

ANALISIS LOGAM-LOGAM PADA BATU APUNG DAN MODIFIKASINYA SERTA UJI ADSORPSINYA PADA LARUTAN ASAM ASETAT

Zukria, Mardjan Papatungan, Weny J.A Musa

Jurusan Pendidikan Kimia Fakultas MIPA, Universitas Negeri Gorontalo

Abstract. The study aims to analyze metal pregnancy in pumice and the modification with test adsorbtion to acetic acid. sample are taken from gorontalo city and kab. buol. at first sample menggrinding use uphand, then refined with mortal up to pass by sieve 100 mesh. Smoothing of both pumice modified with soaking in solution of HCl 1 M, 1 M H₂SO₄ and HNO₃ 1 M, the next made into pellets, calcined at 600⁰C. the metal pregnancy determination (Cr, Ca, Mg, Mn, and Fe) with *Atomic Absorption Spectroscopy* (AAS), Si and Al with technique gravimetric, with test adsorpsi solution with titration technique. The analysis showed levels of Si in Gorontalo and Buol pumice increased with immersion HNO₃, and the smallest Al content in Gorontalo and Buol pumice with HNO₃ immersion. The levels of metals (Cr, Ca, Mg, Mn, and Fe) on Buol's pumice increased with HCl immersion, and levels of metals (Cr, Ca, Mg, Mn, and Fe) in Gorontalo's pumice decreased by HCl immersion. Characterization results showed the two samples of pumice adsorb both modified and unmodified for acetic acid is very good.

Keywords: Mineral Analysis, Characterization, Pumice, Stone Modification

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kandungan logam pada batu apung dan modifikasinya serta uji adsorbsinya terhadap asam asetat. Sampel diambil dari wilayah kota Gorontalo dan Wilayah Kab. Buol. Mula-mula sampel digrinding menggunakan palu besar, kemudian dihaluskan dengan mortal hingga melewati ayakan 100 Mesh. Hasil penghalusan kedua batu apung dimodifikasi melalui perendaman larutan HCl 1 M, H₂SO₄ 1 M dan HNO₃ 1 M, dibuat menjadi pellet selanjutnya dikalsinasi dalam furnace pada suhu 600⁰C. Penentuan kandungan logamnya (Cr, Ca, Mg, Mn, dan Fe) dengan teknik spektrofotometer Searapan Atom (AAS), Si dan Al dengan teknik gravimetri, serta uji adsorpsi larutan dengan teknik titrasi. Hasil analisis menunjukkan kadar Si pada batu apung Gorontalo dan Buol meningkat dengan perendaman HNO₃, dan nilai kadar Al terkecil pada batu apung Gorontalo dan Buol dengan perendaman HNO₃, kadar logam (Cr, Ca, Mg, Mn, dan Fe) pada batu apung Buol meningkat dengan perendaman HCl, dan kadar logam (Cr, Ca, Mg, Mn, dan Fe) pada batu apung Gorontalo menurun dengan perendaman HCl. Hasil karakterisasi menunjukkan daya adsorb kedua sampel batu apung baik yang dimodifikasi dan tidak dimodifikasi terhadap asam asetat sangat baik.

Kata kunci : Analisis Mineral, Karakterisasi, Batu Apung dan Modifikasi Batuan.

PENDAHULUAN

Indonesia terletak pada jalur tropis dan sebagian besar dari daerahnya terkena jalur pegunungan berapi, menyebabkan Indonesia sangat kaya dengan jenis-jenis batuan alam seperti: batu kapur/gamping, batu kali, pasir (pasir urug dan pasir besi),

marmer, kalsite, pyrite, silt, batu lempung, trass, batu gamping, andesit, batu apung, dan lain-lain (Rusli, 2009). Namun pemanfaatan batuan ini masih terbatas pada hal-hal tertentu saja, misalnya sebagai bahan bangunan dan sebagai bahan dasar pembuatan kapur.

Batu apung yang terdapat di Kelurahan Tanggida'a, Kecamatan Kota Tengah, Kota Gorontalo dan di Desa Matinan, Kecamatan Gadung, Kabupaten Buol memiliki sifat seperti batuan aktif lainnya yaitu memiliki pori-pori pada permukaannya. Salah satu penelitian yang menggunakan batu apung sebagai adsorben yaitu penelitian Bahri (2006), memanfaatkan batu apung (fumace) sebagai bahan pemucat terhadap kualitas minyak kelapa sawit mentah (CPO).

Batu apung (fumace) terbentuk dari magma asam oleh aksi letusan gunung api yang mengeluarkan materialnya ke udara, kemudian mengalami transportasi secara horizontal dan terakumulasi sebagai batuan *piroklastik* (Anonim : 2011). Batu apung memiliki tekstur vesikuler dengan ukuran lubang atau pori yang bervariasi dan berhubungan satu sama lain. Kadang-kadang lubang tersebut terisi oleh zeolit atau kalsit (Ridwan et al, 2009). Sehingga batu apung dapat juga dimanfaatkan sebagai katalis atau adsorben seperti zeolit atau batuan aktif lainnya karena memiliki sifat yang sama yaitu memiliki pori yang berhubungan satu sama lain pada permukaannya.

Kecepatan adsorpsi tidak hanya tergantung pada perbedaan konsentrasi dan pada luas permukaan adsorben, melainkan juga pada suhu, tekanan (untuk gas), ukuran partikel komposisi kimia dan porositas adsorben. Juga tergantung pada ukuran molekul bahan yang akan diadsorpsi dan pada viskositas campuran yang akan dipisahkan (cairan, gas), (*Handoyo*). Karena strukturnya tersebut Benny (2009) menggunakan batu apung sebagai *trickling filter* atau penyerap pada upaya penurunan salinitas air payau.

Beberapa Penelitian sebelumnya telah dilakukan antara lain; Luluk dkk, melaporkan bahwa batu apung dapat digunakan sebagai adsorben dan filtrat pada pengolahan air limbah industri perikanan. Ronny et al (2010), menjadikan batu apung sebagai adsorben pada proses fermentasi etanol. Dan Bakti (2010), menjadikan batu apung sebagai penyerap ion logam Cr pada air limbah dengan sistem batch. Sera Kitis et al (2005), menjadikan batu apung sebagai katalis heterogen yang diimpregnasi dengan logam Cu untuk menyerap sianida bebas yang bermuatan negatif.

Dari hasil penelitian di atas, dapat disimpulkan bahwa batu apung dapat dijadikan sebagai adsorben dan filter untuk tujuan tertentu. Namun demikian komposisi kimia terutama logam sebagai penyusun batu apung belum banyak

dilaporkan, apalagi untuk batu apung yang berasal dari tempat yang berbeda kemungkinan komposisi kimianya juga berbeda. Seperti batu apung yang ditemukan masyarakat baik di daerah Kota Gorontalo dan Kabupaten Buol Sulawesi Tengah belum ada informasi baik kandungan kimianya maupun kegunaanya.

METODE

Pengambilan Sampel

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah batu apung yang ditemukan di Kelurahan Tanggida'a, Kecamatan Kota Tengah Kota Gorontalo dan di Desa Matinan Kecamatan Gadung, Kabupaten Buol.

Pengolahan sampel

Kedua sampel batu apung dibersihkan dengan cara dicuci kemudian dikeringkan dengan sinar matahari secara langsung. Sampel batu apung yang sudah bersih dari tanah dan pasir, ditumbuk dan dihaluskan dengan mortal sampai melewati ayakan 100 mesh. Selanjutnya sampel diberi simbol BA-G (batuan apung dari Gorontalo) dan BA-B (batuan apung dari Buol).

Modifikasi Sampel

Ditimbang masing-masing 30 gram sampel batu apung Gorontalo dan Buol yang sudah halus sebanyak empat kali, kemudian dimasukkan kedalam empat buah gelas piala dan diberi label gelas piala 1-4, selanjutnya gelas piala 1 dimasukkan 150 mL HCl 1M dan direndam selama 1 x 24 jam, gelas piala 2 dengan 150 mL HNO₃ 1 M selama 1 x 24 jam, gelas piala 3 dengan 150 mL H₂SO₄ 1 M selama 1 x 24 jam dan yang terakhir gelas piala 4 dimasukkan 150 mL HCl 1M dan direndam selama 1 x 24 jam, lalu dengan 150 mL HNO₃ 1 M selama 1 x 24 jam, dan yang terakhir dengan dengan 150 mL H₂SO₄ 1 M selama 1x24 jam, disaring dan dikering-kan dalam furnace dengan suhu 380⁰C.

Pembuatan pelet

Pembuatan pelet pada sampel dilakukan dengan cara: masing-masing sampel ditambahkan gum arabic 1% dan diaduk sampai rata. Campuran ini siap dibentuk menjadi pelet dengan cara menambahkan akuades 18-20 tetes untuk setiap 10 gramnya, lalu diaduk sampai diperoleh adonan homogen dan tidak terlalu basah. Adonan homogen ini selanjutnya dicetak menggunakan alat pencetak pelet dengan lubang berbentuk silinder dan berdiameter 0,5 cm. Berat masing-masing pelet yang dibuat dalam keadaan basah ini kurang lebih 0,5 gram. Tekanan yang digunakan diperkirakan 2 kN. Pelet yang dihasilkan tadi diperkirakan berukuran diameter 0,5 cm dan ketebalan yang bervariasi.

Aktivasi

Batu apung yang sudah dalam bentuk pelet diaktivasi dalam furnace pada temperatur 600 °C selama 4 jam.

Penentuan Kandungan Mg, Ca, Cr, Mn dan Fe dalam batu apung dengan AAS.

Sejumlah berat sampel (± 2 gram) dimasukkan ke dalam krus porselin, ditambahkan larutan aqua regia 15 ml sehingga semua sampel larut. Kemudian dipanaskan sampai larutan menjadi ± 2 ml, didinginkan dan diencerkan di dalam gelas ukur 50 ml sampai tanda, kemudian dianalisis kandungan logam Mg, Ca, Cr, Mn dan Fe dengan alat *Spektroskopi Serapan Atom (SSA)* pada panjang gelombang masing-masing 285,2; 422,7; 357,9; 279,5 dan 248,3 nm.

Analisis Kuantitatif Si.

Analisis Si sebagai SiO_2 menggunakan metode gravimetri dengan prosedur sebagai berikut: timbang sampel ± 2 gram, tambahkan aquaregia ± 20 ml ke dalam erlenmeyer 100 ml, panaskan sampai kering kemudian dinginkan. Lalu tambahkan HNO_3 encer, panaskan perlahan-lahan selama 10 menit, saring (memakai kertas bebas abu) setelah itu bilas 3 kali dengan aquades. Kemudian kertas sama residu masukkan ke dalam cawan porselen, kemudian di tanur dengan suhu $\pm 400^\circ \text{C}$ selama 2 jam, setelah itu dinginkan di dalam desikator selama ± 30 menit dan timbang.

Analisis Kuantitatif Al

Analisis Al sebagai Al_2O_3 dengan cara Aluminon dengan prosedur sebagai berikut :timbang sampel ± 0.5 g , tambahkan aquaregia 15 ml, lalu dipanaskan sampai 5 ml. Kemudian di saring, dan dimasukkan ke labu 100 ml. Sample di ambil 50 ml di buffer dengan natrium acetat 0,2 M sampai Ph 4 – 4,5 ± 5 ml. Lalu kemudian ditambahkan 7 ml larutan aluminon dan tambahkan aquades sampai tanda batas. Kemudian di ukur dengan spektronik dengan panjang gelombang 530 nm.

Uji aktivitas Adsorpsi Batu Apung

Mula-mula dibuat asam asetat 1 M, larutan asam asetat 1 M dibuat 5 sampel dengan konsentrasi berturut-turut 0,8; 0,6; 0,4; 0,2 dan 0,1 M, masing-masing sebanyak 50 mL. Untuk mengetahui larutan asam asetat sebenarnya dari setiap larutan itu maka masing-masing larutan perlu dititrasi kembali dengan 0,5 M NaOH (Larutan Stándar) dengan cara: mengambil 10 mL tiap-tiap larutan asam asetat, tambahkan 2 tetes indikator fenolftalein kemudian dititrasi dengan larutan 0,5 M

NaOH, titrasi dihentikan setelah terjadi perubahan warna menjadi merah muda. Percobaan titrasi ini dilakukan dua kali untuk setiap larutan. Konsentrasi asam asetat sebenarnya sebelum adsorpsi dapat ditentukan dari hasil titrasi rata-rata.

Untuk mengetahui konsentrasi asam asetat yang tersisa setelah adsorpsi terjadi yakni dilakukan dengan cara: mengambil 25 mL setiap larutan asam asetat di atas dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer. Kemudian ditambahkan pada larutan-larutan itu 0,5 gram dari masing-masing sampel. Selanjutnya diaduk dengan pengaduk magnet beberapa saat, setelah itu ditutup dengan kertas saring dan dibiarkan selama 30 menit. Campuran-campuran tersebut disaring dengan menggunakan kertas saring dan dipisahkan filtratnya (steady state).

Kemudian diambil masing-masing 10 mL filtrat dan dilanjutkan dengan titrasi sebagaimana pada pengerjaan titrasi awal, Proses titrasi dilakukan dua kali untuk tiap larutan.

Perbedaan jumlah NaOH yang diperlukan untuk titrasi sebelum dan sesudah adsorpsi sama dengan jumlah asam asetat yang diadsorpsi oleh batuan apung maupun modifikasinya.

HASIL

Batu apung Gorontalo dan kabupaten Buol yang sudah halus kemudian dimodifikasi dengan perendaman larutan asam 1 x 24 jam, tujuan modifikasi tersebut selain untuk menghilangkan senyawa-senyawa pengotor yang ada dalam batu apung juga untuk melihat perbedaan kadar logam dan semi logam dalam batu apung. Kemudian sampel batuan apung dan modifikasinya dijadikan pelet.

Pelet yang terbentuk masing berukuran sekitar 0,5 cm ketebalan dengan diameter 0,5 cm. Selanjutnya pelet tersebut dikalsinasi dalam furnace pada 600 °C selama 4 jam. Adapun tujuan kalsinasi pada suhu 600 °C selain membuat stabilitas pelet, juga menghilangkan bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan pelet. Kemudian sampel batu apung diuji kandungan logam dan semi logamnya dengan AAS. Hasilnya sebagaimana dalam Tabel 2 berikut ini:

Uji Adsorpsi Batu Apung

Pelet batu apung Gorontalo dan Kabupaten Buol serta hasil modifikasinya yang sudah dikalsinasi (diaktivasi), selanjutnya dilakukan uji aktivitasnya terhadap asam seperti asam asetat. diuji daya serapnya terhadap larutan asam asetat dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 3 dan 4 berikut di bawah ini. Penentuan daya serap batu apung terhadap asam asetat dilakukan dengan menentukan jumlah (gram) asam asetat yang teradsorb oleh 0,5 gram padatan batu apung. Dan berdasarkan Tabel 3 dan 4 di atas, asam asetat yang teradsorpsi pada tiap 0,5 gram batu apung dapat

ditentukan dari selisih jumlah NaOH sebelum dan setelah adsorpsi dengan menggunakan persamaan 4.1.

$$X_i = \frac{25}{10} \frac{(a_1 - b_1) \times M \text{ NaOH} \times \text{BM CH}_3\text{COOH}}{1000}$$

dimana xi = gram CH₃COOH yang teradsorpsi (Uno : 2004)

Tabel 2. Komposisi Kandungan Logam dan semi logam Batu Apung Gorontalo dan Kabupaten Buol

Sampel	% Si	% Al	Ppm Fe	Ppm Mg	Ppm Ca	ppm Cr	Ppm Mn
BA-G	37,61	7,46	118,86	26,08	52,88	47,15	70,45
BA-G 1	39,29	4,56	154,01	168,69	105,97	54,17	106,16
BA-G 2	85,20	3,65	5,57	41,05	14,30	52,78	7,61
BA-G 3	83,66	5,36	11,29	61,72	14,62	23,28	8,77
BA-G4	38,40	5,94	85,73	137,98	42,72	26,09	31,19
BA-B	38,50	6,72	92,82	155,66	63,40	85,01	27,03
BA-B1	39,64	3,98	80,03	148,82	1263,9	56,98	22,41
BA-B2	86,28	3,21	112,33	134,87	77,22	5,05	50,17
BA-B3	83,98	5,03	74,36	107,33	40,73	17,68	37,02
BA-B4	39,17	5,66	42,89	95,33	223,51	54,17	18,49

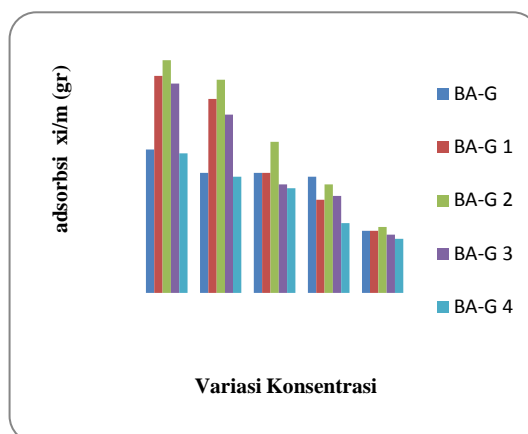
Tabel 3. Data Jumlah NaOH (mL) Sebelum (a_1) dan Setelah Adsorpsi (b_1) pada Sampel Batu Apung Gorontalo serta Modifikasinya

Sampel	BA-G	BA-G 1	BA-G 2	BA-G 3	BA-G 4	
Konsentrasi	ml (a_1)	b_1	b_1	b_1	b_1	
0,8 M	17,6	13,9	12	11,6	12,2	14
0,6 M	13,4	10,3	8,4	7,9	8,8	10,4
0,4 M	10	6,9	6,9	6,1	7,2	7,3
0,2 M	6,8	3,8	4,4	4	4,3	5
0,1 M	3,4	1,8	1,8	1,7	1,9	2

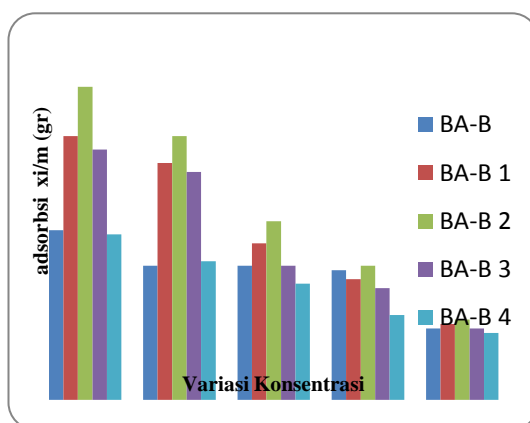
Tabel 4. Data Jumlah NaOH (mL) Sebelum (a_1) dan Setelah Adsorpsi (b_1) pada Sampel Batu Apung Buol serta Modifikasinya

Sampel	BA-B	BA-B 1	BA-B 2	BA-B 3	BA-B 4	
Konsentrasi	ml (a_1)	b_1	b_1	b_1	b_1	
0,8 M	17,6	13,8	11,7	10,6	12	13,9
0,6 M	13,4	10,4	8,1	7,5	8,3	10,3
0,4 M	10	7	6,5	6	7	7,4
0,2 M	6,8	3,9	4,1	3,8	4,3	4,9
0,1 M	3,4	1,8	1,7	1,6	1,8	1,9

Dari data hasil perhitungan dibuat Grafik pengaruh konsentrasi terhadap adsorpsi melalui suatu perhitungan perbandingan berat adsorbat dengan adsorben atau kurva $\frac{x_i}{m}$ lawan C. Dimana x_i = berat adsorbat, m = berat adsorben dan C = konsentrasi. Kemudian dibuat Grafik konsentrasi versus adsorpsi $\frac{x_i}{m}$, dimana konsentrasi (C) berada pada sumbu x dan adsorpsi $\frac{x_i}{m}$ berada pada sumbu y seperti tampak pada Grafik Gambar 1 dan 2.



Gambar 1. Grafik pengaruh adsorpsi Vs variasi konsentrasi (sampel BA-G)



Gambar 2. Grafik pengaruh adsorbsi Vs variasi konsentrasi (sampel BA-G)

PEMBAHASAN

Penentuan Kadar Logam Pada Batu Apung Gorontalo Dan Kabupaten Buol Serta Modifikasinya

Berdasarkan Tabel 2 kadar logam dan semi logam pada sampel batu apung Gorontalo dan Kabupaten Buol serta modifikasinya sangat bervariasi. Hal ini sangat menarik karena modifikasi batu apung Gorontalo dan Kabupaten Buol dengan perendaman larutan asam klorida, asam nitrat dan asam sulfat menjadikan kadar logam dan semi logam dalam batu apung bervariasi.

Pengaruh Perendaman dengan HCl

Perendaman HCl pada BA-B menurunkan kadar Al, Fe, Mg, Cr dan Mn, dan meningkatkan kadar Ca dan Si. Hal ini karena logam-logam tersebut bereaksi dengan HCl dan ikut terekstrak, sehingga susunan unsur-unsur dan persenyawaan dalam batu apung mengalami perubahan yang meningkatkan kadar Ca dan Si. Sedangkan pada BA-G perendaman HCl membuat penurunan kadar Al yang menjadikan perubahan susunan persenyawaan dalam batu apung Gorontalo sehingga kadar logam Fe, Mg, Ca, Cr dan Mn meningkat.

Pengaruh Perendaman dengan HNO₃

Larutan HNO₃ mengekstrak Al sangat besar dalam batu apung, hal ini dilihat pada hasil analisis dimana kadar Al dalam batu apung Gorontalo dan Buol perendaman HNO₃ menunjukkan angka yang terkecil dari semua hasil perendaman. Pada batu apung Buol perendaman HNO₃ selain menurunkan kadar Al juga menurunkan kadar logam Mg dan Cr, penurunan tersebut mengakibatkan perubahan persenyawaan yang meningkatkan kadar logam Fe, Ca dan Mn. Sedangkan pada batu apung Gorontalo perendaman HNO₃ selain menurunkan kadar Al juga menurunkan kadar logam Fe, Ca dan Mn, penurunan tersebut mengakibatkan perubahan persenyawaan yang meningkatkan kadar logam Mg dan Cr.

Pengaruh Perendaman dengan H₂SO₄

Larutan H₂SO₄ juga dapat mengekstrak Al dalam batu apung karena dapat bereaksi dengan alumina, sehingga kandungan Al dalam batu apung berkurang dan menjadikan susunan persenyawaan dalam batu apung berubah, pada batu apung Buol perendaman H₂SO₄ selain menurunkan kadar Al juga menurunkan kadar logam Fe, Mg, Ca, dan Cr, tetapi meningkatkan kadar Mn. Sedangkan pada batu apung Gorontalo perendaman H₂SO₄ selain menurunkan kadar Al juga menurunkan kadar logam Fe, Ca, Cr dan Mn tetapi meningkatkan kadar Mg.

Pengaruh Perendaman dengan HCl dilanjutkan dengan HNO₃ dan H₂SO₄

Untuk melihat pengaruh tersebut maka dapat dibandingkan kadar Al, Fe, Cr, Mg, Mn, Si dan Ca pada sampel. Dimana dengan melihat hasil analisis maka dapat diketahui untuk batu apung Buol kadar Al, Fe, Cr, Mn, dan Mg menurun sedangkan kadar Ca dan Si meningkat dan pada batu apung Gorontalo kadar Al, Fe, Cr, Mn, dan Ca menurun sedangkan kadar Mg dan Si meningkat. Dengan demikian maka dengan adanya perlakuan modifikasi tersebut mempengaruhi perubahan persenyawaan dalam batu apung. Pada perendaman HCl dan HNO₃ meningkatkan kadar Ca dan Si batu apung Buol sedangkan pada batu apung Gorontalo perendaman dengan HCl, HNO₃ dan H₂SO₄ meningkatkan kadar Mg dan Si. Dengan demikian wajar jika perlakuan modifikasi ini dapat meningkatkan kadar Ca dan Si pada batu apung Buol dan kadar Mg dan Si pada batu apung Gorontalo.

Uji Adsorpsi Batu Apung

Penurunan kadar Al meningkatkan kadar Si dan rasio Si pada batu apung Gorontalo dan Kabupaten Buol yang dapat dilihat pada Lampiran 5 Tabel 5 rasio Si/Al Batu Apung Gorontalo dan Kabupaten Buol. Meningkatnya rasio Si/Al berpengaruh pada daya serap batu apung terhadap asam asetat, hal ini karena terekstraknya Al, mempengaruhi perubahan komposisi senyawa kimia dalam batu apung yaitu meningkatnya kadar Si, yang menjadikan pori-pori batu apung semakin besar, sehingga daya serapnya juga semakin besar. Hal ini dapat dilihat dari Grafik 3 dimana jumlah (gram) asam asetat dengan nilai daya adsorb terbesar yaitu perendaman dengan larutan HNO₃ (BA-B 2) dengan nilai rasio Si/Al tertinggi yaitu 26,878.

Dari Grafik 3 juga dapat dilihat semakin tinggi konsentrasi maka semakin besar daya serap batu apung terhadap asam asetat. Dalam hal ini selain dipengaruhi besarnya pori-pori batu apung, juga dipengaruhi naiknya konsentrasi asam asetat dapat meningkatkan situs aktif dalam batu apung sehingga semakin besar kemungkinan ion-ion asam asetat bertumbukkan dengan batu apung yang kemudian terserap ke dalam batu apung.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat disimpulkan beberapa hal penting antara lain :

1. Batu apung Gorontalo dan Kabupaten Buol mengandung persenyawaan silika-alumina (SiO₂-Al₂O₃) dan Unsur-unsur logam Ca, Mg, Fe, Cr dan Mn.
2. Kadar Si/Al BA-G masing-masing 37,61 % dan 7,46 % dengan rasio 5,0415. Bila dibandingkan dengan BA-B maka kualitas BA-G dilihat dari rasio Si/Al lebih rendah dengan kadar Si/Al pada BA-B masing-masing 38,50 % dan 6,72 % dengan rasio 5,719.
3. Kadar Unsur-unsur logam Ca, Mg, Fe, Cr dan Mn pada BA-G masing-masing 52,8726; 26,0784; 118,8634; 47,1485 dan 70,4503 ppm. Dan kadar Unsur-unsur logam Ca, Mg, Fe, Cr dan Mn pada BA-B masing-masing 63,4024; 155,663; 92,8179; 85,0062 dan 27,0347 ppm.
4. Kadar Si/Al dan kadar Unsur-unsur logam Ca, Mg, Fe, Cr dan Mn pada batu apung Gorontalo dan Buol hasil modifikasi berbeda-beda yang disebabkan oleh karena adanya perbedaan metode modifikasi yang dilakukan.
5. Kadar Si pada sampel BA-G dan BA-B hasil modifikasi meningkat jika dibandingkan dengan kadar Si pada sampel BA-G dan BA-B yang tidak dimodifikasi, dan peningkatan kadar Si terbesar untuk sampel BA-G 2 (85,20%) dan BA-B 2 (86,28%) hasil modifikasi yaitu dengan perendaman HNO₃ 1 M selama 1 x 24 jam.

6. Kadar Al pada sampel BA-G dan BA-B hasil modifikasi menurun jika dibandingkan dengan kadar Al pada sampel BA-G dan BA-B yang tidak dimodifikasi, dan penurunan kadar Al terbesar untuk sampel BA-G 2 (3,65%) dan BA-B 2 (3,21%) hasil modifikasi yaitu dengan perendaman HNO₃ 1 M selama 1 x 24 jam.
7. Kadar logam Fe, Mg, Cr, Ca, Mn, meningkat pada BA-G dan BA-B yang dimodifikasi dengan perendaman HCl.
8. Sifat adsorpsi sampel yang dimodifikasi dengan perendaman larutan asam tidak jauh berbeda dengan sampel yang tidak dimodifikasi yaitu keduanya baik dalam mengadsorpsi asam asetat dan yang paling besar daya adsorpsinya yaitu BAG-2 dan BAB-2 hasil perendaman HNO₃.
9. Dilihat dari Lampiran 7 data kadar logam dan daya serapnya, sampel batu apung yang baik untuk dijadikan katalis yaitu sampel BA-G 2.

DAFTAR RUJUKAN

- Anonim.** 2010. Gambar Alat Analisis SSA. (online). <http://repository.upi.edu>. diakses 1 Agustus 2012.
- Anonim.** 2011. Batu Apung (Pumice Stone). (online). <http://www.senyawa.com> diakses 1 Maret 2012.
- Anonim.** 2011. Mengenal Batuan . (online). <http://repository.ipb.ac.id> diakses 1 Maret 2012.
- Asmin, La Ode.** 2010. Kumpulan Makalah Alat-Alat Karakterisasi Material. <http://www.google.co.id> diakses 1 Maret 2012.
- Edahwaty, Luluk dan Suprihatin.** Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan Vol.1 No. 2. Kombinasi Proses Aerasi, Adsorpsi, Dan Filtrasi Pada Pengolahan Air Limbah Industri Perikanan". Surabaya : Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri UPN "Veteran" Jawa Timur. <http://eprints.upnjatim.ac.id> diakses 13 Juli 2012.
- Day RA dan Underwood, Al.** 1988. Analisa Kimia Kuantitatif. Jakarta : Erlangga.
- Isa, Ishak.** 2006. Bahan Ajar Mata Kuliah Analisis Instrument. Gorontalo: FMIPA Universitas Negeri Gorontalo.
- Kitis at, al.** 2005. Heterogeneous Catalytic Degradation Of Cyanide Using Copper-Impregnated Pumice and Hydrogen peroxide. Turkey : Department of Environmental Engineering (MMF, Cevre Muh.), Suleyman Demirel University. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov> diakses 13 juli 2012.
- Kurniawan, Ronny.** 2010. Produksi Etanol Secara Sinambung Dengan Sel Tertambat Menggunakan Bioreaktor Tangki Berpengaduk. Bandung : Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri Iteas. <http://eprints.undip.ac.id> diakses 13 juli 2012.
- Lienda, Handojo. Dr. Ir, M. Eng.** Teknologi Kimia. Bagian 2. Jakarta : PT. Pradnya Paramita.
- Lukum, Astin,** 2008. Bahan Ajar Dasar–Dasar Kimia Analitik. Gorontalo: Universitas Negeri Gorontalo.
- Nurlaila.** 2010. Analisis Mineral Pada Hasil Modifikasi Batuan Alam Gorontalo Dan Karakterisasinya. Skripsi. Gorontalo : Universitas Negeri Gorontalo.
- Prihatiningsih, Bakti.** 2010. Pengaruh Ukuran Butiran Batu Apung Dalam Menurunkan Kadar Logam Berat Krom (Cr) Pada Air Limbah Dengan Sistem Batch. Malang : Institute Merdeka University. <http://www.sciencedirect.com> diakses 13 juli 2012.
- Ridwan, Agus Supriadi. at al.** 2009. Makalah bahan galianbatu apung(pumice). (online). <http://www.scribd.com/doc/33920004/Batu-Apung> diakses 1 Maret 2012

- Rusli, at al.** 2009. Standarisasi Limbah Batu Apung Sebagai Bahan Bangunan. (online). <http://www.bsn.go.id> diakses 1 Maret 2012.
- Sari, Dyah Kumala.** 2009. Spektrometri Serapan Atom (SSA). Yogyakarta. <http://dykuza.files.wordpress.com> diakses 1 Agustus 2012
- Suardana,** 2011. Optimalisasi Daya Adsorpsi Zeolit Terhadap Ion Kromium (III). [http://www.freewebs.com/santayasa/Lemlit/PDF Files/SAINS/APRIL 2008/I Nyoman Suardana.pdf](http://www.freewebs.com/santayasa/Lemlit/PDF%20Files/SAINS/APRIL%202008/I%20Nyoman%20Suardana.pdf) diakses 15 Maret 2012
- Sukarjo,** 1984. Kimia Anorganik. Yogyakarta: FMIPA IKIP Yogyakarta
- Suparjo,** 2010. Penentuan Kadar Si/Al pada Zeolit Alam Gorontalo dan Hasil Modifikasi serta Uji Aktivitasnya. Skripsi. Gorontalo : Universitas Negeri Gorontalo
- Sugiyarto, Kristian H,** 2003. Kimia Anorganik II. Yogyakarta: FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta
- Syahputra, Benny.** 2009. Jurnal Studi Lingkungan Vol.1, No.1, 47-56. Perancangan trickling filter Dengan media batu apung Sebagai upaya penurunan salinitas Air payau. Semarang : Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung. <http://isjd.pdi.lipi.go.id> diakses 13 juli 2012.
- Uno, N Rusni.** 2004. Karakterisasi Batuan Aktif Gorontalo. Skripsi. Gorontalo : Universitas Negeri Gorontalo
- Warmada, I wayan dan Anastasis Dewi Titisari.** 2004. AGROMINERALOGI (Mineralogi untuk Ilmu Pertanian). (online). <http://warmada.staff.ugm.ac.id> , diakses 1 Maret 2012
- Wiryanan, Adam.** 2011. Gangguan-gangguan dalam SSA. <http://www.chem-is-try.org>. Diakses 1 Agustus 2012
- Yhantee, rheema.** 2010. Kimia Anorganik II (METALURGI EKSTRAKTIF). <http://rimayantisihite.blogspot.com>, diakses 21 Maret 2012
-