

UJI KINERJA ADSORBEN ALANIN/FENILALANIN/TRIPTOFAN-BENTONIT TERHADAP POLUTAN PESTISIDA DALAM AIR MINUM

Anna Permanasari, Zackiyah
Jurusan Pendidikan Kimia UPI
Anna_permanasari@upi.edu

Abstrak

Adsorben organobentonit pada beberapa tahun terakhir ini telah dikembangkan sebagai pengadsorpsi polutan organik dalam air. Untuk keperluan adsorpsi polutan-polutan organik (terutama pestisida) dalam air minum, telah berhasil dimodifikasi material bentonit dengan tiga jenis kation organik yang berbeda yaitu alanin, fenilalanin, dan triptofan. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi proses sintesis ini diantaranya adalah pH, waktu kontak, kecepatan pengadukan, dan perbandingan komposisi bentonit terhadap kation organik. Hasil uji adsorpsi menunjukkan bahwa amino-bentonit memiliki kinerja yang lebih baik dalam mengadsorpsi diazinon dan karbaril dibandingkan dengan Ca-bentonit. Jumlah diazinon dan karbaril yang teradsorpsi oleh Ca-bentonit berturut-turut adalah 38,50% dan 23,82%. Sementara itu kinerja triptofan-bentonit, alanin-bentonit, dan fenilalanin-bentonit menunjukkan hasil yang berbeda jika diujikan terhadap pestisida yang sama. Diazinon yang berhasil teradsorpsi oleh triptofan-bentonit, alanin-bentonit, dan fenilalanin-bentonit berturut-turut sebesar 88,56%; 94,26%; dan 93,36%, sedangkan karbaril yang berhasil teradsorpsi oleh triptofan-bentonit, alanin-bentonit, dan fenilalanin-bentonit berturut-turut sebesar 90,74%; 45,74%; dan 56,80%.

Kata kunci : adsorpsi, bentonit, alanin, fenilalanin, triptofan, karbaril, diazinon

Pendahuluan

Masalah produksi pertanian selalu menuntut adanya peningkatan produksi. Hal ini dilakukan untuk mengimbangi adanya peningkatan jumlah penduduk. **Indonesia sebagai negara agraris memerlukan peningkatan teknologi terutama yang berkaitan dengan produksi pertanian.**

Petani telah menggunakan pestisida dan herbisida dalam jumlah yang cukup besar. **Pestisida secara harfiah berarti pembunuh hama yang bertujuan meracuni hama, tetapi kurang atau tidak meracuni tanaman atau hewan (Tarumingkeng,1992).**

Pestisida juga dapat memberikan dampak negatif, terutama pestisida sintetik antara lain keracunan dan kematian pada manusia, ternak dan hewan piaraan, satwa liar, ikan dan biota air lainnya, biota tanah, dan tanaman. Selain itu juga dapat menimbulkan pencemaran lingkungan hidup, residu pestisida yang berdampak negatif pada konsumen, dan terhambatnya perdagangan hasil pertanian.

Akibat dari penggunaan pestisida tercatat bahwa di Amerika Serikat lebih dari 14 juta orang meminum air yang telah terkontaminasi dengan pestisida sebagaimana yang diperkirakan oleh *Environmental Protection Agency (EPA)* bahwa 10% dari sumur yang

ada mengandung pestisida. Sementara di Indonesia telah tercatat bahwa sekitar 1-5 juta kasus keracunan pestisida terjadi pada pekerja yang bekerja di sektor pertanian

Mengingat dampaknya yang begitu mengerikan para ahli lingkungan senantiasa mencari solusi untuk mengatasi masalah pencemaran air oleh senyawa organik terutama pestisida. Salah satu cara yang dinilai efektif adalah melalui metode adsorpsi menggunakan adsorben berbasis mineral bentonit untuk berbagai macam keperluan.

Bentonit termasuk mineral yang terdiri dari senyawa aluminium/atau magnesium silikat berkrystal halus dengan kandungan kapur, alkali dan besi yang bervariasi serta sejumlah besar air terhidrasi. Berdasarkan analisis mineral, bentonit mengandung monmorillonit > 75% dan sisanya antara lain kaolinit, illit, feldspar, gipsum, abu vulkanik, kalsium karbonat, kuarsa dan mineral lainnya. Kandungan monmorillonit yang besar dalam bentonit, menyebabkan bentonit sering juga disebut sebagai mineral monmorillonit.

Dalam penelitian ini dilakukan sintesis adsorben amino-bentonit (suatu organobentonit), yaitu bentonit yang dimodifikasi dengan menggunakan asam amino

serta pengujian kinerjanya dalam menyerap pestisida yang terkandung di dalam air minum. Asam amino yang digunakan dalam penelitian ini adalah alanin, fenilalanin, dan triptofan. Penggunaan asam amino sebagai kation organik dalam sintesis adsorben ini dinilai sangat tepat karena asam amino tidak akan menimbulkan masalah baru terutama yang berkaitan dengan lingkungan dan kesehatan manusia. Diharapkan melalui penelitian akan diperoleh alternatif bahan pengadsorpsi dalam pengolahan air terutama air yang aman dikonsumsi oleh manusia.

Metode

Secara umum penelitian ini dibagi ke dalam empat tahapan penelitian yang meliputi tahap preparasi, tahap optimasi, tahap sintesis, dan tahap uji adsorpsi terhadap pestisida. Bentonit yang akan digunakan direndam dalam aquades selama ± 24 jam, kemudian dijenuhkan dengan cara direndam dalam larutan CaCl₂ 2H₂O 1 M, dan disentrifugasi pada kecepatan 750 rpm selama 20 menit. Padatan bentonit dicuci dengan aquades hingga bebas klorida, kemudian dikeringkan pada suhu sekitar 100°C. Tahap optimasi amino-bentonit yang dilakukan terhadap beberapa variabel antara lain pH, waktu kontak, konsentrasi asam amino, dan kecepatan pengadukan. Secara umum prosedur kerja pada tahap optimasi adalah sebagai berikut : Ke dalam 20 mL larutan asam amino ditambahkan 5 mL larutan buffer. Kemudian ditambahkan Ca-bentonit seberat 0,5 gram ke dalam masing-masing labu erlenmeyer. Suspensi disentrifugasi selama 20 menit pada kecepatan 3000

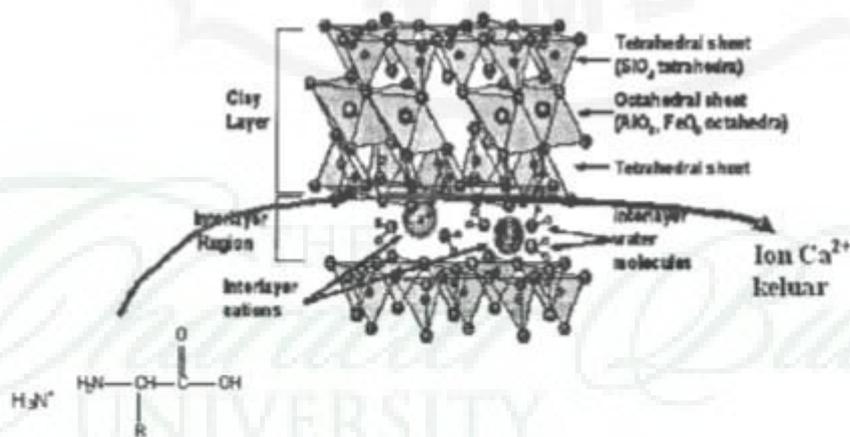
rpm, Supernatan yang dihasilkan dianalisis menggunakan spektrofotometer UV dengan teknik duplo pada panjang gelombang maksimum dari masing-masing asam amino. Sintesis amino-bentonit dilakukan dengan mengikuti prosedur di atas pada kondisi optimum yang diperoleh pada tahap optimasi. Uji adsorpsi dilakukan terhadap larutan pestisida dengan konsentrasi 10 ppm untuk karbaril dan 12 ppm untuk diazinon. Campuran diaduk, disentrifugasi dan supernatannya diukur serapannya menggunakan spektrofotometer UV-VIS mini pada λ maksimum dari karbaril dan diazinon. Hal yang sama dilakukan terhadap Ca-bentonit sebagai perbandingan.

Hasil dan Pembahasan

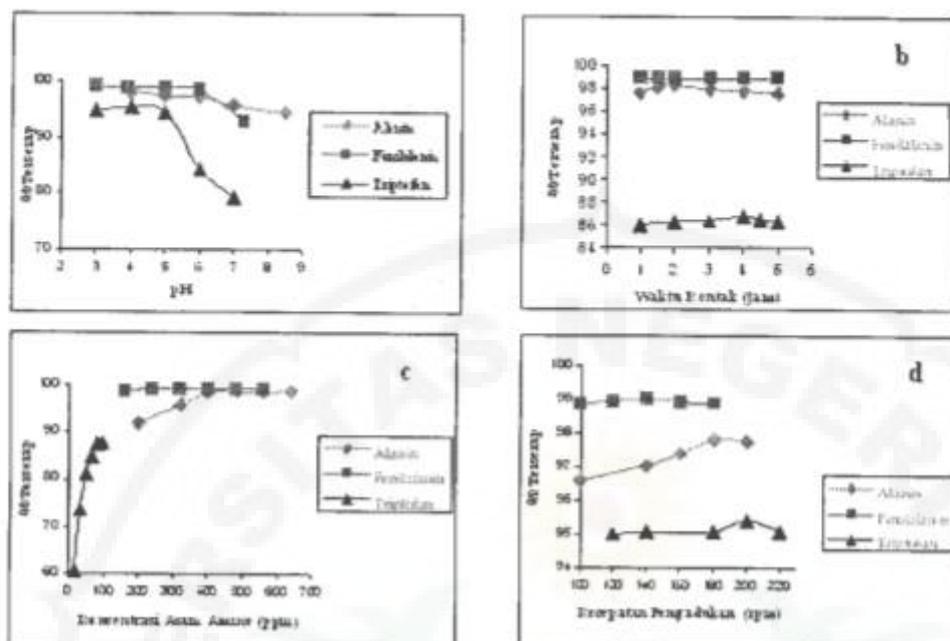
Bentonit mengandung muatan negatif, yang memungkinkan terjadinya reaksi pertukaran kation. Muatan ini berasal karena adanya substitusi isomorfik (Tan, 1995).

Sebagian dari silikon dalam lapisan tetrahedral dapat diganti oleh ion yang berukuran sama, yang biasanya adalah Al³⁺. Dengan cara yang sama, sebagian dari alumunium dalam lembar oktahedral dapat diganti oleh Mg²⁺, tanpa mengganggu struktur kristal. Proses pergantian semacam ini disebut substitusi isomorfik.

Adanya muatan negatif pada permukaan bentonit tersebut, kation-kation pada daerah *interlayer* tertarik oleh partikel *clay* secara elektrostatis. Kation-kation ini dapat dipertukarkan dengan kation-kation yang berasal dari asam amino, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai adsorben untuk beberapa senyawa.



Gambar 1. Mekanisme pertukaran kation



Gambar 2. Kurva Optimasi. (a) Optimasi pH; (b) Optimasi Waktu Kontak; (c) Optimasi Konsentrasi Asam Amino; dan (d) Optimasi Kecepatan Pengadukan

Tahap optimasi dilakukan untuk mengetahui kondisi optimum yang selanjutnya digunakan pada tahap sintesis. Hasil dari tahap optimasi untuk masing-masing asam amino ditunjukkan pada Gambar 2.a

Berdasarkan Gambar 2 di atas diperoleh kondisi optimum untuk mensintesis adsorben amino-bentonit yang ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil optimasi sintesis amino-bentonit

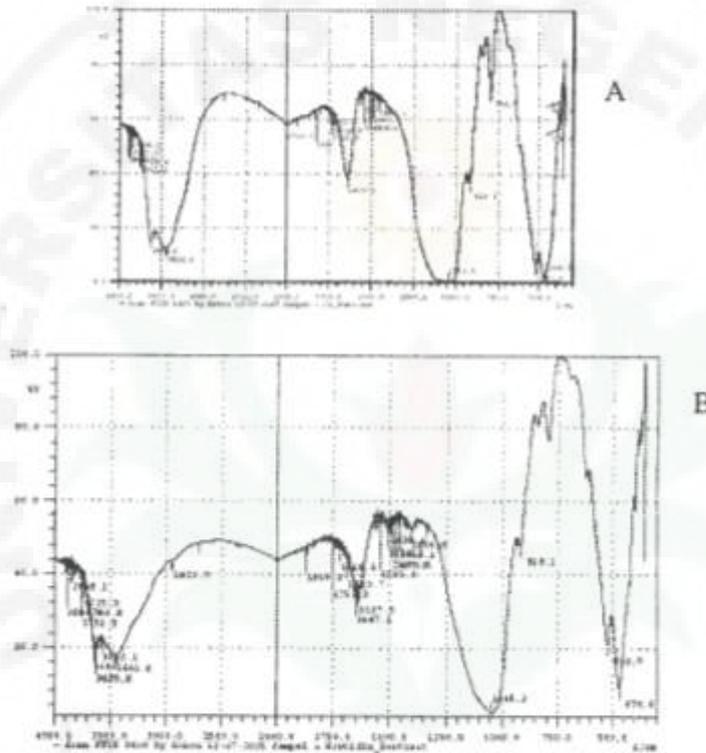
Parameter	Amino-Bentonit		
	Alanin-Bentonit	Fenilalanin-Bentonit	Triptofan-Bentonit
Bentonit : as.amino	100 : 1	125 : 2	750 : 1
Waktu kontak (jam)	2	1,5	4
PH	4	4	4
Kecepatan Pengadukan (rpm)	180	140	200

Berdasarkan data pada tabel 3 di atas, terdapat beberapa perbedaan pada tahap optimasi perbandingan jumlah bentonit dengan asam amino, waktu kontak, dan kecepatan pengadukan. Perbandingan jumlah bentonit terhadap asam amino untuk alanin, fenilalanin, dan triptofan berturut-turut adalah 100:1, 125:2, dan 750:1. Sedangkan waktu kontak untuk alanin, fenilalanin, dan triptofan masing-masing adalah 2; 1,5; dan 4 jam. Sementara itu kecepatan pengadukan untuk alanin, fenilalanin, dan triptofan berturut-turut adalah 180, 140, dan 200 rpm. Perbedaan tersebut dikarenakan adanya

perbedaan struktur dan juga karakteristik diantara ketiga jenis asam amino yang digunakan. Pada kondisi di bawah waktu kontak dan kecepatan pengadukan optimumnya kemungkinan interaksi antara asam amino dengan bentonit sangat lemah. Diduga ikatan yang terjadi antara bentonit dengan asam amino adalah ikatan yang lemah, sehingga dengan terlalu lamanya waktu kontak disertai dengan pengadukan maka kemungkinan terjadinya proses desorpsi akan semakin besar. Pada optimasi pH, ketiga jenis asam amino memiliki nilai pH optimum yang sama yaitu berada pada pH 4.

Pada kondisi ini ketiga asam amino berada pada spesi kationik, sehingga diharapkan dapat menggantikan posisi ion Ca^{2+} yang berada baik pada bagian interlayer maupun bagian permukaan bentonit melalui reaksi pertukaran kation. Proses adsorpsi sangat dipengaruhi oleh pH. Pada pH di bawah pI-nya asam amino akan bermuatan positif sebaliknya jika pH di atas pI-nya asam amino akan bermuatan negatif.

Selanjutnya amino-bentonit yang dihasilkan pada kondisi sintesis yang telah ditemukan dikeringkan dan dikarakterisasi dengan teknik FTIR, XRD, dan SEM. Gambar 3 menunjukkan spektra FTIR dari bentonit sebelum (A) dan sesudah (B) di modifikasi dengan salahsatu amino-bentonit (fenilalanin-bentonit).



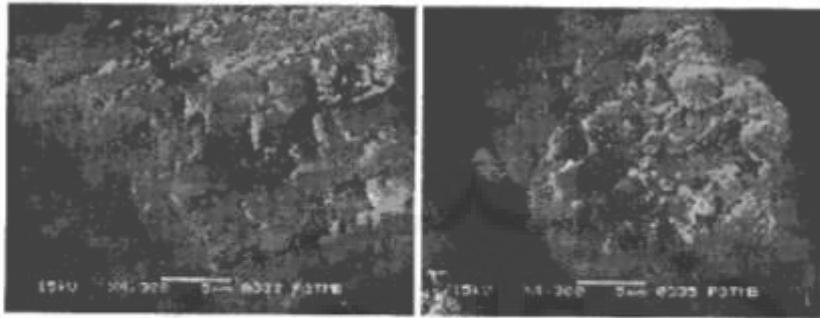
Gambar 3. Spektra FTIR Ca-bentonit (A) dan Fenilalanin-bentonit (B)

Tidak ada perubahan bilangan gelombang yang teramati dari kedua spektra ini, kecuali munculnya pita serapan baru pada bilangan gelombang 2929.7 cm^{-1} menunjukkan adanya vibrasi ulur dari C-H fenilalanin. Selain itu yang jelas teramati adalah menajarnya puncak serapan sekitar 1045 cm^{-1} yang menandakan bahwa setelah modifikasi, silika dari bentonit tertutup sebagian oleh fenilalanin, sehingga puncak silika yang tadinya melebar menjadi bertambah sempit.

Hasil pengukuran XRD menunjukkan adanya perubahan pada jarak antar bidang menjadi lebih lebar (dari $16,5\text{ \AA}$ menjadi $22,8\text{ \AA}$). Hal ini menunjukkan bahwa fenilalanin masuk ke dalam lapisan antar bidang (innerlayer), yang karena molekulnya meruah, maka menyebabkan swelling sehingga menyebabkan jarak antar bidang menjadi lebih besar. Fenomena yang

terjadi ini didukung pula oleh foto SEM dari bentonit sebelum dan sesudah modifikasi oleh fenilalanin seperti ditunjukkan pada gambar 4 (A) dan (B).

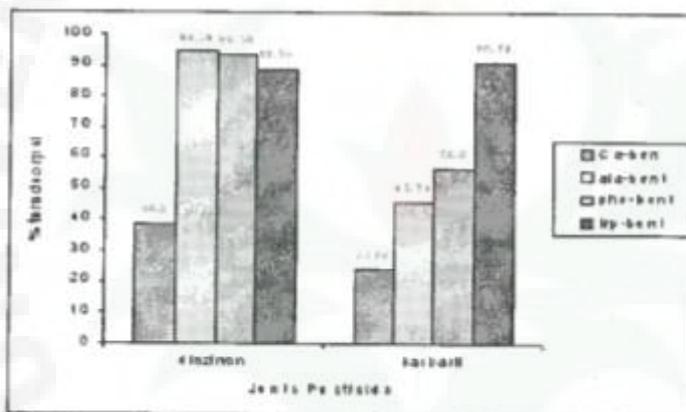
Hasil foto SEM menunjukkan bahwa permukaan bentonit relatif tidak mengalami perubahan fisik yang berarti, yang membuktikan bahwa interaksi fenilalanin dengan bentonit terjadi lebih banyak di dalam lapisan dalam, dan tidak terlalu banyak pada interfascinya.



Gambar 4. Foto SEM Ca-bentonit (kiri) dan fenilalanin-bentonit pada perbesaran 4300 kali

Selanjutnya kinerja beberapa amino-bentonit telah dilakukan terhadap dua jenis pestisida, yaitu diazinon dan karbaril. Hasil uji adsorpsi amino-bentonit terhadap kedua pestisida tersebut ditunjukkan oleh gambar 5.

Secara umum ketiga jenis amino-bentonit tersebut menunjukkan kinerja yang baik terhadap diazinon, sementara itu uji adsorpsi dari ketiga amino-bentonit tersebut terhadap karbaril menunjukkan fenomena yang



Gambar 3. Adsorpsi diazinon dan karbaril oleh Ca-bentonit dan amino-bentonit

Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa amino-bentonit memiliki kinerja yang lebih baik dibandingkan Ca-bentonit. Hal ini dapat ditunjukkan dengan persentase teradsorpsi yang lebih besar pada amino-bentonit dibandingkan Ca-bentonit.

Adanya perbedaan kemampuan serapan amino-bentonit dan Ca-bentonit menunjukkan bahwa modifikasi bentonit oleh asam amino lebih efektif daripada bentonit yang tidak dimodifikasi. Perbedaan ini disebabkan karena permukaan Ca-bentonit masih bersifat hidrofilik sehingga kurang disukai senyawa yang memiliki sifat hidrofobik. Selain itu juga karena adanya molekul-molekul air menyebabkan terjadinya persaingan antara molekul-molekul karbaril dan diazinon dengan molekul air tersebut untuk masuk ke dalam sisi aktif dari permukaan bentonit sehingga karbaril dan diazinon lebih sukar diserap oleh Ca-bentonit.

berbeda. Triptofan-bentonit memberikan persentase teradsorpsi yang jauh lebih besar dibandingkan dengan alanin-bentonit dan fenilalanin-bentonit. Perbedaan tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya gaya van der Waals dan ikatan hidrogen.

Kesimpulan

Adsorben amino-bentonit terbukti menunjukkan kemampuan adsorpsi yang lebih baik dibandingkan dengan adsorben Ca-bentonit, dengan kemampuan adsorpsi yang berbeda untuk masing-masing asam amino. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai mekanisme kerja adsorpsi pestisida oleh amino-bentonit dan uji ketahanan adsorben amino-bentonit terhadap perubahan kondisi lingkungan seperti suhu dan bakteri.

Daftar Pustaka

Alemdar, A., Öztekin, N., B. Erim, F., I. Ece, Ö., & Güngör, N. (2005). Effects of Polyethyleneimine Adsorption on Rheology of Bentonite Suspensions. *Bull. Mater. Sci. No. 28*. p. 287-291.

Anonim. (2006). *ToxFAXQs™ for Diazinon*. [Online]. Tersedia: http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts86.html. [29 Juni 2007].

Anonim. (Tanpa Tahun). *What is Bentonite?*. [Online]. Tersedia: <http://www.ima-europe.eu/whabentontext.htm>. [12 Mei 2007].

Bukka, Krishna., & Miller, J. D. (1992). FTIR Study of Deuterated Montmorillonite: Structural Features Relevant to Pillared Clay Stability. *Clay and Clay Mineral. Vol. 40. Num. 1*. p. 92-102.

Chandra, Edi. (2006). *Denaturasi protein*. [Online]. Tersedia: <http://www.dydra.com/biomolekul/Denaturasi.html>. [2 Oktober 2007].

Carrizosa, M. J., Hermosin, M. C., Koskinen, W. C., & Cornejo, J. (2003). Use of Organo Smectites to Reduce Leaching Losses of Acidic Herbicides. *J. Soil Sci. Vol. 67*. p. 511-517.

Guzmán-Cruz, Marta., Celis, Rafael., Hermosin, M. Carmen., Cornejo, Juan. (2004). Adsorption of The Herbicide Simazine by Montmorillonite Modified with Natural Organic Cations. *J. Environ. Sci. Technol Vol. 38 Num. 1*. p. 180-186.

Hongping, He., Ray, Frost L., & Jianxi, Zhu. (2004). Infrared Study of HDTMA⁺ Intercalated Montmorillonite, *Molecular and Biomolecular Spectroscopy Vol. 60 Num. 12*. p. 2853-2859. Elsevier.

