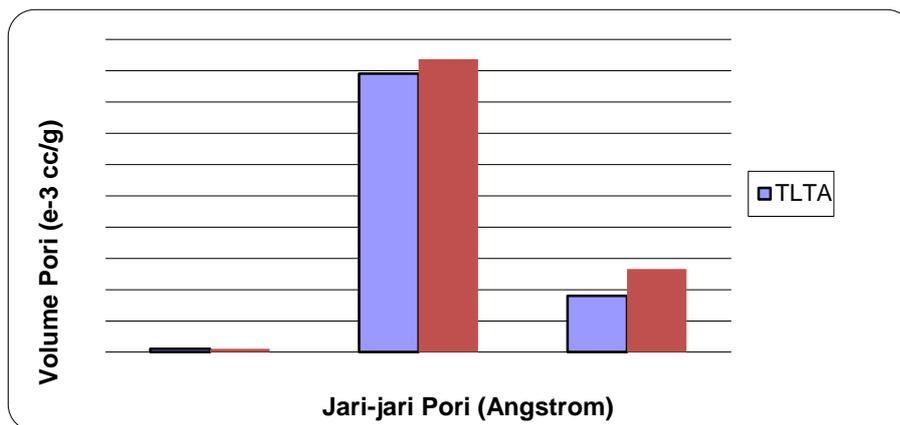
Gambar 6. Adsorpsi isotherm TLTA dan TLT 14%.

Distribusi ukuran pori tanah laterit tanpa aktivasi (TLTA) dan TLT 14% ditunjukkan pada gambar 4.7. Ukuran pori tersebut meliputi ukuran mikropori dengan jari-jari pori $< 20 \text{ \AA}$, ukuran mesopori dengan jari-jari pori antara $20 \text{ \AA} - 500$ serta ukuran makropori dengan jari-jari pori $> 500 \text{ \AA}$.



Gambar 7. Distribusi ukuran pori TLTA dan TLT 14%

Sedangkan perbandingan distribusi pori antara mikropori, mesopori dan makropori ditunjukkan pada gambar 4.7 dimana: (1) adalah pori ukuran mikropori, (2) untuk pori ukuran mesopori, dan (3) adalah pori ukuran makropori. Dari gambar 4.8. terlihat pada TLT14% memiliki ukuran mesopori yang dominan yang ditunjukkan dengan volume pori yang besar pada ukuran mesopori.



Gambar 8. Perbandingan distribusi ukuran pori TLTA dan TLT 14%.

Berdasarkan gambar 8 terlihat bahwa terjadi peningkatan distribusi ukuran pori untuk TLT 14% dibanding dengan TLTA. Hal ini kemungkinan terjadi akibat fluorin pada asam fluorida bereaksi dengan Si dalam tanah laterit membentuk gas SiF₄ sehingga meningkatkan volume pori ukuran mesopori dan makropori. Distribusi ukuran pori memberikan gambaran tentang ukuran pori pada suatu material. [17][18]

IV. Kesimpulan

Aktivasi tanah laterit menggunakan asam fluorida mengakibatkan peningkatan sifat-sifat kimia tanah laterit, yaitu gugus-gugus fungsional, jenis kristal, luas pori, volume pori, jari-jari pori, dan distribusi ukuran pori tanah laterit. Berdasarkan hasil karakterisasi diketahui bahwa jenis kristal dan gugus-gugus fungsional tanah laterit sebelum dan sesudah aktivasi tidak mengalami perubahan yaitu jenis kristal berupa kristal kaolinit, metahalosit dan kuarsa, dan gugus-gugus fungsional tidak mengalami perubahan secara signifikan. Sedangkan untuk luas permukaan tanah laterit diketahui adanya peningkatan yaitu dari $43,536 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$ menjadi $52,566 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$, volume pori $1,828 \times 10^{-01} \text{ cc g}^{-1}$ menjadi $2,721 \times 10^{-01} \text{ cc g}^{-1}$ dan distribusi ukuran pori $8,39707 \times 10^1 \text{ \AA}$ menjadi $10,3526 \times 10^1 \text{ \AA}$.

V. Saran

Perlu kajian lebih lanjut terkait aplikasi tanah laterit yang telah diaktivasi untuk remediasi lingkungan.

VI. Ucapan Terima kasih

Terima kasih kami sampaikan kepada semua pihak yang terlibat dalam penelitian ini.

Daftar Pustaka

- [1] Paton T. R. dan Williams M. A. J. .,1972., *The Concept of Laterite*, Annals of the Association of American Geographers, 62:1, 42-56,
- [2] Bourman R. P. .,1993., *Perennial Problems in The Study of Laterite: A Review*, Australian Journal of Earth Sciences, 40:4, 387-401
- [3] Thanakunpaisit, N., Jantarachat, N., Onthong, U., 2017., *Removal of Hydrogen Sulfide from Biogas using Laterite Materials as an Adsorbent*, Energy Procedia, Volume 138, , Pages 1134-1139
- [4] Wells M A. dan Chia J. .,2011., *Quantification of Ni laterite mineralogy and composition: a new approach*, Australian Journal of Earth Sciences, 58:7, 711-724
- [5] Rathore V K, dan Mondal P. 2018., *Life cycle assessment of defluoridation of water using laterite soil based adsorbents*, Journal of Cleaner Production, Volume 180, , Pages 716-727,
- [6] Olanipekun, E.O., 2000. *Kinetics of Leaching Laterite*. Department of Chemistry, Ondo State University, P. M. B. 5363 Ado-Ekti, Ekti State, Nigeria. International Journal of Mineral Processing.
- [7] Wijaya, H. 2008. Penggunaan Tanah Laterit Sebagai Media Adsorpsi Untuk Menurunkan Kadar Chemical Oxygen (COD) Demand Pada Pengolahan Limbah Cair Di Rumah Sakit Baktiningsih Klepu. Skripsi. Yogyakarta: Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

- [8] Sudewi, F., 1999. Pengaruh Waktu Perendaman dalam larutan Asam Florida dan Suhu Kalsinasi terhadap Daya Adsorpsi Zeolit Alam. Skripsi. Yogyakarta: Jurusan Pendidikan Kimia FPMIPA IKIP Yogyakarta
- [9] Alhaji M M, Alhassan M, Adejumo T W, Umar A T. 2019. *Laboratory and Field Evaluation of A-6 Lateritic Soil Treated with Reclaimed Asphalt Pavement And Ordinary Portland Cement*. GEOMATE Journal, 17(63), 360–370.
- [10] Raharjo, G., 2005. Pengaruh Asam Fluorida (HF) terhadap Daya Jerap Ion Kromium (Cr) pada Pasir Malelo. Skripsi. Yogyakarta: Jurusan Pendidikan Kimia FPMIPA IKIP Yogyakarta
- [11] Widianoro., 2003. Pengaruh Asam Fluorida (HF) terhadap Daya Jerap Ion Pb (II) dan Cr (VI) pada Berbagai Jenis Tanah. Skripsi. Yogyakarta: Jurusan pendidikan kimia FPMIPA IKIP Yogyakarta
- [12] Handoko, D. S. P., Pengaruh Perlakuan Asam, Hidrotermal dan Impregnasi Logam Kromium pada Zeolit Alam dalam Preparasi Katalis. Jurnal kimia. FMIPA, Universitas Jember.
- [13] Sutarti, M. dkk., 1994. Pengaruh Perlakuan Asam terhadap Sifat Adsorpsi Tembaga (II) dan Seng (II) pada Zeolit Alam. Skripsi, FMIPA UGM, Yogyakarta.
- [14] Simpen, I.N. 2001. Preparasi dan Karakterisasi Lempung Montmorilonit Teraktivasi Asam Terpilar TiO₂, Tesis S-2, UGM Yogyakarta
- [15] Sastrohamidjojo, H., 1992. Spektroskopi. Yogyakarta: Liberty Yogyakarta.
- [16] Hendayana, S. Dkk., 1994. Kimia Analitik Instrumen, Edisi ke Satu, Semarang: IKIP Semarang Press
- [17] Kumar, P., and Jasra, R. V., 1995. Evolution of Porosity and Surface Acidity in Monmorilonit Clay on Acid Activation, Ind.Eng.Chem.Res., 34, 14401448
- [18] Hang, P.T and Brindley, G.W., 1969. Methylene Blue Absorption by Clay Minerals. Determination of Surface Areas and Cation Exchange Capacities (clay-organic studies xviii). Department of Geochemistry and Mineralogy, and Materials Research Laboratory, The Pennsylvania State University, University Park, Pa. 16802.