

Perbedaan Karakter Tiga Jenis Bentonit Ditinjau dari Tiga Macam Cara Analisis

The Differences of Characters of Three Kinds of Bentonite Based on Three Methods

Toeti Koestiari

Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Surabaya
Jl. Ketintang Surabaya

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah untuk mendeskripsikan perbedaan karakter fisiko-kimia dari bentonit-Sigma (B-S) dibandingkan dengan bentonit terpilar Al (B-Al/400° C), dan bentonit teknis (B-T) sehingga dapat diketahui sifat permukaannya. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratoris menggunakan tiga instrumen, yaitu *Spectrophotometer IR* Buck Scientific - 500, *Gas Sorption Analyzer* Quantachrome NovaWin2, dan *Scanning Electron Microscope (SEM-Edx)* Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan karakter fisiko-kimia dari B-S dibandingkan dengan B-Al/400° C dan BT dalam hal: (1) kedudukan gugus fungsional utama menggunakan instrumen *Spectrophotometer IR*; (2) luas permukaan 24,78 m²/g (B-S); 217,021 m²/g (B-Al/400° C); 51,935 m²/g (B-T); volume pori total untuk jari-jari pori yang lebih kecil dari 1001,9 Å (B-S) dan lebih kecil dari 1273,1 Å (B-Al/400° C) serta lebih kecil dari 1013,9Å (B-T) menggunakan *Gas Sorption Analyzer*. (3) *SEM-Edx* menunjukkan bahwa persen massa senyawa pada B-S adalah Al₂O₃: 19,78%, dan SiO₂: 80,22%; persen massa senyawa B-Al/400° C adalah Al₂O₃: 30,43%, massa SiO₂: 69,57%. Persen massa senyawa B-T adalah Na₂O: 2,64%, Al₂O₃: 20,75%, SiO₂: 57,55%, FeO: 13,73%.

Kata kunci: bentonit-Sigma, B-Al/400° C, B-T, karakter fisiko-kimia.

ABSTRACT

The objective of this research was to determine differences in the physico-chemical character of the bentonite-Sigma (BS) compared with Al pillared bentonite (B-Al/400° C), and technical bentonite (BT) so we can know the nature of the surface. This experimental research laboratory using three instruments, namely Buck Scientific IR Spectrophotometer - 500, Gas Sorption Analyzer Quantachrome NovaWin2, and Scanning Electron Microscope (SEM-EDX). The result of this research showed the differences in physico-chemical character of BS, B-Al/400° C and BT in terms of: (1) The position of the main functional groups using IR Spectrophotometer instrument; (2) The surface areas of B-S, B-Al/400° C, and B-T are 24.78 m²/g; 217.021 m²/g; and 51.935 m²/g, while total pore volume for the pore radii smaller than 1001.9 Å (B-S) and smaller than 1273.1 Å (B-Al/400° C) and less than 1013.9 Å (B-T) using Gas Sorption Analyzer. (3) Using SEM-EDX indicated that the percent mass compounds of B-S are Al₂O₃: 19.78%, and SiO₂: 80.22%; the percent mass compounds of B-Al/400° C are Al₂O₃: 30.43%, and SiO₂: 69.57%. the percent mass compounds of B-T are Na₂O: 2.64%; Al₂O₃: 20.75%, SiO₂: 57.55%, FeO: 13.73%.

Key words: bentonite-Sigma, B-Al/400° C, BT, physico-chemical character.

PENDAHULUAN

Bentonit alam adalah tanah lempung dengan komponen utama montmorillonit. Di Jawa Timur,

bentonit banyak terdapat di Ponorogo, Pacitan, Trenggalek, Tulungagung, Ngawi, dan Malang. Di antara daerah-daerah tersebut yang telah ditambang adalah di Ponorogo dengan produksi 212.900 m³/tahun dan di

Pacitan dengan produksi 1080 ton/tahun (Pertambangan Jatim, 2008). Bentonit alam di Indonesia mengandung ion natrium atau kalsium sehingga dikenal sebagai Na-bentonit atau Ca-bentonit. Kedua jenis bentonit ini mempunyai komponen utama montmorillonit dan bersifat mudah mengembang bila terkena air.

Bentonit alam saat ini telah banyak diperdagangkan dan diberi nama bentonit teknis. Selain bentonit teknis, sesuai dengan derajat kemurniannya dikenal juga bentonit yang sudah dimurnikan dan diproduksi oleh pabrik tertentu. Sebagai contoh adalah bentonit-Sigma yang merupakan bentonit alam yang diperoleh dari Wyoming. Bentonit dari Wyoming ini kecuali mengandung ion Na^+ , Ca^{2+} , dan Mg^{2+} montmorillonit juga mengandung beidellit (Smart & Moore, 2005).

Kedua bentonit seperti yang disebutkan di atas akan berlainan sifat kimia dan fisiknya, meskipun sebagian besar struktur kristalnya terdiri atas montmorillonit (smektit) dengan tipe 2:1 (Grim, 1968). Karena sifat ini, maka bentonit dapat dijadikan bahan dengan luas permukaan yang besar dan diaplikasikan sebagai adsorben maupun katalis.

Berdasarkan struktur bentonit tersebut, maka untuk dapat diaplikasikan sebagai adsorben harus dilakukan sintesis agar diperoleh luas permukaan ataupun jarak antarbidang dan sifat kimia permukaan yang sesuai. Karakteristik seperti yang disebutkan tersebut bertujuan untuk meningkatkan kemampuan adsorpsi, dan dapat dilakukan dengan cara fisika atau kimia.

Perlakuan dengan cara fisika atau kimia tadi disebut dengan pengaktifan. Secara fisika dilakukan dengan pemanasan (Naseem & Tahir, 2001), sedangkan secara kimia dilakukan dengan teknik interkalasi menggunakan asam (Brezovska *et al.*, 2004) atau garam. Apabila interkalasi dilakukan dengan menggunakan garam (misalnya $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), maka cara ini disebut dengan pilarisasi dan akan menghasilkan bentonit terpillar seperti yang telah dilakukan oleh Koestiari (2009).

Adanya perlakuan terhadap bentonit baik pemurnian maupun sintesis menggunakan pemiliran, dilakukanlah penelitian terhadap ketiga jenis bentonit, yaitu bentonit Sigma (B-S), bentonit terpillar Al (B-Al/400° C), dan bentonit teknis dari PT Madu Lingga Perkasa-Gresik (B-T), yang mempunyai derajat kemurnian berbeda. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan karakteristik ketiga bentonit sehingga dapat diperkirakan kegunaannya sebagai adsorben kation, anion atau senyawa netral.

METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah bentonit Sigma dengan rumus kimia $\text{H}_2\text{Al}_2\text{O}_6\text{Si}$ dan mempunyai massa molekul 180,1 serta bobot jenis 2,4. B-Al sebagai hasil pemiliran dengan menggunakan $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ yang dikalsinasi selama 3 jam pada suhu 400° C dan telah dilakukan oleh Koestiari (2009). B-T yaitu bentonit teknis dari PT Madu Lingga Perkasa Gresik, $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, NaOH, AgNO_3 dengan derajat kemurnian

pro analisis dari E. Merck, serta aquademineralisata sebagai pelarut.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Spectrophotometer IR* Buck Scientific-500, *Gas Sorption Analyzer* Quantachrome NovaWin2 dan *SEM Edx*.

Analisis data B-S, B-Al, dan B-T yang diperoleh dari *Spectrophotometer IR*, adalah gugus fungsi, *Gas Sorption Analyzer* adalah luas permukaan, jari-jari pori dan volume pori, *Scanning Electron Microscope Edx* adalah permukaan kristal dan massa penyusun kristal.

B-Al diperoleh dari pemiliran bentonit sigma menggunakan $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ yang dihidrolisis dengan NaOH atau perbandingan OH/L = 2 pada pH 4,18.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data (spektra) yang diperoleh dari *Spectrophotometer IR* masing-masing untuk B-S, B-Al dan B-T dapat dilihat pada Gambar 1.a.; 1.b.; 1.c

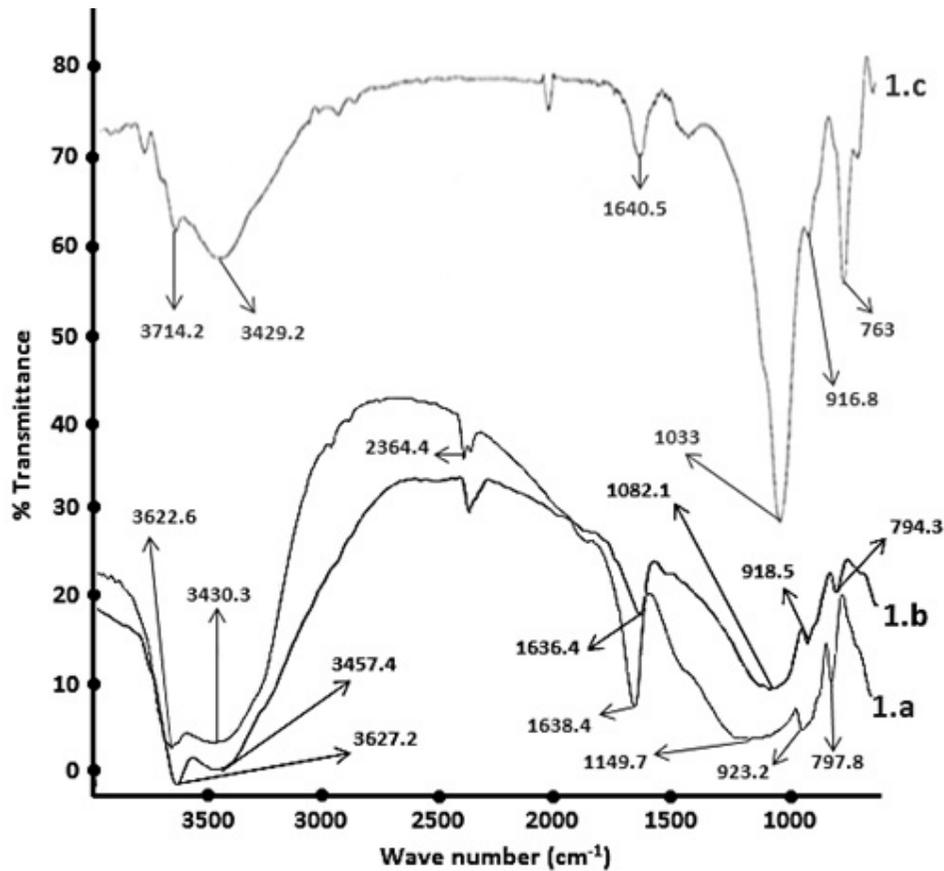
Hasil spektrogram yang didapat seperti pada Gambar 1 dengan sumbu X adalah bilangan gelombang (cm^{-1}), dan sumbu Y adalah transmitansi (%), kemudian ditabulasi. Perbedaan persentase transmitansi digunakan hanya untuk mempertajam spektra. Spektrum ini kemudian dicocokkan dengan standar pita vibrasi (bilangan gelombang) dari Katti & Katti (2003) dan pita vibrasi (bilangan gelombang) dari Webb (Harsini, 1997).

Hasil spektra yang diperoleh menunjukkan bahwa B-S mempunyai puncak spektra yang terletak pada bilangan gelombang (λ^{-1}) 3622,6; 3430,3; 2364,4; 1638,4; 1149,7; 923,2; dan 797,8 cm^{-1} . Karakteristik B-Al/400° C terletak pada puncak spektra dengan bilangan gelombang: 3627,2; 3457,4; 1636,4; 1082,1; 918,5 ; dan 794,3 cm^{-1} . Karakteristik B-T ditunjukkan oleh bilangan gelombang yang terdeteksi berharga 763; 916,8; 1033; 1640,5; 3429,2 dan 3714,2 cm^{-1} .

Gugus fungsional bentonit terdiri atas dua golongan besar, yaitu daerah yang berhubungan dengan H-O-H yang terkandung di dalamnya, dan daerah yang berhubungan dengan struktur bentonit di lapisan tetrahedral dan oktahedral (Tabel 1).

Pada bilangan gelombang 3600–3800 cm^{-1} terlihat kenaikan berturut-turut B-S, B-Al/400° C, B-T, yaitu 3622,6; 3627,2; 3714,2 cm^{-1} . Hal ini berarti jarak antarbidang bentonit paling pendek dipunyai oleh B-T dan sebaliknya jarak antarbidang B-S paling panjang.

Pada bilangan gelombang 3600–3400 cm^{-1} menunjukkan frekuensi dari B-S, B-Al/400° C dan B-T berturut-turut adalah 3433,8; 3457,4; 3429,2 cm^{-1} . Mengikuti data bilangan gelombang ini, maka dapat diketahui bahwa bilangan gelombang yang dimiliki B-Al/400° C berharga paling tinggi sedangkan B-T terendah. Hal ini bukan berarti bahwa air yang dikandung oleh B-Al/400° C paling banyak tetapi juga adanya ikatan OH yang paling kuat yang terjadi karena adanya vibrasi O-Al-OH. Bilangan gelombang yang dipunyai oleh B-T paling rendah karena pada B-T terjadi regang HOH.



Gambar 1.a. Spektra B-S; 1.b. Spektra B-Al/400° C; 1.c. Spektra B-T

Pada bilangan gelombang 1635 cm⁻¹ setiap bentonit mempunyai bilangan gelombang berturut-turut dari B-S; B-Al/400° C dan B-T adalah 1638,2; 1636,4; 1640,5 cm⁻¹. Besarnya bilangan gelombang di daerah ini menunjukkan terjadinya tekuk H-O-H pada B-T lebih besar dibanding B-S dan B-Al/400° C meskipun harga bilangan gelombang tidak berbeda nyata pada ketiga bentonit. Dengan demikian dapat dikatakan adanya kestabilan jumlah air yang teradsorpsi meskipun pada bentonit terpilas telah dilakukan kalsinasi.

Pada bilangan gelombang 1200–1000 cm⁻¹ data menunjukkan harga bilangan gelombang berturut-turut B-S; B-Al/400° C; B-T adalah 1147,4; 1082,1; 1033 cm⁻¹. Pada gugus fungsional O-Al-OH dari oktahedral, perubahan bilangan gelombang menunjukkan adanya perubahan panjang ikatan O-Al-OH yang disebabkan karena substitusi gugus Al pada Si tetrahedral.

Berdasarkan bilangan gelombang 950–847 cm⁻¹ diperoleh harga spektra dari B-S; B-Al/400° C; B-T adalah 920,1; 918,5; 916,8 cm⁻¹. Perbedaan yang kecil di antara ketiga bentonit tersebut dapat diartikan adanya tempat (*site*) aktif asam Bronsted/Lewis. Penurunan bilangan gelombang yang terjadi, disebabkan karena penurunan kekuatan ikatan dalam molekul (Stuart, 2004). Hal ini sesuai dengan penelitian Tomul dan Balci (2007) serta teori yang menyatakan adanya gugus OH terbuka dari O-Al-OH yang menyebabkan muatan negatif (Tan, 1996; Grim, 1968).

Spektrum pada bilangan gelombang 792–795 cm⁻¹ menunjukkan harga bilangan gelombang B-S; B-Al/400° C; B-T masing-masing adalah 793,7; 794,3; dan 763 cm⁻¹. Harga bilangan gelombang B-S dan B-Al/400° C tidak berbeda nyata. Pada B-T harga bilangan gelombang lebih rendah dibanding kedua bentonit kemungkinan

Tabel 1. Perbandingan harga bilangan gelombang (λ⁻¹) B-S, B-Al/400° C, B-T

λ ⁻¹ Standar (cm ⁻¹)	λ ⁻¹ B-S (cm ⁻¹)	λ ⁻¹ B-Al/400° C (cm ⁻¹)	λ ⁻¹ B-T (cm ⁻¹)
3600–3800 ulur OH dari oktahedron silikat	3623,3	3627,2	3714,2
3400–3600 vibrasi OH dari air teradsorpsi, vibrasi O-Al-OH dlm sesquioxida	3433,8	3457,4	3429,2
1635 deformasi H-O-H	1638,2	1636,4	1640
1000–1200 vibrasi O-Al-OH dari oktahedral, ulur Si-O, ulur Si-O-Si antisimetris	1147,4	1082,1	1033
847–950 vibrasi OH, deformasi OH-kation	920,1	918,5	916,8
792–795 deformasi SiO ₂	793,7	794,3	763

karena adanya kation lain yang masuk dalam struktur, yaitu adanya ion Na^+ seperti yang telah ditunjukkan oleh hasil SEM-Edx.

Data yang diperoleh menggunakan *Gas Sorption Analyzer* adalah luas permukaan, volume pori total, jari-jari pori, dan karakteristik lainnya dari ketiga bentonit (Tabel 2). Hasil pengukuran menggunakan instrum dan B-T.

Pada pengukuran sampel diketahui bahwa pada tekanan relatif (P/P_0) tertinggi, yaitu $9,90338 \times 10^{-1}$ atm kapasitas adsorpsi maksimum B-S = $77,5421$ cc/g (Tabel 2 dan Gambar 2). Setelah tercapainya kondisi ini dilakukanlah desorpsi yang menghasilkan *hysteresis loops* yang terjadi pada tekanan relatif 0,5025–0,4891 atm dengan volum gas yang didesorpsi masing-masing 15,5011 dan 11,6992 cc/g.

Apabila grafik pada Gambar 2 ditabulasikan, maka diperoleh hasil lengkap untuk karakterisasi ketiga bentonit (Tabel 2).

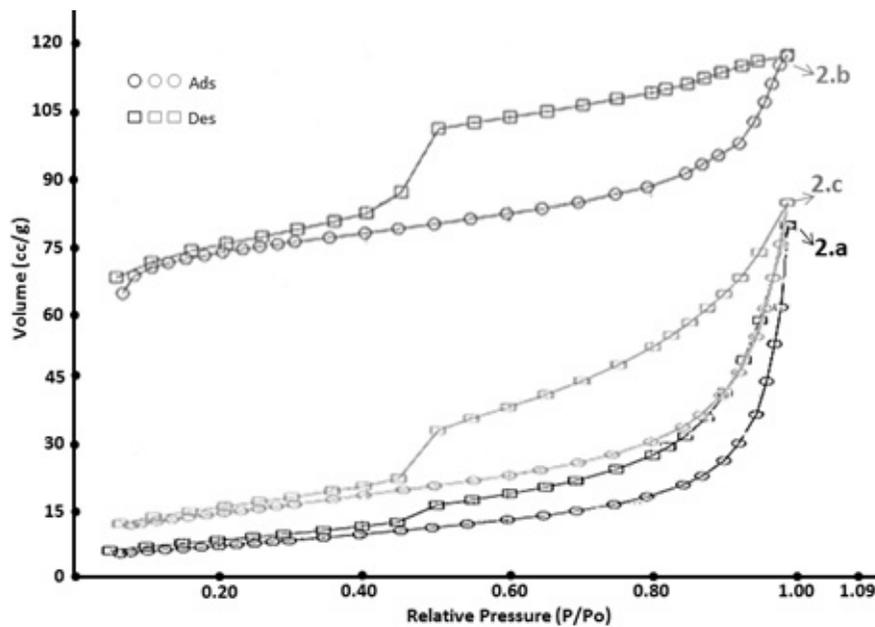
Analisis terhadap B-Al/400° C menghasilkan kapasitas adsorpsi maksimum = $112,3119$ cc/g pada tekanan relatif tertinggi = $9,9241 \times 10^{-1}$ atm. Setelah

kondisi ini proses desorpsi terjadi dan menghasilkan *hysteresis loops* pada tekanan relatif antara 0,5512–0,4494 atm dengan volume $82,3687$ – $97,6947$ cc/g.

Data untuk B-T diketahui pada tekanan relatif tertinggi $9,9045 \times 10^{-1}$ atm, kapasitas maksimum B-T = $84,1914$ cc/g. Proses desorpsi menghasilkan *hysteresis loops* pada tekanan relatif antara 0,4457–0,5988 atm dengan volume gas $38,4663$ – $22,4779$ cc/g.

Adanya *hysteresis loops* pada B-S, B-Al/400° C, dan B-T berarti bahwa padatan/kristal yang diperiksa merupakan padatan berpori dengan bentuk "bottle ink" dan mempunyai tipe pori golongan E dari klasifikasi *de Boer*. Padatan semacam ini dapat digunakan untuk adsorpsi isoterm pada tekanan kamar (Ošćik, 1982).

Data lain yang diperoleh adalah harga luas permukaan sebesar: $24,178$ m²/g, volume pori total $1,199 \times 10^{-1}$ cc/g dan jari-jari pori lebih kecil dari $1001,9$ Å dengan rata-rata ukuran pori $99,2186$ Å untuk B-S. Pengukuran dengan instrumen yang sama untuk B-Al/400° C menghasilkan harga luas permukaan sebesar: $217,021$ m²/g, volume pori total $1,737 \times 10^{-1}$ cc/g dan jari-jari pori lebih kecil dari $1273,1$ Å dengan rata-rata



Gambar 2. Grafik BET: 2.a B-S. 2.b B-Al/400 °C. 2.c B-T

Tabel 2. Karakterisasi B-S, B-Al/400° C, dan B-T (*Gas Sorption Analyzer*)

Karakter	B-S	B-Al/ 400° C	B-T
P/P_0 HL (atm)	0,4891–0,5025	0,4494–0,5512	0,4457–0,5988
Vol. HL (cc/g)	11,6992–15,5011	82,3687–97,6947	22,4779–38,4663
Luas permukaan (m ² /g)	24,178	217,021	51,935
Kapasitas adsorpsi (cc/g)	77,5421	112,3119	84,1911
Vol. Pori total (cc/g)	$1,199 \times 10^{-1}$	$1,737 \times 10^{-1}$	$1,302 \times 10^{-1}$
Radius Pori (Å)	<1001,9	<1273,1	< 1013,9
Rata-rata Ukuran Pori (Å)	99,2186	16,0110	50,1501

Keterangan: HL adalah *hysteresis loops* (pola adsorpsi-desorpsi isotherm)

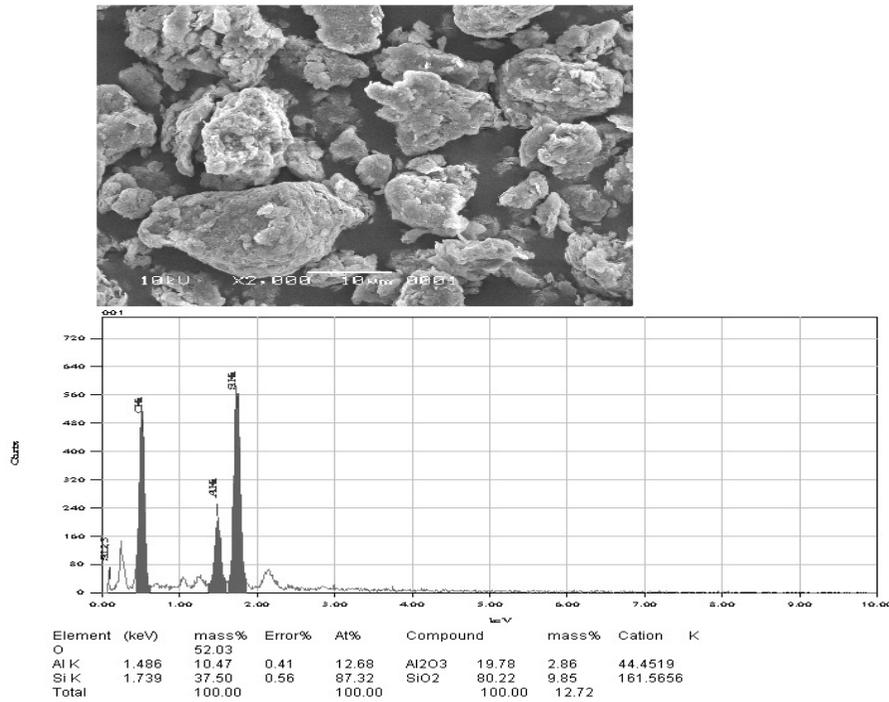
P dan P_0 adalah tekanan akhir dan tekanan awal

ukuran pori 16,0110 Å. Harga luas permukaan untuk B-T sebesar: 51,935 m²/g, volume pori total: 1,302 × 10⁻¹cc/g dan jari-jari pori lebih kecil dari 1013,9 Å dengan rata-rata ukuran pori 50,1501Å.

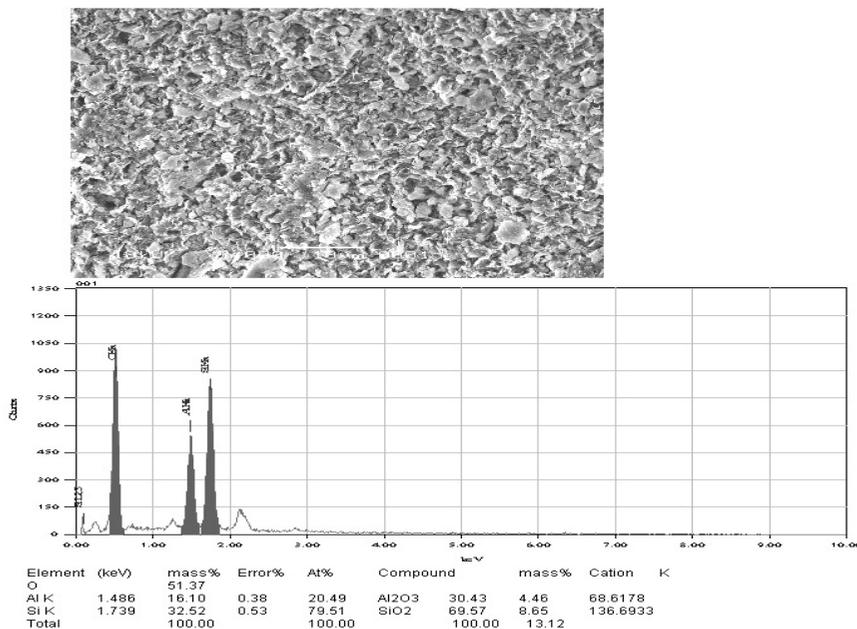
Melalui perolehan data menggunakan *Gas Sorption Analyzer* radius pori B-Al/400° C lebih seragam dibanding B-S maupun B-T karena mempunyai ukuran pori rata-rata = 16,0100 Å. Oleh karenanya maka B-Al/400° C lebih memungkinkan untuk dijadikan adsorben bagi molekul yang berukuran kecil demikian pula dengan

BT. Kedua bentonit ini termasuk golongan padatan mikropori, sedangkan B-S ini termasuk mesopori karena mempunyai rata-rata ukuran pori antara 2000-10.000 pm (Smart, 2005).

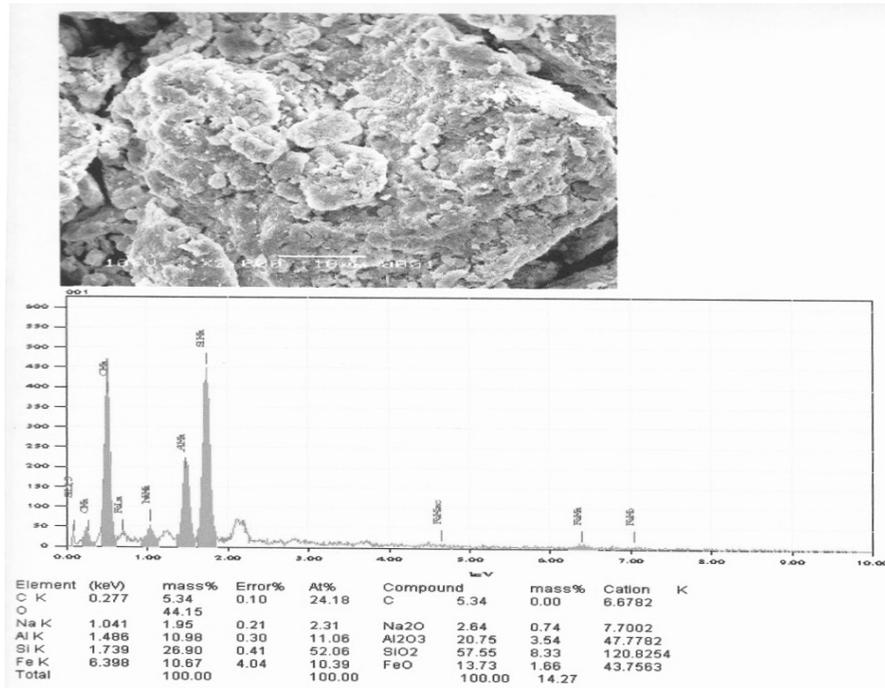
Karakterisasi fisiko-kimia yang lain dilakukan dengan instrumen SEM-Edx yang digunakan untuk mendeskripsikan permukaan (morfologi) ketiga bentonit serta komposisi senyawa yang terkandung di dalamnya. Gambar 3 menunjukkan morfologi dan senyawa yang terkandung dalam B-S. Gambar 4 merupakan morfologi



Gambar 3. Hasil SEM Edx untuk B-S pada pembesaran 2000×



Gambar 4. Hasil SEM-Edx untuk B-Al 400° C pada pembesaran 2000×



Gambar 5. Hasil SEM-Edx untuk B-T pada pembesaran 2000 \times .

dan jenis senyawa yang terdapat dalam B-Al/400 $^{\circ}$ C, sedangkan pada Gambar 5 menyatakan morfologi dan senyawa yang ada dalam B-T. Setiap gambar diamati pada jarak/rentang 10 μ m seperti yang terlihat pada Gambar 3–5.

Hasil analisis dengan SEM-Edx untuk B-S menyatakan bahwa padatan ini terdiri atas senyawa Al₂O₃ dengan massa 19,78%, atom Al = 12,68% ; dan SiO₂ dengan massa 80,22%, sedangkan atom Si = 87,32% Massa Oksigen seluruhnya = 52,03%. Pada B-Al/400 $^{\circ}$ C terdiri atas senyawa Al₂O₃ dengan massa 30,43%, atom Al = 20,49%; dan SiO₂ dengan massa 69,57%, sedangkan atom Si = 79,51%. Massa Oksigen seluruhnya = 51,37%. Analisis yang dilakukan untuk B-T menghasilkan senyawa C dengan massa 5,34% yang sesuai dengan massa atom C; Na₂O bermassa 2,64% dengan atom Na bermassa 1,95%. Senyawa lain yang didapatkan adalah FeO dengan massa 13,73% dengan massa Fe = 10,67%. Komponen lain sesuai dengan ciri bentonit adalah terdapatnya senyawa Al₂O₃ yang bermassa 20,75% dengan atom Al bermassa 10,98% dan senyawa SiO₂ bermassa 57,55% dan atom Si bermassa 26,90%.

Bila data untuk B-S dibandingkan dengan B-Al/400 $^{\circ}$ C terlihat bahwa untuk komponen bentonit, massa senyawa Al₂O₃ naik dari 19,78% menjadi 30,43%. Senyawa ini mengalami kenaikan 10,65% dibandingkan dengan B-Al/400 $^{\circ}$ C demikian juga massa atom Al mengalami kenaikan 7,81% tetapi massa SiO₂ mengalami penurunan dari 80,22% menjadi 69,57% atau 10,47%, sedangkan atom Si dari 87,32% menjadi 79,51% atau 7,81%. Demikian juga massa Oksigen turun dari 52,03% menjadi 51,37% atau sebesar 0,66%. Mengikuti data kenaikan massa Al₂O₃ sebesar 10,65% dan kenaikan

massa atom Al sebesar 7,81%, dapat disimpulkan telah terjadi pilarisasi pada bentonit.

Apabila komponen bentonit B-S dibandingkan dengan B-T terlihat bahwa massa senyawa Al₂O₃ naik dari 19,78% menjadi 20,75% pada B-T. Senyawa ini mengalami kenaikan 0,97%; tetapi massa atom Al mengalami penurunan 1,7%. Massa SiO₂ mengalami penurunan dari 80,22% menjadi 57,55% atau 22,67%, sedangkan atom Si dari 87,32% menjadi 26,90% atau 60,42%. Senyawa penyusun lain yang tidak terkandung dalam B-S maupun B-Al/400 $^{\circ}$ C adalah Na₂O bermassa 2,64% dengan atom Na bermassa 1,95%; dan FeO bermassa 13,73% dengan atom Fe bermassa 10,67%. Terdapat kenaikan pada senyawa Al₂O₃ tetapi massa atom Al turun, dapat dianalisis bahwa telah terjadi pergantian ion pada oktahedral dengan ion Fe²⁺ atau interkalasi senyawa FeO, sedangkan pada tetrahedral SiO₂ terjadi penurunan karena masuknya Na₂O dan FeO. Pernyataan ini sesuai dengan perbedaan warna yang dimiliki oleh B-S yang berwarna abu-abu dan B-T yang berwarna merah bata.

Perbedaan struktur akan mengakibatkan perbedaan sifat permukaan karena perbedaan letak gugus asam Bronsted/Lewis diantara B-S dan B-Al/400 $^{\circ}$ C dan B-T. Sifat permukaan inilah yang menyebabkan bentonit dapat diaplikasikan sebagai adsorben. Menurut Kiselev (Ošcik, 1982) suatu adsorben dapat digolongkan dalam tipe II karena pada SiO₂. n H₂O, atom H pada permukaan H₂O diprotonasi sangat kuat sehingga ada orbital d atom Si yang kosong. Oleh sebab itu, ketiga jenis bentonit ini dapat digolongkan sebagai adsorben tipe II, yaitu adsorben spesifik positif, karena pada permukaannya (tetrahedral silikat) mengandung golongan OH. Pada

B-S permukaan negatif hanya diperoleh dari protonasi H_2O , sedangkan permukaan B-Al/400° C dan B-T lebih negatif. Muatan negatif pada B-Al/400° C disebabkan oleh adanya permukaan pemalar Al yang mempunyai 4 macam tipe *active sites*, yaitu ion Al^{3+} (asam); ion O^{2-} (basa); golongan OH terionisasi (basa); dan *defect* proton (elektron acceptor). Pada B-T penambahan muatan negatif disebabkan interkalasi Na_2O dan FeO .

SIMPULAN

Kedudukan gugus fungsional utama dan daerah sidik jari menggunakan instrumen *Spectrophotometer IR* menunjukkan perbedaan dan persamaan dari ketiga bentonit. Luas permukaan 24,78 m^2/g (B-S); 217,021 m^2/g (B-Al/400° C); 51,935 m^2/g (B-T); jari-jari pori yang lebih kecil dari 1001,9 Å (B-S) dan lebih kecil dari 1273,1 Å (B-Al/400° C) serta lebih kecil dari 1013,9 Å (B-T). Pada pembesaran 2000× dengan *SEM-Edx* menunjukkan bahwa B-S mengandung massa senyawa Al_2O_3 : 19,78%, massa SiO_2 : 80,22%; B-Al/400° C mengandung massa senyawa Al_2O_3 : 30,43%, massa SiO_2 : 69,57%. B-T mengandung senyawa Na_2O sebesar 2,64%, massa Al_2O_3 : 20,75%, massa SiO_2 : 57,55%, massa FeO : 13,73%. Struktur bentonit yang berhubungan dengan lapis tetrahedral SiO_2 dan lapis oktahedral Al_2O_3 menunjukkan bahwa ketiga bentonit dapat digunakan sebagai adsorben tipe II.

DAFTAR PUSTAKA

- Brezovska S, Biljana M, Panova B, Burevski D, Stojanovska L, 2004. Adsorption Characteristics and Porous Structure of Bentonite Adsorbents as Determined from The Adsorption Isotherms of Benzene Vapor. *Jour. Serb. Chem. Soc.* 69(2): 145-151.
- Grim R, 1968. *Clay Mineralogy*. New York, Toronto, London, Sydney.
- Harsini M, 1997. *Karakteristika Adsorpsi Larutan Indigo Biru pada Bentonit*. Lembaga Penelitian Univ. Airlangga.
- Katti K & Katti D, 2003. *Effect of Clay-Water Interactions on Swelling in Montmorillonite Clay*. North Dakota State University: Fargo.
- Koestiari Toeti, 2009. *Interkalasi Bentonit Teraktivasi sebagai Adsorben Logam Berat Timbel dalam Larutan yang Mengandung Natrium, Magnesium, dan Kalsium*. Laporan Hibah Penelitian Program Doktor: Unair.
- Naseem R & Tahir SS, 2001. Removal of Pb (II) from Aqueous/ Acidic Solutions by Using Bentonite as an Adsorbent. *J. Wa. Res.* 35(16).
- Ościk J, 1982. *Adsorption*. Chichester, Toronto: John Wiley & Sons.
- Smart LE & Moore EA, 2005. *Solid State Chemistry*. New York: Taylor & Francis Group LLC.
- Stuart B, 2004. *Infra Red Spectroscopy: Fundamentals & Applications*. New York: John Wiley & Sons.
- Tan KH, 1982. *Principles of Soil Chemistry*. New York: Marcel Dekker.
- Tomul F, & Balci S, 2007. Synthesis and Characterization of Al-Pillared Interlayered Bentonites. *G.U. Journal of Science*. 21(1).
- Pertambangan Jatim, 2009. *Potensi Galian Industri*. Http: www. Pertambangan Jatim or. Id. Diakses tanggal 1 November 2009.