

Modifikasi Lempung Menjadi Adsorben dan Pemanfaatannya sebagai Penyerap Limbah Deterjen

^{1*}Putu Suarya dan ²I Wayan Suirta

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

*Email: suaryadala@yahoo.com

ABSTRAK

Selektifitas lempung alam sebagai adsorben dapat diperbaiki melalui proses modifikasi lempung dengan proses aktivasi dan interkalasi. Modifikasi lempung akan diawali dengan proses aktivasi lempung menggunakan asam sulfat, yang bertujuan untuk membersihkan permukaan dan menghomogenkan kation antarlapis dari lempung. Selanjutnya proses interkalasi surfaktan akan menjadi lebih mudah terjadi apabila kation antar lapis telah homogen. Hasil karakterisasi terhadap lempung menunjukkan bahwa lempung yang telah dimodifikasi memiliki karakter yang lebih baik dilihat dari peningkatan luas permukaan spesifik dan keasaman permukaannya. Hasil penelitiannya menunjukkan terjadi peningkatan jumlah situs aktif dari lempung alam (A0) sebesar $3,9823 \times 10^{20}$ atom/gram menjadi $10,947 \times 10^{20}$ atom/gram pada lempung teraktivasi asam sulfat 2 M (AA) dan pada lempung teraktivasi asam sulfat 2 M dan terinterkalasi BKC 3% (AAB) sebesar $11,320 \times 10^{20}$ atom/gram. Hasil uji kemampuan adsorpsinya terhadap limbah deterjen menunjukkan bahwa pada kajian variasi waktu adsorpsi, adsorben A0 mempunyai waktu kontak optimum 15 menit sedangkan AA dan AAB sampai dengan waktu 60 menit masih menunjukkan peningkatan daya adsorpsi terhadap limbah deterjen.

Kata kunci : Modifikasi, Lempung, Montmorillonit, adsorpsi, limbah deterjen.

ABSTRACT

Selectivity of natural clay as an adsorbent can be improved through modification of clay with activation and intercalation process. Modification of clay will be preceded by the activation process using sulfuric acid, which aims to clean the surface and homogenizes the interlayer cations of clay. Selanjutnya surfactant intercalation process will become easier to occur when cations between layers have been homogeneous. The results showed that the characterization of clay that has been modified to have better characters seen from the increase in specific surface area and the acidity of the surface. The Results showed that an increase in the number of active sites of natural clay (A0) of 3.9823×10^{20} atoms / gram to 10.947×10^{20} atoms / gram on activated clays 2 M sulfuric acid (AA) and the activated clay sulfuric acid 2 M and intercalated BKC 3% (AAB) amounted to 11.320×10^{20} atoms / gram. The test results on the adsorption ability of detergent waste shows that the study of time variation of adsorption, the adsorbent A0 have optimum contact time of 15 minutes while the AA and AAB up with 60 minutes still showed an increase in the adsorption capacity of the waste detergent.

Key words : Modification, clay, montmorillonite, adsorption, waste detergent

PENDAHULUAN

Lempung bentonit sangat menarik untuk diteliti karena lempung ini mempunyai struktur berlapis dengan kemampuan mengembang (swelling) dan memiliki kation-kation yang dapat ditukarkan (Hensen dan Smit, 2002). Meskipun lempung bentonit

sangat berguna untuk adsorpsi, namun kemampuan adsorpsinya terbatas (Cool dan Vansant, 1998). Dengan memanfaatkan sifat tukar kationnya, lempung dapat dimodifikasi sehingga mempunyai sifat adsorpsi selektif terhadap senyawa organik.

Bali sebagai daerah tujuan wisata, tentunya dituntut untuk berperilaku serba instan. Salah satunya adalah banyaknya berdiri laundry. Produk samping dari laundry adalah limbah hasil pencucian yang banyak mengandung deterjen. Mikroorganisme yang ada di perairan bebas sangat sulit memutuskan rantai karbon (bercabang), akhirnya limbah deterjen terakumulasi menimbulkan buih dan busa berlebih sehingga menghambat proses pembusukan limbah lainnya yang ada pada perairan. Selama ini penanganan khusus dari limbah belum dilakukan sehingga akan menimbulkan pencemaran baik pencemaran tanah maupun pencemaran air.

Jenis surfaktan yang sering digunakan para peneliti adalah ammonium kuarterner, misalnya benzalkonium klorida. Pada proses interkalasi, jenis surfaktan ini akan menghasilkan nanoruang dua dimensi pada antarlapis lempung. Nanoruang dua dimensi ini terjadi melalui interaksi antara ion organoammonium dengan ruang antar lapis silikat sehingga menyebabkan terbukanya ruang pada antar lapis sampai ke ukuran nano. Pertukaran antara kation antar lapis dengan ion organoamonim ini akan menghasilkan perubahan sifat permukaan pada kisi-lapis lempung (Ogawa dan Kuroda, 1997).

Susianah (2005) melaporkan pemanfaatan lempung yang telah dimodifikasi dengan surfaktan dapat menyerap senyawa senyawa-senyawa organik. Interkalasi surfaktan ke dalam antarlapis lempung menyebabkan terbukanya ruang pada antar lapis sampai ke ukuran nano sehingga dapat digunakan untuk mengadsorpsi molekul dengan ukuran yang lebih besar. Surfaktan juga berpengaruh terhadap besarnya jumlah situs aktif yang terjadi pada lempung yang dimodifikasi.

METODE

Persiapan Penelitian

Persiapan penelitian meliputi persiapan alat dan bahan serta persiapan lempung alam yang dilanjutkan dengan proses pengeringan, pengecilan ukuran dan pengayakan sampai ukuran 100 -250 mesh.

Metode Penelitian

Modifikasi lempung

Preparasi lempung teraktivasi asam sulfat dan terinterkalasi surfaktan benzalkonium klorida dilakukan dengan dua tahap yakni; (1) lempung diaktivasi dengan asam sulfat konsentrasi 1,2 M selanjutnya dicuci sampai bebas ion sulfat, (2) interkalasi surfaktan BKC 3% kedalam antarlapis lempung. Hasil preparasi ini selanjutnya dikarakterisasi luas permukaan, dengan metode metilen biru dan keasaman permukaan dengan metode titrasi.

Uji Kapasitas Adsorpsi Lempung Terhadap Limbah Deterjen

Uji kapasitas adsorpsi lempung hasil preparasi terhadap limbah deterjen dilakukan dengan mengukur kajian variasi waktu adsorpsi, kajian variasi volume limbah terhadap adsorben dan kajian pengaruh perlakuan lempung hasil preparasi terhadap kemampuan adsorsinya.

Kajian variasi waktu adsorpsi dilakukan dengan memvariasi waktu kontak adsorpsi yakni; 5; 15; 30; 45 dan 1 jam. Waktu kontak optimum digunakan untuk langkah penelitian berikutnya. Sedangkan kajian pengaruh perlakuan lempung hasil preparasi terhadap kemampuan adsorpsinya dilakukan dengan menginteraksikan limbah deterjen pada masing-masing adsorben hasil preparasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Luas permukaan lempung

Hasil pengukuran luas permukaan adsorben lempung montmorillonit tanpa dimodifikasi (A0), lempung teraktivasi H₂SO₄ 2 M (AA), dan lempung teraktivasi H₂SO₄ 2 M terinterkalasi BKC 3 % (AAB) disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Nilai luas permukaan adsorben

| Adsorben | Luas Permukaan m ² /g |
|----------|----------------------------------|
| A0 | 18,3677 |
| AA | 18,4878 |
| AAB | 18,4881 |

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 AA dan AAB memiliki luas permukaan relatif lebih tinggi dibandingkan lempung tanpa dimodifikasi A0. Hal ini disebabkan oleh adanya aktivasi lempung dengan asam dan menginterkalasinya dengan surfaktan BKC menjadikan pori pada lempung lebih terbuka, sehingga dapat menyerap molekul metilen biru lebih banyak dibandingkan A0. Peningkatan luas permukaan pada lempung teraktivasi asam dikarenakan adanya protonasi gugus OH menjadi OH_2^+ yang disertai terikatnya kation H^+ . Adanya jumlah H^+ yang semakin banyak dengan penambahan asam sulfat dapat mendesak (Ca, Mg, Fe, K, dan Na) yang menempati rongga-rongga pada lapisan alumina silikat. Disamping itu fungsi penambahan asam sulfat dapat melepaskan ion Al, Fe, dan Mg dan pengotor-pengotor lainnya dari kisi-kisi struktur.

Keasaman permukaan adsorben

Penentuan jumlah keasaman total adsorben bertujuan untuk mengetahui jumlah mmol situs asam yang terikat pada adsorben tiap gramnya. Adsorben lempung A0, AA dan AAB ditentukan keasamaannya dengan metode titrasi asam basa. Berikut ini hasil pengukuran keasaman permukaan adsorben disajikan dalam Lampiran 4 dan dirangkum dalam Tabel 2.

Tabel 2. Nilai Keasaman Permukaan Adsorben

| Adsorben | Kal rata-rata (mmol/g) | Situs Aktif (10^{20} atom/g) |
|----------|------------------------|---------------------------------|
| A0 | 0,6613±0,0074 | 3,9823 |
| AA | 1,8179±0,0227 | 10,947 |
| AAb | 1,8798±0,0197 | 11,320 |

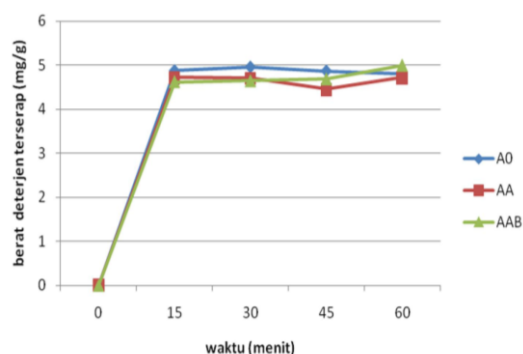
(keterangan: Kal, keasaman permukaan adsorben)

Peningkatan keasaman permukaan yang terjadi pada adsorben tersebut disebabkan oleh pengaktifan lempung dengan asam sulfat. Hal ini diperkuat oleh pernyataan Leonard dalam Simpen (2001), bahwa pengolahan lempung montmorillonit dengan asam-asam mineral (asam sulfat) dapat meningkatkan

keasaman lempung, karena telah terjadi substitusi tetrahedral dan oktahedral akibat protonasi pada ikatan Si-O-Si dan Al-O-Al. Selain itu, diduga lempung juga mendapatkan sumbangan situs aktif dari surfaktan kationik yang telah diinterkalasikan ke dalam antarlapis lempung, sehingga keasaman lempung menjadi bertambah.

Anderson dan Boudart dalam Simpen (2001), menyatakan lempung montmorillonit dapat menunjukkan karakter keasaman baik asam Brønsted maupun asam Lewis. Situs asam Brønsted terbentuk karena adanya kation H^+ (dari aktivasi dengan asam sulfat) yang berfungsi menyeimbangkan muatan negatif pada lempung montmorillonit. Sedangkan adanya N^+ yang berasal dari BKC yang diinterkalasikan akan membentuk situs asam Lewis yang berfungsi sebagai akseptor elektron.

Penentuan waktu kontak optimum



Gambar 1. Kurva pengaruh waktu kontak terhadap adsorpsi deterjen dengan jumlah deterjen yang terserap.

Berdasarkan Gambar 1 dapat dijelaskan, pada awal adsorpsi (yakni $t = 15$ menit) lempung alam (A0) mempunyai kemampuan mengadsorpsi limbah deterjen paling tinggi bila dibanding dengan lempung teraktivasi asam (AA) dan lempung teraktivasi asam terinterkalasi BKC yakni sebesar 4,8817 mg/g. Dengan pertambahan waktu yakni 30, 45 dan 60 menit, dapat diamati bahwa lempung alam mengalami penurunan dalam mengikat limbah deterjen. Hal ini mengindikasikan bahwa lempung alam pada $t = 15$ menit sudah mengalami kejenuhan untuk mengikat limbah deterjen,

sehingga dengan penambahan waktu adsorpsi akan berakibat terjadinya pelepasan ikatan antara deterjen dengan lempung.

Hal yang berbeda ditunjukkan oleh lempung yang sudah dimodifikasi yakni dengan bertambahnya waktu adsorpsi menyebabkan terjadinya peningkatan jumlah deterjen yang terikat oleh lempung. Pada lempung AA, penambahan waktu adsorpsi hingga 60 menit mengakibatkan jumlah deterjen yang teradsorpsi melebihi dari adsorpsi oleh lempung A0 yakni sebesar 4,9181 mg/g. Fenomena yang sama ditunjukkan oleh lempung AAB, yang mana lempung ini mempunyai kemampuan mengikat deterjen paling tinggi yakni sebesar 4,9977 mg/g pada $t = 60$ menit.

Hubungan antara jumlah situs aktif yang dimiliki oleh masing-masing adsorben sangat berkaitan dengan kemampuan daya adsorpsinya. Lempung AAB mempunyai situs aktif paling besar yakni $11,320 \cdot 10^{20}$ atom/g mempunyai kemampuan menyerap deterjen paling tinggi, selanjutnya diikuti oleh lempung AA dan A0. Satu hal penting yang bisa dipelajari dari penentuan waktu optimum ini adalah semakin besar situs aktif maka waktu kontak optimum yang terjadi akan semakin lama. Hasil ini cukup relevan dengan hasil penelitian (Auliah A, 2009) menyatakan bahwa adsorpsi fosfat dengan lempung diaktivasi secara fisika menghasilkan waktu kontak optimum yaitu 8 jam.

SIMPULAN

1. Karakter lempung menjadi lebih bila dilihat dari luas permukaan dan keasaman permukaannya setelah lempung yang diaktivasi dengan asam sulfat 2 M dan diinterkalasi dengan BKC 3% dibandingkan dengan lempung alam.
2. Kondisi optimum daya adsorpsi lempung alam (A0) dalam mengadsorpsi limbah deterjen didapatkan pada waktu kontak 15 menit, sedangkan lempung yang sudah dimodifikasi (AA dan AAB) sampai dengan penambahan waktu 60 menit masih terjadi peningkatan penyerapan limbah deterjen.

TERIMA KASIH

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

REFERENSI

- Bruce, D. W., and O' Hare, D. (1992). *Inorganics Materials*. New York: John Wiley & Sons Ltd.
- Harlim, T. (2003). *Kajian Umum Limbah cair Rumah Tangga dan Industri*, Makasar: Jurusan Kimia F.MIPA dan Lembaga Penelitian Universitas Hasanudin.
- Lemke, S. L. (1998). Adsorption of Zearolenone by organophilic montmorillonite Clay. *J.Agric Food Chem.* 46, 3789-3796
- Masel, R. I. (1996). *Principle of Adsorption and Reaction on Solid Surface*. Edisi ke-1, Canada: John Wiley & Sons, Inc., 118 – 113, 235 – 230
- McCabe, R. (1996). *Clay Chemistry*, edisi Kedua. Oxford: John Wiley & Sons Inc., 314-325.
- Ogawa, M and Koruda, K. (1998). Preparation of inorganic nanocomposites Through Intercalation of Organoammonium Ion Into Layered silicates, *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, 70,2593-2618
- Susianah, T. (2005). *Interkalasi Surfaktan Kationik ke dalam Struktur Antarlapis Lempung Bentonit dan Pemanfaatannya sebagai Adsorben Pengotor Minyak Daun Cengkeh*, Tesis S-2. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Suarya, P. (2005). *Preparasi Lempung Terpillar Besi Oksida dan Pemanfaatannya sebagai Penyerap Pengotor Minyak Daun Cengkeh*. Tesis. Jogjakarta: Jurusan Kimia FMIPA Universitas Gadjah Mada.
- Suarya, P. (2008). *Preparasi Lempung Teraktivasi Asam Sulfat Terpillar Aluminium Oksida dan Pemanfaatannya sebagai Penyerap Pengotor Minyak Daun Cengkeh*. Hasil Penelitian. Jimbaran: Jurusan Kimia FMIPA Universitas Udayana.

- Wijaya, K., Mudasir, Tahir, I., dan Asean, F. (2003). Inklusi Senyawa p-Nitroanilin ke dalam Pori-pori Montmorillonit Terpilar TiO₂, Review Kimia, 6(2), 84-94.
- Zainudin, M., (1999). Metode penelitian. Surabaya: Universitas Airlangga.