

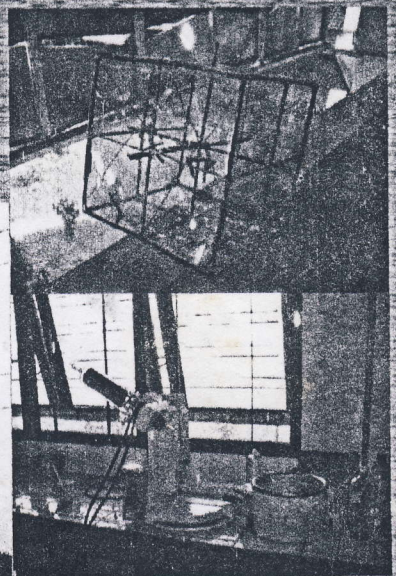
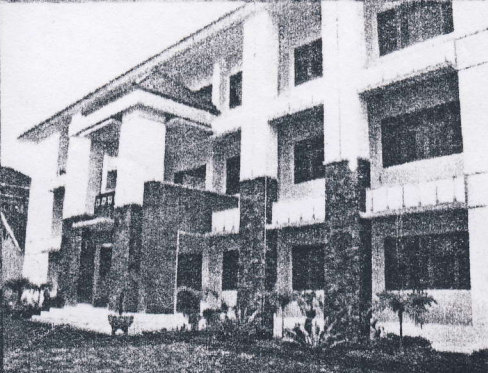
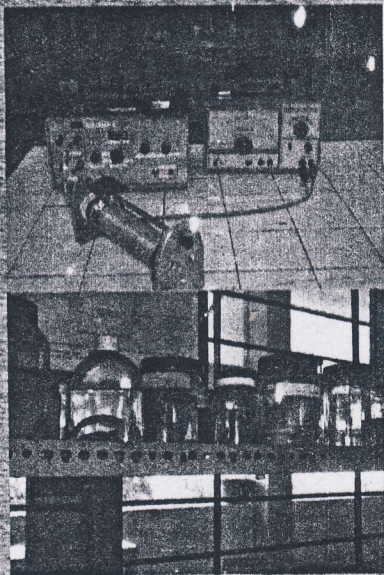


# Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA 1 Agustus 2006, Hotel Natour Garuda - Yogyakarta

ISBN No. 979-99314-1-X

## Bidang :

- Matematika dan Pendidikan Matematika
- Fisika dan Pendidikan Fisika
- Kimia dan Pendidikan Kimia
- Biologi dan Pendidikan Biologi



Penyelenggara :  
FMIPA UNY  
CPIU Dikti Depdiknas



Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Negeri Yogyakarta  
Tahun 2006



**ASLI**

Jasrin Ikhsan  
UNY

PROSIDING  
SEMINAR NASIONAL MIPA 2006

Penelitian, Pendidikan, dan Penerapan MIPA serta Peranannya Dalam  
Peningkatan Keprofesionalan Pendidik dan Tenaga Kependidikan  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam UNY, Yogyakarta  
1 Agustus 2006

Diselenggarakan oleh:  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Negeri Yogyakarta

Diterbitkan oleh  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Negeri Yogyakarta  
Kampus Karangmalang, Sleman, Yogyakarta

Fakultas matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
UNY, 2006

Cetakan ke – 1  
Terbitan Tahun 2006

Katalog dalam Terbitan (KDT)

Seminar Nasional (2006 Agustus 1: Yogyakarta)  
Prosiding/ Penyunting: Sukisman Purtadi  
Purtadi.... [et.al] – Yogyakarta: FMIPA  
Universitas Negeri Yogyakarta, 2006  
...jil

1. National Seminar /  
I. Judul II. Furtadi  
Universitas Negeri Yogyakarta, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Penyuntingan semua tulisan dalam prosiding ini dilakukan oleh Tim Penyunting  
Seminar Nasional FMIPA 2006 dari FMIPA UNY

## DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul	i
Tim Penyunting	ii
Kata Pengantar	iii
Sambutan Ketua Panitia	iv
Sambutan Dekan FMIPA	v
Sambutan Rektor UNY	vi
Susunan Panitia Seminar	vii
Dafar Isi	viii
<b>PEMAKALAH UTAMA</b>	
Makalah Prof.Dr.Sutiman Bambang Sumitro – FMIPA UNIBRAW)	U1
Makalah Fasli Djalal, Ph.D. – Dirjen PMPTK Depdiknas)	U2
Makalah Prof. Dr. Suyanto – Dirjen Mendikdasmen Depdiknas)	U3
<b>PEMAKALAH – PEMAKALAH BIDANG KIMIA</b>	
<b>Amanatie, M. Hanafi, Jumina, Mustofa, Suharto, dan Endang Dwi Siswani</b> Isolasi dan pemurnian serta derivatisasi komponen senyawa xanton dari akar <i>garcinia dulcis</i> dan uji aktivitas anti malaria secara in-vitro	
<b>Cahyorini Kusumawardani</b> Fotosensitiser Kompleks Logam dalam Aplikasi Sel Surya Berbasis <i>Dye-Sensitized</i> Nanokristalin Semikonduktor	
<b>Endang Dwi Siswani, Widyatmiko</b> Penggunaan Cat Sebagai Suatu Cara Pencegahan Korosi Pada Pipa Saluran	
<b>Endang Widjajanti Laksono</b> Pasivasi Sebagai Pengendali Korosi Logam	
<b>Hari Sutrisno</b> Metode <i>Chimie Douce</i> : Pengertian dan Beberapa Aplikasi dalam Sintesis Material	
<b>Heru Pratomo Al</b> Reaksi Berosilasi Model Lotka Volterra	
<b>Is Fatimah</b> Sintesis Material Zeolitik Terembani $TiO_2$ dari Abu Layang dan Aplikasinya Sebagai Katalis pada Desinfeksi Fotokatalitik Bakteri <i>E.coli</i>	
<b>Jaslin Ikhsan, Endang Widjajanti LFX, Sunarto, Meirna Pramesti A</b> Perilaku Sorpsi 9-Aminoakridin oleh Montmorillonit	
<b>Retno Arianingrum</b> Pengaruh Sumber Nitrogen pada Proses Fermentasi Antibiotik ( <i>The Influence Of Nitrogen Sources On Fermentation Process Of Antibiotics</i> )	
<b>Siti Sulastri &amp; Susila Kristianingrum</b> Pembentukan Asosiasi Ion Untuk Analisis Ion Raksa Dalam Larutan Secara Spektrofotometri	
<b>Sri Atun</b> Keanekaragaman Struktur Molekul dan Potensi Pemanfaatan Senyawa Oligostilbenoid pada Beberapa Spesies Tumbuhan Famili Gnetaceae	



## Perilaku Sorpsi 9-Aminoakridin oleh Montmorillonit

Jaslin Ikhsan, Endang Widjajanti LFX, Sunarto, Meirna Pramesti A.

Jurusan Pendidikan Kimia FMIPA UNY Yogyakarta

[jikhsan@uny.ac.id](mailto:jikhsan@uny.ac.id)

ASLI

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari perilaku adsorpsi 9-aminoakridin (9-AA) oleh montmorillonit. Perilaku adsorpsi 9-AA dalam penelitian ini dipelajari dari bagaimana adsorpsi 9-AA terikat oleh permukaan montmorillonit sebagai fungsi pH dan konsentrasi 9-AA. Data dikumpulkan melalui eksperimen adsorpsi tepi untuk menentukan pengaruh pH terhadap perilaku adsorpsi, dan eksperimen isoterm adsorpsi untuk menentukan pengaruh konsentrasi sorbat 9-AA terhadap perilaku adsorpsi. Karena montmorillonit merupakan suatu mineral lempung yang memiliki daerah interlayer, maka eksperimen kinetika adsorpsi dan desorpsi juga dilaksanakan untuk menentukan ada tidaknya adsorpsi di interlayer montmorillonit.

Pada konsentrasi rendah ( $< 0,1$  mM), 9-AA mengikat montmorillonit dengan sangat signifikan, terutama pada pH rendah. Ikatan ini mungkin terjadi melalui pertukaran kation. Pada konsentrasi yang lebih tinggi, adsorpsi terjadi pada semua harga pH penelitian. Prosentase 9-AA yang teradsorpsi juga meningkat apabila konsentrasi 9-AA lebih tinggi. Ini berarti 9-AA teradsorpsi oleh permukaan montmorillonit dengan membentuk kluster atau lapisan-lapisan. Adsorpsi senyawa 9-AA oleh montmorillonit terjadi pada permukaan eksternal montmorillonit, dan adsorpsi di permukaan internal atau interlayer tidak terjadi atau sangat kecil persentasenya.

**Kata kunci:** 9-aminoakridin, montmorillonit, daerah interlayer, adsorpsi kooperatif.

### ABSTRACT

This investigation aims to study the adsorption behaviour of 9-aminoacridine onto montmorillonite. The behaviour was determined from adsorption of the molecule as a function of pH and its concentration. Data were collected from adsorption edge investigating the effect of pH on 9-AA adsorption, and adsorption isotherm enabling the effect of 9-AA concentration on 9-AA adsorption. Since montmorillonite is a 2 : 1 clay mineral having an interlayer region, intercalation of 9-AA in the region is possible which was studied from adsorption and desorption kinetic experiments.

At low concentrations ( $< 0.1$  mM) 9-AA sorbs onto montmorillonite significantly in low pH values, possibly through cation exchange. As the total concentration of 9-AA increases 9-AA sorbs montmorillonite significantly over pH range studied, and appears to sorb in layers or clusters at the surface. 9-AA sorbs external surface sites of montmorillonite, and are not intercalated in the interlayer region of montmorillonite.

**Keywords:** 9-aminoacridine, montmorillonite, interlayer region, cooperative adsorption

## PENDAHULUAN

### Latar belakang masalah

Dewasa ini proses adsorpsi telah banyak diaplikasikan dalam berbagai bidang kehidupan, antara lain adsorpsi digunakan untuk menghilangkan kontaminan mulai dari range 1 ppb – 1000 ppm dari gas maupun cairan. Selain itu, adsorpsi juga dimanfaatkan untuk memperoleh kembali (*recovery*) konstituen tertentu dan mencegah polusi. Dalam bidang industri, adsorpsi juga berguna untuk mengatasi hasil buangan industri yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan. Sebagai contoh adalah logam timbal yang bersifat toksik bila terakumulasi pada tanaman.

Adsorpsi merupakan proses penyerapan suatu zat yang dikenal dengan adsorbat menggunakan adsorben (padatan). Adsorpsi dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain: pH, medium elektrolit, konsentrasi adsorbat dan adsorben, temperatur (Schlinder dan Westall, 1987).

Penelitian ini akan menggunakan mineral lempung montmorillonit sebagai adsorben. Montmorillonit adalah tanah liat sebagai hasil penguraian abu vulkanik yang mengalami perubahan karena proses hidrotermal dan pelapukan. (Bowles, 1991). Montmorillonit mempunyai komposisi yang beragam, namun rumus yang sering digunakan adalah  $Al_3O_3 \cdot 4SiO_2 \cdot xH_2O$ . Montmorillonit umumnya berupa butiran sangat halus, sedang lapisan penyusunnya tidak terikat kuat. Dalam kontakannya dengan air, menunjukkan pengembangan antar lapis yang menyebabkan volumenya meningkat menjadi dua kali lipat. Potensi mengembang-mengerut yang tinggi merupakan penyebab mineral ini dapat diterima dan menyemat ion-ion logam dan senyawa-senyawa organik.

Adsorbat yang digunakan dalam penelitian ini adalah 9-AA. Zat tersebut merupakan derivat dari senyawa akridin yang bermanfaat sebagai antiseptis, indikator intraseluler dan juga sebagai zat warna. Selain bermanfaat, senyawa 9-AA juga memberikan efek negatif pada lingkungan karena senyawa tersebut bersifat toksik, sehingga keberadaannya akan mengganggu kestabilan lingkungan. Dengan proses adsorpsi menggunakan mineral lempung montmorillonit, diharapkan dapat mengurangi kadar ketoksikan senyawa tersebut

agar tidak mengganggu kestabilan lingkungan.

### **Rumusan masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, dapat diajukan beberapa permasalahan sebagai berikut :

1. bagaimana pengaruh pH terhadap adsorpsi 9- aminoakridin oleh montmorillonit ?
2. bagaimana pengaruh konsentrasi 9- aminoakridin terhadap perilaku adsorpsinya oleh montmorillonit ?
3. bagaimana perilaku sorpsi 9-AA oleh montmorillonit ?

### **Tujuan penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk :

- a. mengetahui pengaruh pH terhadap adsorpsi 9- aminoakridin oleh montmorillonit,
- b. mengetahui pengaruh konsentrasi 9- aminoakridin terhadap perilaku adsorpsinya oleh montmorillonit,
- c. mengetahui perilaku sorpsi 9-AA oleh montmorillonit.

### **4. Manfaat penelitian**

Penelitian ini berupaya menjelaskan perilaku sorpsi 9-AA, memperkirakan daya adsorpsi 9-AA oleh montmorillonit, menjelaskan pengaruh pH medium dan konsentrasi sorbat terhadap adsorpsi. Pengetahuan akan hal ini dapat bermanfaat dalam aplikasi montmorillonit yang efektif sebagai sorben dalam masalah pengurangan dekontaminan dalam limbah.

## **TINJAUAN PUSTAKA**

### **Mineral lempung**

Mineral lempung (*phyllosilicate*) terdiri dari sebuah grup aluminium silikat dengan suatu struktur berlapis-lapis dan diameternya kurang dari 2  $\mu\text{m}$  (Brindley dan Brown, 1984). Selain silikon dan aluminium, mineral lempung

kadang-kadang juga mengandung besi, logam alkali, atau alkali tanah dalam jumlah yang relatif signifikan.

Mineral lempung penting dalam kimia tanah, karena mempunyai permukaan yang berbeda dari butir mineral yang berukuran besar (Tan, 1991 : 93). Pada umumnya mineral lempung tersusun dari dua unit struktur dasar. Unit pertama adalah lapisan silika yang merupakan suatu lapisan terahedon silikon-oksigen yang tersusun menjadi network heksagonal dalam dua dimensi, masing-masing tetrahedron mengikat tiga oksigen yang sudah terikat oleh tetrahedron lainnya. Sedangkan unit kedua adalah lapisan oktahedral, oksigen atau hidroksil terikat pada suatu ion logam membentuk oktahedral. Ion logam tersebut biasanya aluminium, magnesium atau besi. Lapisan tetrahedral dan oktahedral membentuk struktur berlapis-lapis. (Schulze, 1989).

Berdasarkan jumlah lembar tetrahedral dan oktahedral dalam satu lapisan, dikenal tipe-tipe struktur mineral lempung seperti yang ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Mineral-mineral filosilikat utama dalam tanah

Tipe Lapisan	Nama Kelompok	Muatan per satuan rumus	Mineral-mineral yang umum
1 : 1	Kaolinit-serpentin	~ 0	Kaolinit, haloisit, krissotil, lisardit, antigorit
2 : 1	Pirofilit-talkum Smektit, atau montmorillonit-saponit	~ 0 0,25-0,6	Pirofilit, talkum Montmorillonit, beidelit, nontronit, saponit, hektorit, saukonit
	Mika	~ 1	Muskovit, paragonit, Biotit,
	Mika getas (brittle mica)	~ 2	plogopit
	Ilit Vermikulit	2 0,6-1,9	Margarit, klintonit Ilit Vermikulit
2 : 1 : 1 Rantai	Klorit Poligorskit - sepiolit	Beragam -	Klorit Poligorskit, sepiolit

### Montmorillonit

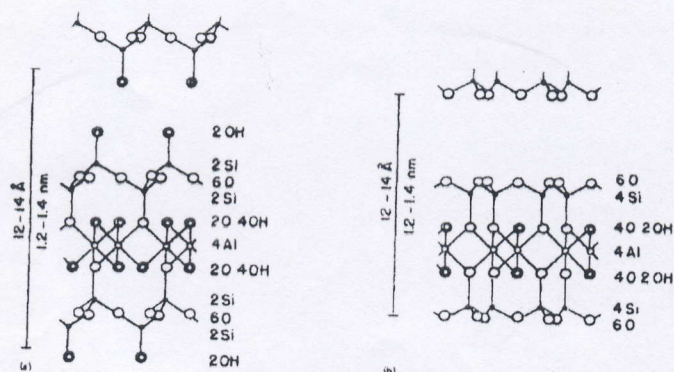
Mineral-mineral dalam kelompok ini kadang-kadang disebut *smektit*, dan mempunyai komposisi yang beragam. Namun demikian, rumusnya sering

dinyatakan sebagai  $\text{Al}_3\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ . Nama montmorillonit dikhususkan untuk spesies silikat aluminium terhidrasi dengan sedikit substitusi (Tan, 1991: 105).

Dua tipe struktur telah diusulkan untuk montmorillonit yaitu struktur menurut (1) Hofmann dan Endell dan (2) Edelman dan Fajavee, seperti ditunjukkan pada gambar 1(a) dan (b). Kedua hipotesis tersebut menunjukkan kesamaan dalam hal struktur sel unit yang dianggap simetris. Satu lembar oktahedral aluminium diapit oleh dua lembar tetrahedral silika. Lapisan-lapisan kristal dilaporkan bertumpuk dalam pola acak, sedang beberapa mineral tersebut bahkan berbentuk serat. Ikatan yang menahan lapisan-lapisan bersama secara nisbi lemah. Ikatan yang menimbulkan pembentukan ruang antar misel yang akan mengembang dengan kenaikan kadar air. Namun demikian perbedaan antara struktur Hofmann dan Endell dengan struktur Edelman dan Fajavee terletak pada susunan jaringan tetrahedral silika. Edelman dan Fajavee berpendapat bahwa ada susunan alternatif dari tetrahedral silika dengan ikatan Si-O-Si bersudut  $180^\circ$ , dengan bidang dasar yang terdiri atas gugus OH yang terikat pada silika dalam tetrahedron.

Montmorillonit memiliki situs yang bermuatan negatif (situs muka) dan situs yang muatannya bervariasi tergantung pada harga pH (situs tepi) (Jaslin, *et al.* 2005a). Muatan negatif montmorillonit timbul terutama akibat substitusi isomorfik  $\text{Si}^{4+}$  oleh  $\text{Al}^{3+}$  dengan muatan negatif satu yang terbentuk untuk setiap substitusi. Muatan yang bervariasi terjadi sebagai akibat gugus OH terprotonasi pada pH rendah dan terdeprotonasi pada pH tinggi. Muatan-muatan yang bervariasi hanya sedikit jumlahnya karena semua gugus hidroksil yang tersedia terletak dalam bidang bawah permukaan yang tertutup oleh suatu jaringan atom oksigen (Schulze, 1989: 80).





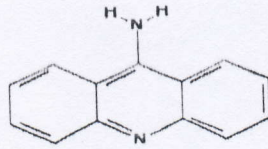
Gambar 1. (a) Model struktur montmorillonit menurut Edelman dan Fajavee, dan (b) model struktur menurut Hoffman dan Endell

Luas area permukaan spesifiknya adalah sekitar 70 sampai 80 m<sup>2</sup>/g, dan oleh karena besarnya area permukaan spesifik ini yang terbuka pada dispersi dalam air, montmorillonit menunjukkan sifat plastisitas dan kelekatan yang tinggi dalam keadaan basah. Mineral-mineral tersebut umumnya berupa butiran sangat halus, sedang lapisan penyusunnya tidak terikat dengan kuat. Dalam kontaknya dengan air, mineral-mineral tersebut menunjukkan pengembangan antarlapis yang menyebabkan volumenya meningkat menjadi dua kali lipat. (Tan, 1991: 106-108)

Mineral ini lazimnya berukuran kecil, akan tetapi sehubungan dengan sifatnya yang hidrofil dan mempunyai daya pertukaran basa yang tinggi maka mineral ini berkemampuan mengembang dan mengerut yang besar, seperti halnya tanah-tanah yang mengandung mineral liat montmorillonit di daerah panas dengan musim basah dan kering yang bergantian (Mul Mulyani, 2002 :13).

### Senyawa 9-Aminoakridin

Senyawa 9-AA merupakan salah satu derivat dari senyawa akridin yang merupakan senyawa organik dan termasuk dalam nitrogen heterosiklik. Senyawa akridin mirip dengan antrasena dengan cincin piridin yang berada di tengah. Sedangkan 9-AA mempunyai gugus amino pada atom C nomor 9. Berikut struktur senyawa akridin dan 9-AA :



Gambar 2. Struktur senyawa 9-AA

Senyawa akridin dan 9-AA merupakan suatu molekul yang dapat dikategorikan sebagai zat warna (Harris *et al*, 2001: 133 ). Senyawa 9-AA berguna sebagai antiseptis dan pH indikator intraseluler.

### Adsorpsi

Secara umum adsorpsi diartikan sebagai suatu proses yang menggunakan padatan tertentu yang disebut adsorben untuk menyerap suatu zat baik dalam bentuk gas maupun cair. Adsorpsi terjadi pada permukaan padatan sebagai akibat gaya-gaya valensi atau gaya-gaya atraktif lainnya dari atom-atom atau molekul-molekul pada permukaan padatan. Suatu zat padat dapat menarik molekul gas atau zat cair pada permukaannya disebabkan adanya keseimbangan atau gaya residu pada permukaan padatan (Mc.Cash, 2001: 53)

Berdasarkan interaksi antara adsorben dan adsorbat, adsorpsi dibagi menjadi dua macam, yaitu adsorpsi fisika (*physisorption*) dan adsorpsi kimia (*chemisorption*). Adsorpsi fisika merupakan adsorpsi yang disebabkan oleh gaya *Van der Waals*. Kalor yang dilepaskan sama dengan besarnya kalor yang dilepaskan pada kondensasi gas, dan banyaknya yang teradsorpsi dapat berupa beberapa lapis monomolekul. Adsorpsi fisik dapat dengan mudah dibalik dengan menurunkan tekanan gas atau konsentrasi zat terlarut. Sedangkan adsorpsi kimia mencakup pembentukan ikatan kimia, sehingga sifatnya lebih spesifik daripada adsorpsi fisik (Barrow, 1966 : 758).

Beberapa persamaan matematis telah dikembangkan untuk mempelajari adsorpsi. Isoterm Langmuir merupakan salah satu persamaan yang paling sederhana dan didasarkan pada asumsi bahwa setiap tempat adsorpsi adalah ekuivalen., dan kemampuan partikel untuk terikat di tempat itu tidak bergantung

pada ditempati atau tidaknya tempat yang berdekatan. (Atkins, 1982 : 439).

Isoterm ini menggambarkan bahwa pada permukaan adsorben terdapat sejumlah situs aktif yang sebanding dengan luas permukaan adsorben. Pada setiap situs aktif hanya satu molekul yang dapat diserap. Ikatan antara adsorbat dan adsorben harus cukup kuat untuk mencegah migrasi molekul yang telah terserap sepanjang permukaan adsorben. Interaksi antara molekul - molekul adsorbat dalam lapisan hasil diabaikan. Teori ini mengasumsikan bahwa ikatan yang terjadi tidak tergantung pada ikatan yang telah terbentuk pada situs aktif yang berada di dekatnya (Mc.Cash, 2001: 73).

Terdapat dua bentuk persamaan isoterm Langmuir yaitu persamaan Langmuir satu situs (*one site*) dan dua situs (*two site*). Persamaan Langmuir satu situs mengasumsikan bahwa semua situs adsorpsi dan reaksi-reaksi yang terjadi pada permukaan sama.

#### **Adsorpsi Spesies Organik oleh Mineral Lempung**

Molekul organik berinteraksi dengan mineral lempung melalui berbagai mekanisme yang pada dasarnya tergantung pada sifat dari spesies organik, jenis kation pertukaran pada permukaan mineral, sifat dari mineral lempung itu sendiri. Beberapa mekanisme reaksi yang menyebabkan terbentuknya ikatan antara permukaan mineral lempung dengan senyawa organik antara lain: pertukaran ion, koordinasi dan dipol ion, ikatan hidrofobik, ikatan Van der Waals, ikatan pi, dan pembentukan kompleks permukaan *inner* dan *outer-sphere* (Huang, 1997 : 95, Harris *et al.*, 2001, Angove *et al.*, 2002, Jaslin *et al.*, 2005a, 2005b).

### **METODE PENELITIAN**

#### **Subjek dan Objek Penelitian**

Subjek penelitian ini adalah perilaku sorpsi 9-AA oleh montmorillonit dan objek penelitiannya adalah 9-AA dan montmorillonit.

#### *Variabel Penelitian*

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah pH dan konsentrasi 9-AA. Sedangkan variabel terikatnya adalah perilaku sorpsi.

## Prosedur Penelitian

### a. Karakterisasi montmorillonit

Montmorillonit yang digunakan dijenuhkan dengan kation- $K^+$ , dan mempunyai BET *surface area* sebesar  $71,73 \text{ m}^2/\text{g}$ .

### b. Eksperimen adsorpsi

Eksperimen adsorpsi dibedakan menjadi 4 macam; kinetika adsorpsi, adsorpsi tepi (adsorpsi sebagai fungsi pH), kinetika desorpsi, dan isoterm adsorpsi. Langkah eksperimen adalah sebagai berikut.

Kinetika adsorpsi dilaksanakan untuk menentukan waktu setimbang yang diperlukan dalam proses adsorpsi 9-AA oleh montmorillonit. Suspensi montmorillonit  $100 \text{ m}^2\text{L}^{-1}$  dalam  $5 \text{ mM}$  larutan  $\text{KNO}_3$  dengan volum  $300 \text{ mL}$  dibiarkan setimbang selama 18-20 jam. Ke dalam suspensi tersebut ditambahkan 9-AA sehingga konsentrasinya  $0,1 \text{ mM}$ . pH suspensi dijaga konstan 5, dan setiap durasi waktu tertentu (1 menit sampai 3 hari), sampel diambil, disentrifus, dan filtratnya dianalisis untuk sisa 9-AA dengan menggunakan spektroskopi UV-Visible pada panjang gelombang  $400 \text{ nm}$ .

Adsorpsi tepi dilaksanakan untuk mengetahui pengaruh pH pada adsorpsi. Kedalam suspensi yang berisi  $100 \text{ m}^2\text{L}^{-1}$  montmorillonit,  $5 \text{ mM}$   $\text{KNO}_3$  yang sudah setimbang ditambah KOH sampai pH nya sekitar 10. Sejumlah stok 9-AA ditambahkan supaya konsentrasinya sama dengan  $0,1 \text{ mM}$ . Suspensi diaduk selama 30 menit dengan stirer magnetik, kemudian sampel diambil dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi tertutup. pH suspensi sisa dalam bejana reaksi diturunkan dengan menambahkan  $\text{HNO}_3$ , dan setelah 30 menit diaduk, sampel diambil lagi. Demikian seterusnya sampai pH suspensi mencapai sekitar 3,0. Sampel-sampel yang terdapat pada tabung reaksi tertutup diaduk dengan end-on-end shaker selama waktu optimal yang diperoleh dari kinetika adsorpsi, kemudian semua sampel disentrifus dan filtratnya dianalisa untuk 9-aminoacridin.

Isoterm adsorpsi dilaksanakan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi sorbat. Suspensi berisi montmorillonit  $100 \text{ m}^2\text{L}^{-1}$  dan  $5 \text{ mM}$   $\text{KNO}_3$  disesuaikan pHnya pada 4 atau 6, dan dijaga konstan. Setelah itu,  $3 \text{ ml}$  larutan stock 9-AA  $0,01 \text{ M}$  yang pHnya sudah disesuaikan dengan pH eksperimen, 4 atau 6,

ditambahkan ke dalam suspensi dan dibiarkan selama waktu optimum (hasil dari tahap kinetika adsorpsi). Sampel diambil dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi tertutup. Larutan stok 5 mL ditambahkan lagi dan sampel diambil lagi, begitu seterusnya sampai volume total larutan stok yang ditambahkan sekitar 30 mL. Semua sampel dalam tabung reaksi tertutup dikocok dengan shaker selama waktu optimal, lalu disentrifus dan filtratnya dianalisa untuk konsentrasi sisa 9-AA.

Kinetika desorpsi bertujuan untuk menentukan banyaknya 9-AA yang terlepas dari montmorillonit sebagai fungsi waktu. Eksperimen ini pertama kali dilaksanakan seperti pada kondisi yang sama dengan eksperimen untuk adsorpsi tepi. Suspensi berisi  $100 \text{ m}^2\text{L}^{-1}$  goethite, 9-AA dan 5mM elektrolit disesuaikan pHnya pada pH serapan maksimum (pH 4: berdasar hasil eksperimen adsorpsi tepi). Setelah setimbang sampel diambil dan ditentukan konsentrasi sisa 9-AA. Hasil ini menunjukkan adsorpsi maksimum. pH suspensi tersebut kemudian disesuaikan pada pH yang jerapannya minimal (pH ~8), dengan tujuan 9-AA yang sudah terikat oleh montmorillonit dilepaskan kembali. Setelah penyesuaian pH yang terakhir ini dan tetap dipertahankan konstan, setiap durasi waktu tertentu, sampel diambil untuk ditentukan besarnya 9-AA yang dilepaskan oleh montmorillonit sebagai fungsi waktu.

#### **Teknik Analisa Data**

Data dari adsorpsi tepi dianalisis dengan menentukan prosen 9-AA yang teradsorb sebagai fungsi pH. Sedang data isoterm adsorpsi berupa konsentrasi total 9-AA, konsentrasi akridin sisa, volum total suspensi, dan konsentrasi total montmorillonit dalam suspensi. Data isoterm adsorpsi ini kemudian dianalisis dengan menentukan besarnya 9-AA yang diserap oleh setiap  $\text{m}^2$  montmorillonit sebagai fungsi dari konsentrasi sisa 9-AA.

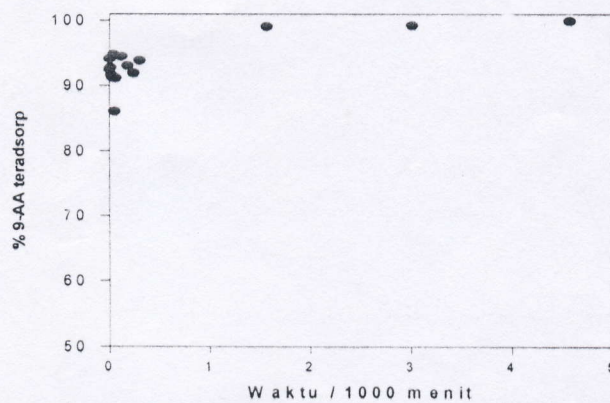
Data kinetika adsorpsi dan desorpsi memberikan gambaran tentang penting tidaknya daerah interlayer montmorillonit dalam adsorpsi.

#### **HASIL PENELITIAN**

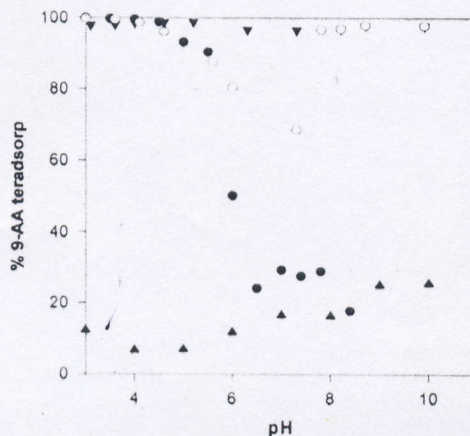
Hasil dari eksperimen kinetika adsorpsi, adsorpsi tepi, isoterm adsorpsi dan kinetika desorpsi dipaparkan berikut.

### Kinetika adsorpsi

Gambar 3 menunjukkan bahwa terjadi adsorpsi 9-AA yang sangat cepat oleh montmorillonit, sekitar 85% dari 0,1 mM teradsorb setelah 10 menit. Adsorpsi selanjutnya sangat lambat. Setelah 26 jam (1 hari) hampir semua 9-AA teradsorb oleh montmorillonit. Oleh karena itu, peningkatan adsorpsi untuk waktu kesetimbangan yang lebih lama sulit diamati karena semua 9-AA sudah teradsorb.



Gambar 3. Kinetika adsorpsi 0.1 mM 9-AA oleh  $100 \text{ m}^2 \text{ L}^{-1}$  montmorillonit pada suhu  $30 \text{ }^\circ\text{C}$  dan pH 4.



Gambar 4. Adsorpsi 9-AA oleh montmorillonit pada suhu  $30 \text{ }^\circ\text{C}$ . dan konsentrasi medium elektrolit  $\text{KNO}_3$  5 mM. (▲)  $5 \times 10^{-5} \text{ M}$ , (●)  $1 \times 10^{-4} \text{ M}$ , (○)  $5 \times 10^{-4} \text{ M}$ , dan (▼)  $1 \times 10^{-3} \text{ M}$ .

### Adsorpsi tepi

Gambar 3 merupakan adsorpsi larutan 9-AA oleh montmorillonit pada suhu  $30 \text{ }^\circ\text{C}$ , sebagai fungsi pH dan konsentrasi 9-AA. pH sangat mempengaruhi

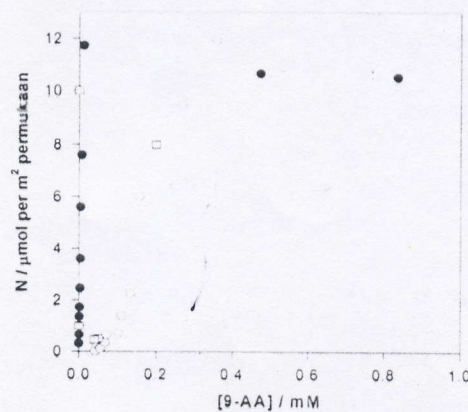
perilaku adsorpsi, namun kecenderungannya susah ditentukan. 9-AA terikat secara signifikan pada pH rendah dan tinggi, dan ada kecenderungan menurun di pH 4.5 – 7. Konsentrasi awal 9-AA juga sangat menentukan perilaku adsorpsi. Semakin besar konsentrasinya, semakin tinggi pula prosen 9-AA yang teradsorb.

### Isoterm adsorpsi

Isoterm adsorpsi diukur pada pH 4 dan 6. Hasil dari eksperimen ini ditunjukkan oleh Gambar 5. Pada konsentrasi 9-AA di bawah 1,5 mM, kemampuan permukaan montmorillonit untuk adsorpsi pada pH 6 lebih kecil daripada pH 4. Namun kemampuan tersebut menjadi berbalik untuk konsentrasi 9-AA yang lebih besar daripada 1,5 mM.

### Kinetika desorpsi

Desorpsi 9-AA yang terikat oleh montmorillonit pada pH 8 sangatlah cepat, mencapai setimbang setelah 10 menit, dan semua 9-AA yang terikat dilepaskan dari permukaan montmorillonit, seperti yang tertera dalam Gambar 6.



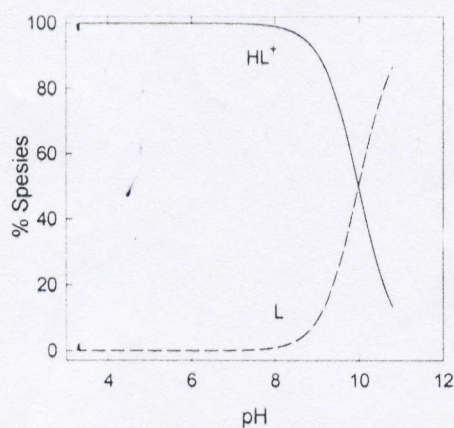
Gambar 5. Adsorpsi 9-AA oleh montmorillonit pada pH tetap: (●) pH 4, dan (○) pH 6. Simbol (□) diplot berdasarkan hasil hitung dari data adsorpsi tepi.

Gambar 6. Desorpsi 9-AA dari montmorillonit pada pH 8.

## PEMBAHASAN

### Pengaruh pH terhadap adsorpsi

pH merupakan faktor yang sangat penting dalam menentukan perilaku adsorpsi molekul organik karena muatan permukaan mineral lempung tergantung pada pH sebagaimana yang dikemukakan oleh Hunter (1985) dan Sposito (1984). Menurut Sposito (1984), permukaan mineral lempung memiliki permukaan yang bermuatan negatif akibat substitusi *isomorphous*  $\text{Si}^{4+}$  oleh  $\text{Al}^{3+}$ , di mana muatan negatif satu terjadi di setiap substitusinya (Schulze, 1989), dan permukaan aktif lainnya yang muatannya bervariasi tergantung pada harga pH, bermuatan positif pada pH rendah dan bermuatan negatif pada pH tinggi sebagai akibat protonasi dan deprotonasi grup hidroksil permukaan yang disimbolkan S-OH. (Sposito, 1985). Mengamati data dalam Gambar 4 (sebagai contoh, adsorpsi  $1 \times 10^{-4}$  M 9-AA), nampak bahwa 9-AA terikat dalam jumlah yang sangat signifikan pada pH rendah. Ini terjadi karena 9-AA terprotonasi pada rentang pH tersebut (Gambar 7), bermuatan positif, dan memiliki afinitas yang tinggi terhadap permukaan negatif montmorillonit seperti yang dilaporkan oleh Jaslin *et al.* (2005a, 2005b) mengenai adsorpsi aminopridin dan triazole oleh montmorillonit. Ini berarti ikatan tersebut mungkin terjadi melalui pertukaran kation, dan ini berarti akan akurat hanya jika konsentrasi 9-AA total sangat rendah (kurang dari 0,1 mM).



Gambar 7. Spesiasi 9-AA dihitung berdasarkan  $K_a$  yang diusulkan oleh Albert (1966). L menyatakan molekul netral dan  $\text{HL}^+$  adalah molekul



Ada kecenderungan penurunan prosen adsorpsi 9-AA 0,1 mM pada pH 6 sampai 8, dapat dijelaskan adanya penurunan prosentase spesies  $LH^+$  (Gambar 7). Sebaliknya, adanya adsorpsi yang sangat signifikan pada pH tinggi, terutama untuk konsentrasi 9-AA yang tinggi menyarankan pentingnya permukaan hidroksil permukaan (terutama  $SO^-$ ) dalam membentuk ikatan dengan 9-AA, yang mungkin dalam senyawa netralnya.

Gambar 4 memberikan hasil yang sangat menarik, yaitu: semakin tinggi konsentrasi 9-AA, maka prosen adsorpsi semakin tinggi dalam semua rentang pH yang diamati, dari 3 sampai 10. Hasil ini konsisten dengan hasil isoterm berikut.

#### **Pengaruh konsentrasi 9-AA pada adsorpsi**

Berdasarkan hasil hitung dari hasil adsorpsi tepi, yang diplotkan dengan simbol empat persegi panjang dalam Gambar 5, dan ternyata konsisten dengan data isoterm adsorpsi, maka jelas bahwa semakin tinggi konsentrasi 9-AA, adsorpsi montmorillonit terhadap molekul tersebut semakin kuat. Oleh karena itu, kurva isoterm pada pH 6 berbentuk huruf "S". Hasil ini sungguh tidak banyak ditemukan dalam penelitian sebelumnya.

Semakin tinggi konsentrasi sorbat, maka permukaan mineral yang diperlukan untuk mengikat sorbat tersebut semakin banyak. Oleh karena itu, semakin tinggi konsentrasi sorbat, semakin kecil prosen sorbat yang dapat diikat oleh permukaan. Dalam kasus seperti hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa 9-AA terikat oleh permukaan bukan dalam monolayer, dan adsorpsi semacam ini dapat dinamakan adsorpsi kooperatif. Ini berarti pola isoterm adsorpsi tidak mengikuti isoterm Langmuir (Atkins, 1982 : 439). Perilaku ini barangkali dapat didekati dari dua penjelasan berikut. Pertama, jumlah permukaan aktif montmorillonit meningkat dengan peningkatan konsentrasi 9-AA karena terikatnya 9-AA dapat menjadi jembatan adsorpsi bagi 9-AA lainnya. Ini berarti adsorpsi awal 9-AA memicu adsorpsi lanjutan. Davies dan Leckie (1978) mengusulkan peran ligan yang dapat menjadi jembatan adsorpsi bagi sorbat lainnya. Kedua, pembentukan agregat atau klaster molekul 9-AA baik dalam

larutan maupun pada permukaan. Hasil serupa telah dilaporkan oleh Jaslin *et al.* (2005b) pada adsorpsi triazole oleh montmorillonit.

Terjadinya kluster ini dapat dijelaskan dengan penemuan-penemuan yang relevan sebelumnya. Ainsworth *et al.* (1987) menemukan bahwa sorpsi spesies netral dapat meningkat manakala *coverage* permukaan oleh kation organik juga meningkat. Kation organik yang terikat oleh permukaan dapat memodifikasi hidrofobisitas permukaan mineral yang menyebabkan kemampuannya mengikat spesies netral semakin kuat. Mekanisme yang sama juga diusulkan oleh Angove *et al.* (2002) yang meneliti pengaruh keberadaan spesies organik dalam adsorpsi anthracene oleh goethite dan kaolinit. Di dalam penelitian tentang adsorpsi senyawa hidrosiklik yang berisi nitrogen Zachara *et al.* (1990) menemukan bahwa senyawa netral ditemukan terdapat pada permukaan apabila konsentrasi sorbat yang diadsorpsi cukup tinggi, yang mengindikasikan adanya kemungkinan modifikasi permukaan montmorillonit yang dapat meningkatkan kemampuannya untuk mengadsorp senyawa netral.

#### **Peran daerah interlayer montmorillonit dalam adsorpsi**

Seperti yang telah dilaporkan oleh peneliti sebelumnya bahwa permukaan mineral lempung terdiri dari dua situs aktif, situs bermuatan negatif permanen dan SOH (Sposito, 1984). Kedua situs itu disebut situs eksternal. Selain itu, montmorillonit memiliki situs internal di daerah interlayer. Kinetika adsorpsi dan desorpsi yang sangat cepat yang ditunjukkan oleh hasil kinetika adsorpsi (Gambar 3) dan desorpsi (Gambar 6) menyarankan bahwa adsorpsi terjadi utamanya pada permukaan eksternal karena kinetika adsorpsi dan desorpsi di daerah interlayer biasanya sangat lambat (eg. Morillo *et al.*, 1991, Rytwo *et al.*, 1996, Akyüz *et al.*, 1999, Akyüz *et al.*, 2000, Gemeay *et al.*, 2002, Van Emmerik *et al.*, 2003).

### **SIMPULAN DAN SARAN**

#### **Simpulan**

Pada konsentrasi rendah ( $< 0,1$  mM), montmorillonit mengikat 9-AA dengan sangat signifikan, terutama pada pH rendah. Ikatan ini mungkin terjadi