

Aktivasi Batu Padas dengan Asam dan Pemanfaatannya sebagai Penyerap Limbah Deterjen

^{1*}A.A.I.A Mayun Laksmiwati dan ²Putu Suarya

^{1,2}Jurusan Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Udayana, Badung,
Bali, Indonesia.

*Email: suaryadala@yahoo.com

ABSTRAK

Industri pembuatan patung yang berkembang pesat di beberapa daerah di Pulau Bali, telah banyak menghasilkan limbah, khususnya berupa butiran-butiran batu padas. Limbah tersebut selama ini terbuang begitu saja dan keberadaannya telah mencemari lingkungan. Padahal, limbah batu padas tersebut memiliki potensi untuk dijadikan sebagai adsorben limbah cair. Melalui metode aktivasi, baik itu secara fisika maupun secara kimia, peningkatan kapasitas adsorpsi batu padas dapat tercapai. Tujuan umum dari penelitian ini adalah untuk mendayagunakan limbah batu padas sisa pembuatan patung sebagai adsorben untuk mengatasi pencemaran limbah deterjen. Kemampuan batu padas untuk mengadsorpsi deterjen diuji dengan menggunakan metode *Batch*. Pengaruh pH dan waktu kontak adsorpsi dipelajari untuk mengoptimasi proses adsorpsi dan aktivasi batu padas secara kimia untuk mendapatkan adsorben dengan kapasitas adsorpsi optimum. Model isotermal Langmuir digunakan untuk menentukan isoterm adsorpsi ini. Hasil karakterisasi terhadap luas permukaan batu padas menunjukkan, batu padas teraktivasi asam sulfat memiliki karakter terbaik dengan luas permukaan spesifik paling besar yakni 18,2423 m²/g dibanding dengan batu padas teraktivasi asam klorida 17,0122 m²/g dan batu padas alam sebesar 16,6568 m²/g. Hasil uji adsorpsi batu padas terhadap limbah deterjen menunjukkan pada kajian variasi waktu kontak, adsorpsi optimum batu padas alam (BA) sebesar 4,6934 mg/g, batu padas teraktivasi asam sulfat (BAS) sebesar 4,9191 mg/g dan batu padas teraktivasi asam klorida (BAK) sebesar 4,9693 mg/g.

Kata kunci : Aktivasi, Batu Padas, adsorpsi, limbah deterjen.

ABSTRACT

Waste of making sculpture in the form of granules rocks during this time wasted and presence has polluted the environment. These rocks will be used as adsorbent through the activation process, activation either physically or chemically to increase the adsorption capacity. This adsorbent is an industrial waste material in the manufacture of statues are numerous in the home industry in some areas on the island of Bali. The general objective of this study was to utilize the residual waste rocks making sculpture as an adsorbent to address waste pollution detergent. The ability of rocks to adsorb detergents tested using Batch. Effect of pH and contact time of adsorption was studied to optimize the process of adsorption and activation rocks chemically to obtain optimum adsorbent with adsorption capacity. Langmuir isotherm models used to determine the adsorption isotherm. The results of the characterization of the surface area of the rocks show, rocks activated sulfuric acid has the best character with most large specific surface area which is 18.2423 m²/g compared with limestone activated hydrochloric acid 17.0122 m²/g and a natural limestone by 16.6568 m²/g. The test results of the waste rocks adsorption detergents showed the study of variation of contact time, the adsorption optimum natural limestone (BA) of 4.6934 mg/g, rocks activated sulfuric acid (BAS) of 4.9191 mg/g and rocks activated acid chloride (BAK) of 4.9693 mg/g.

Key words : Activation, Batu padas, adsorption, waste detergent

PENDAHULUAN

Bali sebagai daerah wisata telah mendatangkan devisa pada berbagai sektor industri, baik *home industry* ataupun industri dalam skala besar. Namun demikian perkembangan industri ini telah memberikan efek negatif terhadap lingkungan yakni pencemaran. Industri patung berbahan baku batu padas menghasilkan limbah berupa sisa pecahan batuan serta debu yang mencemari lingkungan.

Secara umum batu padas mempunyai keunggulan sifat sebagai penukar kation, penyerap dan penyaring molekul yang sangat selektif (Surna, 1994). Sifat-sifat ini sangat ditentukan oleh dua hal penting, yakni pengaruh komposisi kimia dan pengaruh struktur kristalin. Komposisi kimia batu padas umumnya mempunyai unsur utama kation aluminium, SiO_2 dengan kandungan ion-ion di permukaan maupun di dalam rongga yang mengimbangi distribusi muatan listrik strukturnya, maka dapat memungkinkan terjadinya pertukaran ion dengan sistem di luarnya dan karena mempunyai distribusi muatan maka bersifat sebagai pengadsorpsi dengan media adsorben untuk mengikat atau menyerap adsorbat seperti ion logam.

Selama ini batu padas khususnya di Bali hanya dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan patung, dan sebagai hasil samping adalah berupa limbah yang berupa pecahan-pecahan kecil dan debu. Batu badas dikenal sebagai bahan penyerap sudah sejak Belanda berada di Bali, ini terbukti adanya alat untuk menjernihkan air yang ada di kabupaten Gianyar merupakan peninggalan sejarah. Alat ini disebut dengan topo, seperti bak air yang mana dindingnya terbuat dari batu padas (Surna, 1995).

Batu padas dalam keadaan normal/biasa berbentuk kristal berpori yang terisi kation, anion, silika dan alumina serta molekul air bebas yang berada di sekitar anion. Keberadaan molekul air bebas ini akan mengganggu sifat adsorpsi batu padas, karena pori-porinya menjadi tersumbat atau dipenuhi oleh air tersebut. Agar pori-pori batu padas kembali terbuka dan sifat adsorbennya bertambah maka batu padas dipanaskan sehingga molekul air yang berada dalam kerangka batu padas mengalami dihidrasi dan

dapat membentuk rongga atau pori yang memungkinkan adsorpsi reversibel dari molekul-molekul yang ukurannya lebih kecil dari ukuran rongga tersebut (Widjonarko, 2003). Dengan dilepaskannya molekul air tersebut dari pori atau rongga permukaannya menyebabkan medan listrik meluas ke dalam rongga utama dan akan efektif berinteraksi dengan molekul yang akan diadsorpsi sehingga terjadilah mekanisme adsorpsi oleh batu padas. Situs aktif yang terjadi pada lempung yang dimodifikasi. Pada proses pencucian pakaian baik itu di perumahan ataupun di usaha *laundry* digunakan deterjen. Deterjen yang digunakan umumnya tidak akan masuk seluruhnya ke dalam bahan tekstil, sehingga limbah yang dihasilkan masih mengandung deterjen. Hal inilah yang menyebabkan limbah deterjen menjadi permasalahan bagi perairan umum. Air limbah yang mengandung deterjen dapat mengganggu keindahan, bersifat racun dan sulit didegradasi. Genangan air yang berwarna banyak menyerap oksigen di dalam air sehingga dalam waktu yang lama akan membuat air menjadi berbau.

Berbagai cara pengolahan konvensional yang diterapkan belum memberikan hasil yang optimal dalam proses penghilangan deterjen, sedangkan metode koagulasi dan flokulasi umumnya mampu menyerap deterjen hingga 80 %.

Beberapa metode untuk menghilangkan deterjen dalam air limbah yaitu treatment kimia dan sorpsi. Treatment kimia melibatkan reaksi pengendapan, sedangkan sorpsi melibatkan interaksi antara analit dengan permukaan zat padat (adsorben). Adsorben yang telah dilaporkan untuk penanganan limbah deterjen dalam limbah cair yaitu, resin sintetik, karbon aktif, sorben dari bahan anorganik seperti zeolit, silika gel dan lempung, sorben dari bahan organik (biosorben) menggunakan bahan-bahan organik mati sebagai sorben.

METODE

Aktivasi batu padas

Batu padas diambil dari sisa pembuatan patung di Kabupaten Gianyar Bali. Dikeringkan dengan sinar matahari. Batu padas ini kemudian digerus dan diayak dengan ayakan 0,3 dan 0,2 mm. Ukuran

partikel adsorbennya adalah 0,2 - 0,3 mm. Partikel adsorben yang diperoleh dicuci dengan akuades sampai bersih (filtratnya bening) kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 100°C dan disimpan dalam desikator (diberi kode BA). Untuk adsorben teraktivasi asam klorida (BAK) dan teraktivasi asam sulfat (BAS), sejumlah berat tertentu BA diasamkan masing-masing dengan asam klorida 1 M dan dengan asam sulfat 1 M, kemudian dicuci sampai filtratnya netral (pH7), lalu dikeringkan dalam oven 100 °C. kemudian disimpan dalam desikator.

Penentuan pH Optimum Adsorpsi Limbah Deterjen oleh Masing-masing Adsorben (BA, BAK, dan BAS)

Ke dalam 100 mL larutan limbah deterjen dengan konsentrasi 25 ppm dan pH 1 ditambahkan 500 mg adsorben. Campuran diaduk dengan kecepatan tetap 200 rpm selama 2 jam pada suhu kamar dan disaring dengan kertas saring Whatman 42. Absorbansi filtrat diukur dengan Spektrofotometer Uv Vis. Percobaan di atas diulangi pada pH yang berbeda masing-masing pada pH 1, 3, 5, dan 7.

Penentuan Waktu Optimum Adsorpsi Limbah Deterjen oleh Adsorben BA, BAK, dan BAS

Larutan limbah deterjen dengan konsentrasi 50 ppm disiapkan diatur pHnya pada pH optimum. Ke dalam tiap-tiap 100 mL larutan limbah deterjen ditambahkan 500 mg adsorben. Tiap-tiap campuran dikocok dengan stirer magnet dengan kecepatan 200 rpm selama 5 menit dan disaring dengan kertas saring Whatman 42. Absorbansi filtrat diukur dengan Spektrofotometer Uv Vis. Waktu optimum adalah waktu dimana konsentrasi teradsorpsi terbesar.

Penentuan Kapasitas Adsorpsi Limbah Deterjen oleh Adsorben

Larutan limbah deterjen dengan konsentrasi 10, 25, 50, 75 dan 100 ppm disiapkan pada pH optimum. Ke dalam tiap-tiap 100 mL larutan tersebut ditambahkan 500 mg adsorben. Tiap-tiap campuran diaduk dengan magnetik stirer 200 rpm selama waktu optimum. Tiap-tiap campuran disaring dengan kertas saring Whatman 42. Absorbansi tiap-

tiap filtrat diukur dengan Spektrofotometer Uv Vis. Setiap percobaan dilakukan 3 kali pengulangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakterisasi Luas Permukaan Batu Padas

Luas permukaan adsorben merupakan karakter fisik yang sangat penting dalam proses adsorpsi, karena luas permukaan mempengaruhi banyaknya adsorbat yang teradsorpsi dan juga tergantung pada situs aktif. Menurut Perrich, (1981) menyatakan bahwa semakin luas permukaan adsorben, semakin banyak adsorbat yang dapat terserap, sehingga proses adsorpsi dapat berjalan semakin efektif dan semakin kecil ukuran partikel maka semakin luas permukaan adsorben. Pada penelitian ini, luas permukaan ditentukan dengan metode metilen biru. Panjang gelombang maksimum metilen biru yang digunakan yaitu 684 nm. Banyaknya molekul metilen biru yang dapat diadsorpsi sebanding dengan luas permukaan adsorben.

Hasil pengukuran luas permukaan adsorben batu pada tanpa dimodifikasi (BA), batu pada teraktivasi H₂SO₄ (BAS), dan batu padas teraktivasi asam klorida disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Nilai Luas Permukaan Adsorben

No	Adsorben	S (m ² /g)
1	BA	16,6568
2	BAS	18,2423
3	BAK	17,0122

keterangan: S = luas permukaan adsorben

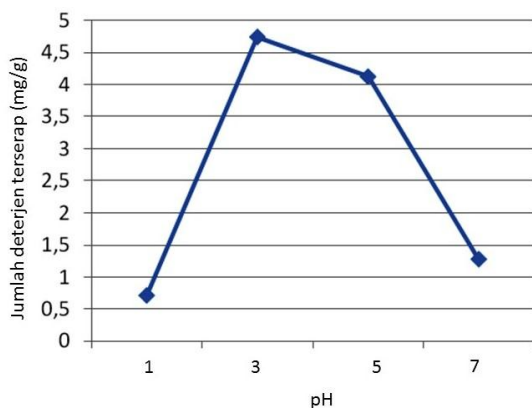
Penentuan luas permukaan adsorben menggunakan metode metilen biru berdasarkan penentuan kapasitas adsorben yang menunjukkan banyaknya molekul metilen biru yang dapat diadsorpsi pada permukaan adsorben. Berdasarkan data pada Tabel 1, menunjukkan bahwa adsorben BAS dan BAK memiliki luas permukaan relatif lebih tinggi dibandingkan batu padas tanpa dimodifikasi BA. Hal ini disebabkan oleh adanya aktivasi batu padas dengan asam menjadikan pori pada lempung lebih terbuka, sehingga dapat menyerap molekul metilen biru lebih banyak dibandingkan BA. Peningkatan luas permukaan pada batu padas teraktivasi asam dikarenakan adanya

protonasi gugus OH menjadi OH_2^+ yang disertai terikatnya kation H^+ . Adanya jumlah H^+ yang semakin banyak dengan penambahan asam dapat mendesak (Ca, Mg, Fe, K, dan Na) yang menempati rongga-rongga pada lapisan alumina silikat. Disamping itu fungsi penambahan asam dapat melepaskan ion Al, Fe, dan Mg dan pengotor-pengotor lainnya dari kisi-kisi struktur.

Uji Daya Serap Batu Padas Terhadap Limbah Deterjen

Penentuan pH optimum

Penentuan pH optimum merupakan salah satu parameter penting dalam proses adsorpsi yang mempengaruhi keadaan ion dalam larutan. Penentuan pH terhadap kapasitas adsorpsi bertujuan untuk mengetahui nilai pH yang memberikan adsorpsi maksimum dari batu padas teraktivasi asam terhadap limbah deterjen. Proses penyerapan dilakukan pada pH 1, 3, 5 dan 7. Menurut Sukarjo (1989) penyerapan pada pH tinggi ($\text{pH} > 7$) lebih cenderung memberikan hasil yang kurang sempurna, karena terbentuknya senyawa oksidasi dari unsur-unsur lebih besar sehingga dapat menutupi permukaan adsorben dan menghalangi proses penyerapan partikel-partikel terlarut dalam adsorben. Dari hasil penelitian pengaruh pH terhadap penyerapan limbah deterjen oleh batu padas teraktivasi asam terdapat pada Gambar 1.



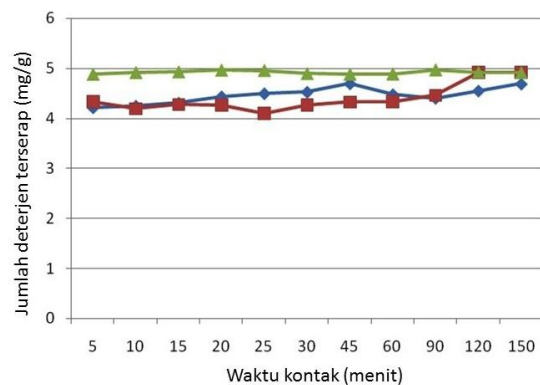
Gambar 1. Kurva pengaruh pH terhadap jumlah deterjen yang terserap oleh batu padas.

Berdasarkan gambar tersebut pH optimum penyerapan limbah deterjen terdapat pada pH 3 dengan jumlah deterjen yang

terserap sebesar 4,737 mg/g. Pada pH 1-3 kemampuan adsorpsi dari adsorben meningkat, sedangkan pada kondisi pH 3-5 turun dan turun lagi ke pH 7.

Penentuan waktu kontak optimum

Variasi waktu interaksi adsorpsi deterjen pada adsorben dipelajari pada waktu interaksi 0, 15, 30, 45, 60, 90, 120 dan 150 menit. Konsentrasi deterjen yang digunakan dalam mempelajari kajian ini adalah 25 ppm dengan pH 3. Pengaruh waktu interaksi adsorpsi banyaknya deterjen yang terserap oleh adsorben dengan berbagai variasi waktu dapat dilihat pada Gambar 2.



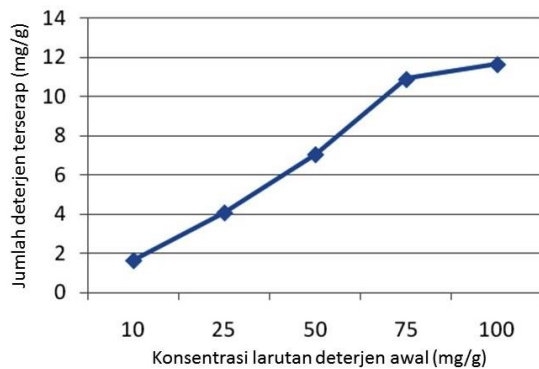
Gambar 2. Kurva pengaruh waktu kontak terhadap adsorpsi banyaknya deterjen yang terserap.

Berdasarkan gambar 2, dapat dilihat bahwa sampel batu padas teraktivasi asam sulfat (BAS) dan asam klorida (BAK) memiliki kemampuan lebih besar untuk menyerap deterjen yakni sebesar 4,9191 mg/g oleh BAS dan 4,9171 mg/g dibandingkan dengan batu padas alam yang hanya 4,6882 mg/g pada waktu 150 menit. Dari gambar juga dapat dilihat bahwa dengan bertambahnya waktu kemampuan adsorben untuk menyerap limbah deterjen juga semakin besar dan peningkatan ini terjadi sampai rentang waktu 150 menit. Hasil ini didukung oleh penelitian Budiartawan (2003) bahwa waktu kontak optimum penyerapan senyawa organik oleh batu padas mencapai waktu 4 jam.

Konsentrasi optimum

Pada penentuan daya serap batu padas terhadap konsentrasi adsorbat dilakukan

dengan mengontakkan batu padas pada konsentrasi yaitu 10, 25, 50, 75, dan 100 ppm. Adsorpsi deterjen dilakukan pada pH 3 dengan waktu kontak 150 menit oleh batu padas teraktivasi asam klorida (BAK). Data hasil analisis variasi konsentrasi deterjen terhadap banyaknya deterjen yang teradsorpsi disajikan dalam gambar dibawah ini.



Gambar 3. Kurva pengaruh konsentrasi terhadap adsorpsi deterjen dengan jumlah deterjen) yang terserap.

Dari gambar 3 menunjukkan kemampuan batu padas untuk menyerap deterjen mengalami peningkatan seiring dengan kenaikan konsentrasi. Daya serap optimum batu padas terdapat pada konsentrasi 100 ppm yaitu sebesar 11,643 mg/g. Pada konsentrasi adsorbat yang rendah, jumlah ion deterjen yang terserap menjadi kecil. Jika konsentrasi ion semakin meningkat maka kompetisi pada situs adsorpsi semakin tinggi, sehingga jumlah deterjen yang terserap mengalami peningkatan (Haistyanti, 2006).

Dilihat dari pola penyerapan deterjen oleh batu padas dengan kajian variasi konsentrasi deterjen, terlihat bahwa pada konsentrasi 10 sampai 75 ppm terjadi peningkatan penyerapan yang cukup tajam. Pada konsentrasi 75 sampai 100 ppm, peningkatan penyerapan tidak setajam konsentrasi sebelumnya. Hal ini menunjukkan kemampuan batu padas dalam menyerap deterjen mulai mencapai titik jenuh.

SIMPULAN

1. Aktivasi batu padas terbaik dihasilkan dengan aktivasi menggunakan asam sulfat konsentrasi 1 M dengan luas permukaan tertinggi 18,2423 m²/g dan batu padas

teraktivasi asam klorida 1 M 17,0122 m²/g dibandingkan dengan batu padas alam sebesar 16,6568 m²/g.

2. Kondisi optimum daya adsorpsi batu padas dalam mengadsorpsi limbah deterjen didapatkan pada waktu kontak 150 menit, pH 3 dan konsentrasi 100 ppm.

TERIMA KASIH

Kami ingin mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Jenderal pendidikan Tinggi Indonesia atas Hibah yang telah diberikan.

REFERENSI

- Ariastuti, ED.A. (2006). Pemanfaatan Batu Pasir Teraktivasi H₂SO₄ dan NaOH Tersalut Besi Oksida(Fe₂O₃) Sebagai Penyerap Cr(VI). Skripsi. Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Udayana, Jimbaran, Denpasar.
- Budiartawan, I.G. (2003). Adsorpsi Batu Padas terhadap Ion Logam Pb²⁺ dan Cr³⁺ dalam Larutan. Skripsi. Denpasar: Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Udayana.
- Gribble, C.D. (1988). Roulty's Elements of Mineralogi, 27th London: Ijnw Hyman.
- Haristyanti, P. (2006). Studi Adsorpsi-Desorpsi Ion Logam Cu(II) dan Cr(III) dalam Air Oleh Batu Padas Jenis Ladgestone Teraktivasi NaOH dan H₂SO₄. Skripsi Denpasar: Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Udayana.
- Kuswaraharja, Dadan. (2006). Awasi! Bahaya Mengintai dalam Minuman Ringan, available at: www.zigma.wordpress.com.
- Sumerta, P. (2001). Kemampuan Adsorpsi Batu Pasir yang Dilapisi Besi Oksida (Fe₂O₃) untuk Menurunkan Kadar Pb dalam Larutan, Skripsi. Denpasar: Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Udayana.
- Surna, I W. (1994). Perbandingan Daya Adsorpsi Antara Beberapa Jenis Batu Padas dengan Karbon Aktif terhadap zat warna metil biru klorida. Skripsi. Denpasar: Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Udayana.

- Sutha Negara, I. M. (2005). Preparasi Komposit Krom Oksida-Montmorillonit dan Aplikasinya Untuk Sorpsi Benzena. Tesis. Yogyakarta: Program Studi Ilmu Kimia, FMIPA, Universitas Gadjah Mada.
- Widjonarko, D. M. (2003). Pengaruh H_2SO_4 dan NaOH Terhadap Luas Permukaan Dan Keasaman Alovon. Alchemy.