

**UJI KAPASITAS ADSORPSI KOMPOSIT TANAH  
ANDISOL/ZEOLIT/LIMBAH AMPAS PATI AREN (*Arenga Pinnata*)  
SEBAGAI ADSORBEN LOGAM BESI (Fe)**



Disusun Oleh:

**ARIF WIDIANTO**

**M0313013**

**SKRIPSI**

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan mendapatkan gelar Sarjan Sains  
dalam bidang ilmu kimia

**UNIVERSITAS SEBELAS MARET SURAKARTA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
PROGRAM STUDI KIMIA**

**2018**

## HALAMAN PENGESAHAN

**Skripsi**  
**UJI KAPASITAS ADSORPSI KOMPOSIT TANAH**  
**ANDISOL//ZEOLIT/LIMBAH AMPAS PATI AREN (*Arenga Pinnata*)**  
**SEBAGAI ADSORBEN LOGAM BESI (Fe)**

ARIF WIDIANTO  
M0313013

Skripsi ini dibimbing oleh :

Pembimbing I

Pembimbing II



Dr. Pranoto, M. Sc  
NIP. 19541030 198403 1002

Dr. Dian Maruto W, M.Si  
NIP. 19700330 200003 1001

Dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi pada:

Hari : Rabu  
Tanggal : 24 Januari 2018

Anggota Tim Penguji:

1. Candra Purnawan, M.Sc  
NIP. 19781228 200501 1001

1.....

2. Prof. Drs. Sentot Budi Rahardjo, Ph.D  
NIP. 19560507 198601 1001

2.....

Disahkan Oleh

Kepala Program Studi Kimia

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

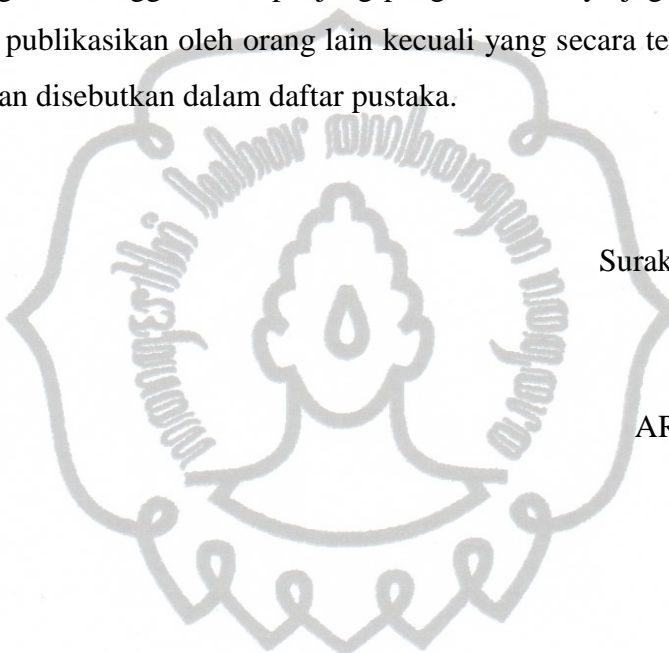
Universitas Sebelas Maret Surakarta



Dr. Triana Kusumaningsih, M.Si  
NIP. 19730124 199903 2001

**PERNYATAAN**

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul **“UJI KAPASITAS ADSORPSI KOMPOSIT TANAH ANDISOL/ZEOLIT /LIMBAH AMPAS PATI AREN (*Arenga Pinnata*) SEBAGAI ADSORBEN LOGAM BESI (Fe)”** belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga belum pernah di tulis atau di publikasikan oleh orang lain kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.



Surakarta, Januari 2018

ARIF WIDIANTO

UJI KAPASITAS ADSORPSI KOMPOSIT TANAH  
ANDISOL/ZEOLIT/LIMBAH AMPAS PATI AREN (*Arenga Pinnata*)  
SEBAGAI ADSORBEN LOGAM BESI (Fe)

ARIF WIDIANTO

Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,  
Universitas Sebelas Maret

ABSTRAK

Telah dilakukan pembuatan komposit dari tanah andisol, zeolit dan limbah ampas pati aren sebagai adsorben logam besi (Fe). Tujuan penelitian ini untuk mengetahui kapasitas adsorpsi komposit (tanah andisol/zeolit/limbah ampas pati aren) sebagai adsorben logam besi (Fe) berdasarkan pada kondisi pH, komposisi komposit dan waktu kontak yang optimum. Komposit dibuat dengan mencampurkan tanah andisol, zeolit dan limbah ampas pati aren dengan variasi komposisi 50:50:50 (b/b/b). Uji adsorpsi terhadap logam besi (Fe) dilakukan pada pH larutan 1, 2, 3, 4, 5, dan 6 dan variasi waktu kontak 15, 30, 45 dan 60 menit dengan sistem *batch*. Pengukuran konsentrasi akhir pada saat kesetimbangan dilakukan dengan menggunakan *Atomic Absorbtion Spectroscopy* (AAS).

Dari hasil karakterisasi komposit menunjukkan pada uji *X-ray Diffraction* (XRD) pada difraktogram terlihat penggabungan masing-masing material penyusunnya. Pada karakterisasi menggunakan *Fourier Transform-Infra Red* (FT-IR), komposit terlihat gugus fungsional Si-OH, Al-OH dan -OH. Pada uji keasaman total, komposit memiliki keasaman total terbesar yang membuktikan bahwa komposit memiliki situs aktif lebih banyak bila dibandingkan dengan material penyusunnya.

Dari hasil penelitian diketahui kapasitas adsorpsi komposit sebesar 1,0367 mg/g dengan persentase penyerapan 85,45% pada kondisi pH 5 dan waktu kontak 30 menit. Isoterm adsorpsi mengikuti isoterm Freundlich dengan nilai  $R^2$  sebesar 0,997.

**Kata kunci:** tanah andisol, zeolit, limbah ampas pati aren, logam besi, adsorpsi

CAPACITY ADSORPTION TEST OF ANDISOL SOIL/ZEOLITE/SUGAR  
PALM (*Arenga Pinnata*) WASTE COMPOSITE AS ADSORBENT OF IRON  
(Fe) METAL

**ARIF WIDIANTO**

Chemistry Department, Faculty of Mathematic and Natural Sciences  
Sebelas Maret University

**ABSTRACT**

Research on composites from andisol soil, zeolite and sugar palm waste had been done as an adsorbent in absorbing of iron (Fe). The objective of this research was to know the composite (andisol soil/zeolite/sugar palm waste) adsorption capacity based on pH conditions, composite compositions and contact time optimum. The composites were prepared by mixing the andisol soil, zeolite and sugar palm waste with a variation of composition 50:50:50 (w/w/w). The adsorption of iron (Fe) metal was carried out at pH of 1, 2, 3, 4, 5 and 6, then the contact time was varied by 15, 30, 45 and 60 minutes through the batch system. The final concentration at equilibrium time was done measured using *Atomic Absorption Spectroscopy* (AAS).

Result of composite characterization showed on X-ray Diffraction (XRD) test on difraktogram seen merger of each constituent material. In the characterization using Fourier Transform-Infra Red (FT-IR), the composites were seen functional groups of Si-OH, Al-OH and -OH. In the total acidity test, the composite has the largest total acidity that proves that the composite had more active sites when compared to its constituent material.

Result of this research, the composite adsorption capacity was 1,0367 mg/g with an absorption percentage of 85,45% under pH condition 5 and contact time 30 min. The adsorption isotherm followed Freundlich isotherms with  $R^2$  values 0,9979.

**Kata kunci:** andisol soil, zeolite, sugar palm, iron (Fe), adsorption

## MOTTO

*“Ingatlah bahwa seluruh keberhasilan pasti diawali oleh kegagalan”*

*“Jadilah diri sendiri karena itu lebih baik daripada berpura-pura menjadi orang lain yang lebih baik”*

*“Bersabarlah dalam melakukan sesuatu niscaya keberhasilan akan datang kepadamu”*

*“Selalu ada harapan bagi mereka yang sering berdoa. Selalu ada jalan bagi mereka yang sering berusaha”*

*“Kebahagiaan terbesar adalah saat kita berbagi kebahagiaan dengan orang lain”*

*“Banyak kegagalan dalam hidup ini dikarenakan orang-orang tidak menyadari betapa dekatnya mereka dengan keberhasilan saat mereka menyerah”*

## PERSEMBAHAN

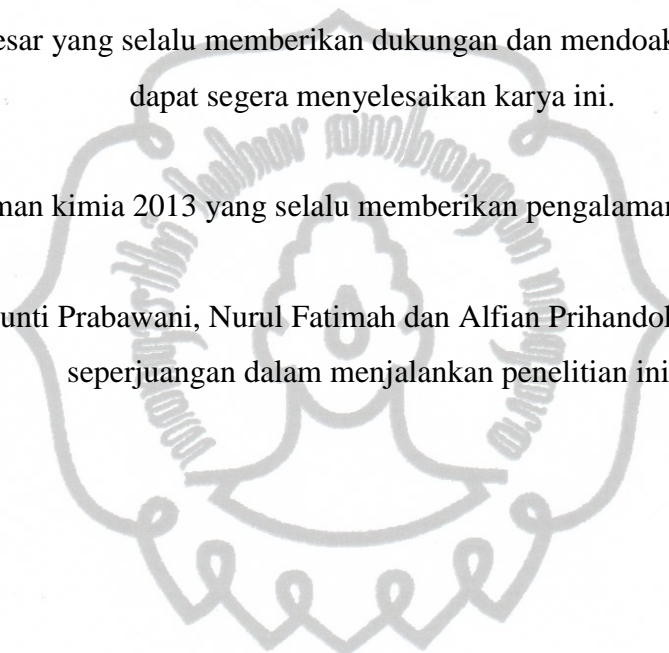
Karya ini akan saya persembahkan kepada:

Ayah dan Ibu tercinta yang selalu mendoakan, semoga karyaku ini dapat membuat mereka bahagia meski meski tak sebesar pengorbanan mereka.

Keluarga besar yang selalu memberikan dukungan dan mendoakan sehingga saya dapat segera menyelesaikan karya ini.

Teman-teman kimia 2013 yang selalu memberikan pengalaman tak terlupakan.

Santika Kunti Prabawani, Nurul Fatimah dan Alfian Prihandoko selaku teman seperjuangan dalam menjalankan penelitian ini.



## KATA PENGANTAR

Puji syukur Alhamdulillah kami panjatkan kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat, hidayat dan segala karunia-Nya sehingga proposal penelitian yang berjudul **“UJI KAPASITAS ADSORPSI KOMPOSIT TANAH ANDISOL/ZEOLIT/LIMBAH AMPAS PATI AREN (*Arenga Pinnata*) SEBAGAI ADSORBEN LOGAM BESI (Fe)”** ini dapat selesai dengan baik. Penulis bersyukur dan berterima kasih kepada semua pihak yang telah membantu atas selesainya penulisan proposal ini, antara lain.

1. Dr. Triana Kusumaningsih, M.Si., selaku kepala program studi Kimia FMIPA UNS
2. Bapak Dr. Pranoto, M.Sc., selaku Pembimbing I.
3. Bapak Dr. Dian Maruto W, M.Si., selaku Pembimbing II
4. Keluarga yang selalu memberikan kasih sayang, dukungan, semangat dan doanya.
5. Teman-teman dan semua pihak yang telah membantu hingga terselesaikannya penulisan proposal ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan proposal ini masih sangat jauh dari sempurna, untuk itu penulis mengharapkan saran dan kritikan dari pembaca sebagai bahan pertimbangan untuk membuat karya yang lebih baik. Penulis berharap semoga proposal ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan.

Surakarta, Januari 2018

Penulis



## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>PERNYATAAN</b> .....	iii
<b>ABSTRAK</b> .....	iv
<b>ABSTRACT</b> .....	v
<b>MOTTO</b> .....	vi
<b>PERSEMBAHAN</b> .....	vii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	viii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	ix
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiv
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xv
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	1
A. Latar Belakang Masalah .....	1
B. Perumusan Masalah .....	4
1. Identifikasi Masalah .....	4
2. Batasan Masalah .....	4
3. Rumusan Masalah .....	5
C. Tujuan Penelitian .....	6
D. Manfaat Penelitian .....	6
<b>BAB II. LANDASAN TEORI</b> .....	7
A. Tinjauan Pustaka .....	7
1. Tanah Andisol .....	7
2. Zeolit Alam .....	12
3. Limbah Ampas Pati Aren .....	16
4. Logam Besi (Fe) .....	19
5. Adsorpsi .....	21
B. Kerangka Pemikiran .....	25

C. Hipotesis.....	26
<b>BAB III. METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>27</b>
A. Metode penelitian.....	27
B. Tempat dan Waktu Penelitian .....	27
C. Alat dan Bahan yang digunakan .....	27
1. Alat.....	27
2. Bahan.....	28
D. Prosedur Penelitian.....	28
1. Preparasi Adsorben .....	28
2. Aktivasi Adsorben.....	29
3. Karakterisasi Adsorben .....	30
4. Uji Kinerja Adsorben .....	32
5. Penentuan Isoterm Adsorpsi .....	33
6. Teknik Pengumpulan dan Analisis Data .....	33
<b>BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>36</b>
A. Karakterisasi.....	36
1. Tanah Andisol.....	36
2. Zeolit.....	38
3. Limbah Ampas Pati Aren .....	41
B. Karakterisasi Campuran Tanah Andisol Aktif, Zeolit Aktif dan Limbah Ampas Pati Aren Aktif .....	42
1. Analisis XRD .....	42
2. Analisis FTIR .....	43
3. Analisis Keasaman Total Spesifik .....	45
4. Karakterisasi Luas Permukaan Adsorben .....	46
5. Morfologi dan Analisis SEM-EDX Sebelum dan Setelah Adsorpsi .....	47
C. Uji Kinerja Adsorben terhadap Larutan Model Logam Besi (Fe) ...	48
1. Pengaruh Variasi Kondisi pH.....	48
2. Pengaruh Variasi Komposisi Komposit dan Waktu kontak Adsorben .....	50

D. Isoterm Adsorpsi .....	51
<b>BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	54
A. Kesimpulan .....	54
B. Saran.....	54
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	55
<b>LAMPIRAN</b> .....	65



## DAFTAR GAMBAR

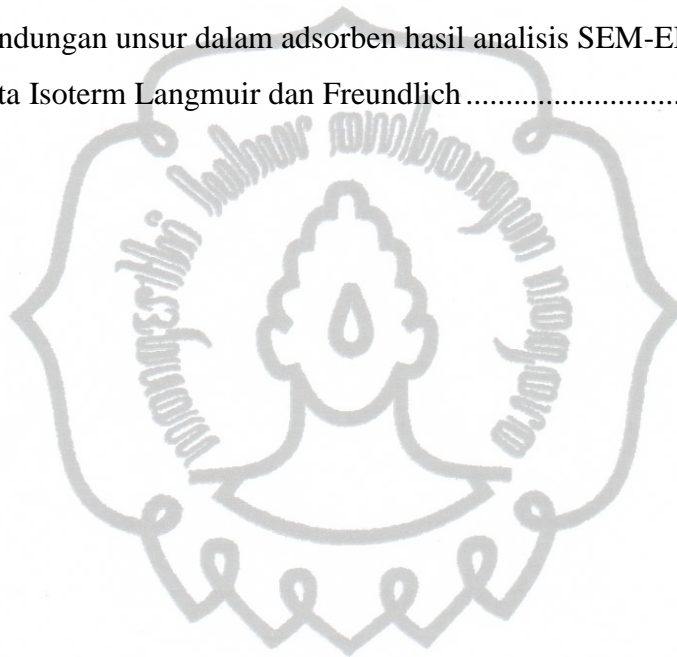
	Halaman
Gambar 1. Struktur Representatif Alofan (Iyoda et al, 2011).....	9
Gambar 2. Spektra IR Tanah Andisol (Siewe et al., 2015).....	10
Gambar 3. Difraktogram Tanah Andisol (Saputro, 2014) .....	11
Gambar 4. Framework zeolit (Riandini, 2014) .....	12
Gambar 5. Struktur Zeolit Mordenit (Dian, 2012).....	14
Gambar 6. Mekanisme Reaksi Aktivasi Zeolit menggunakan HCl (Dian, 2012). 15	
Gambar 7. Model Struktur Selulosa (Dian, 2012) .....	18
Gambar 8. Mekanisme Gugus OH <sup>-</sup> pada Selulosa dengan Ion Logam (Yantri, 1998).....	18
Gambar 9. Kurva isoterm Freundlich (Tan, 1991).....	24
Gambar 10. Difraktogram Tanah Andisol Sebelum dan Sesudah Aktivasi.....	37
Gambar 11. Spektra FTIR Tanah Andisol Alam dan Aktivasi .....	37
Gambar 12. Difraktogram Zeolit Alam dan Aktivasi .....	39
Gambar 13. Spektra FTIR Zeolit Sebelum dan Sesudah Aktivasi.....	40
Gambar 14. Spektra FTIR Limbah Ampas Pati Aren Sebelum dan Sesudah Aktivasi.....	41
Gambar 15. Difraktogram XRD (a) Tanah Andisol Aktif, (b) Zeolit Aktif, (c) Limbah Ampas Pati Aren (LAPA) Aktif dan (d) Komposit (50:50:50%).....	42
Gambar 16. Spektra FTIR Tanah Andisol Aktif (a), Zeolit Aktif (b), LAPA Aktif (c) dan Campuran Tanah Andisol Aktif, Zeolit Aktif dan LAPA Aktif (d) .....	43
Gambar 17. Morfologi Permukaan Komposit Tanah andisol, zeolit dan LAPA Aktif 50:50:50% sebelum adsorpsi (a) dan setelah adsorpsi (b).....	47
Gambar 18. Grafik Pengaruh pH Terhadap Adsorpsi Adsorben Komposit Tanah Andisol Aktif, Zeolit Aktif dan LAPA Aktif (50:50:50%) .....	49
Gambar 19. Grafik Pengaruh Komposisi dan Waktu Kontak Terhadap Kapasitas Adsorpsi Adsorben .....	50

Gambar 20. (a) Kurva Isoterm Langmuir dan (b) Kurva Isoterm Freundlich ..... 52



**DAFTAR TABEL**

	Halaman
Tabel 1. Hasil Analisis FTIR Tanah Andisol Aktif, Zeolit Aktif , Limbah Ampas Pati Aren Aktif dan Komposit.....	44
Tabel 2. Hasil Pengujian Keasaman Total Spesifik.....	45
Tabel 3. Hasil Pengujian Luas Permukaan Adsorben.....	46
Tabel 4. Kandungan unsur dalam adsorben hasil analisis SEM-EDX.....	48
Tabel 5. Data Isoterm Langmuir dan Freundlich.....	53



**DAFTAR LAMPIRAN**

	Halaman
Lampiran 1. Data Pengambilan Sampel.....	65
Lampiran 2. Data Hasil Analisis XRD dan JCPDS .....	67
Lampiran 3. Perhitungan Keasaman dengan Metode Adsorpsi Amonia .....	74
Lampiran 4. Data Optimasi pH Larutan Besi (Fe).....	76
Lampiran 5. Optimasi Komposisi dan Waktu Kontak Adsorben .....	78
Lampiran 6. Data Isoterm Adsorpsi .....	82
Lampiran 7. Data Hasil Pengujian Dengan SEM-EDX .....	85
Lampiran 8. Diagram Pourbaix Fe.....	88

