

**UJI EFEKTIVITAS ADSORBEN ALOFAN DAN KELOR (*Moringa oleifera Lam*) DALAM PENGURANGAN *Coliform* DAN *Escherichiacoli* LIMBAH CAIR DOMESTIK DAERAH WISATA SUKUNAN BANYURADEN GAMPING SLEMAN**

**TESIS**

Disusun untuk memenuhi sebagian persyaratan mencapai derajat Magister  
Program Studi Ilmu Lingkungan



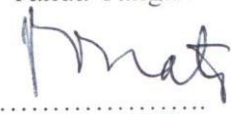

Oleh :

**IBNU ROIS  
A131508009**

**PROGRAM PASCASARJANA  
UNIVERSITAS SEBELAS MARET  
SURAKARTA  
2018**

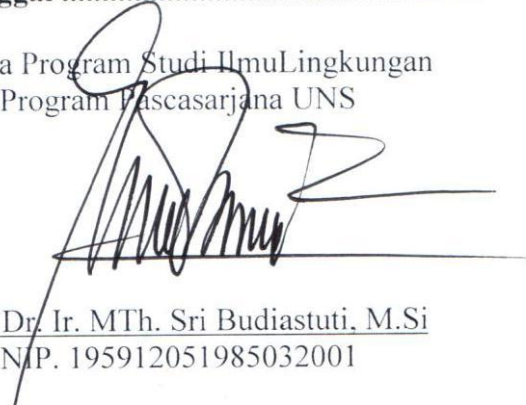
**UJI EFEKTIVITAS ADSORBEN ALOFAN DAN KELOR (*Moringa oleifera Lam*) DALAM PENGURANGAN MPN *Coliform* DAN *Escherichiacoli* LIMBAH CAIR DOMESTIK DAERAH WISATA SUKUNAN BANYURADEN GAMPING SLEMAN**

Oleh  
**IBNU ROIS**  
**A131508009**

Komisi Pembimbing	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Pembimbing I	Dr. Pranoto, M.Sc. NIP. 195410301984031001		..... 2018
Pembimbing II	Prof. Dr. Sunarto, M.S. NIP. 195406051991031002		..... 2018

**Telah dinyatakan memenuhi syarat  
Pada tanggal .....2018**

Kepala Program Studi Ilmu Lingkungan  
Program Pascasarjana UNS

  
Prof. Dr. Ir. MTh. Sri Budiastuti, M.Si  
NIP. 195912051985032001




**UJI EFEKTIVITAS ADSORBEN ALOFAN DAN KELOR (*Moringa oleifera Lam*) DALAM PENGURANGAN MPN *Coliform* DAN *Escherichiacoli* LIMBAH CAIR DOMESTIK DAERAH WISATA SUKUNAN BANYURADEN GAMPING SLEMAN**

**TESIS**

Oleh  
**IBNU ROIS**  
**A131508009**

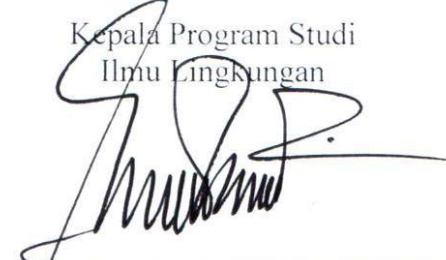
Telah dipertahankan di depan penguji dan dinyatakan telah memenuhi syarat pada tanggal ..... 2018

Tim Penguji :

Jabatan	Nama	Tanda Tangan
Ketua	Dr. Pranoto, M.Sc. NIP. 195410301984031001	
Sekretaris	Prof. Dr. Sunarto, M.S. NIP. 195406051991031002	
Anggota Penguji	Dr. Mohammad Masykuri, M.Si. NIP. 196811241994031001	

Mengetahui,

  
 Direktur  
 Program Pascasarjana  
 Prof. Dr. M. Furqon Hidayatullah, M.Pd.  
 NIP. 196007271987021001

Kepala Program Studi  
 Ilmu Lingkungan  
  
 Prof. Dr. Ir. MTh. Sri Budiastuti, M.Si.  
 NIP. 195912051985032001

**BIODATA**

1. Nama : Ibnu Rois, S.ST  
 2. Tempat, tanggal lahir : Suka Makmur, 09 Agustus 1985  
 3. Profesi/jabatan : Instruktur  
 4. Alamat kantor : Poltekkes Kemenkes Yogyakarta  
 Jurusan Kesehatan Lingkungan  
 Jl. Tata Bumi No. 3, Banyuraden, Gamping,  
 Sleman, DIY Telp. (0274) 560962  
 5. Alamat rumah : Dsn. Simpang RT 01 RW 01, Ds. Sidomoyo, Kec.  
 Godean, Kab. Sleman, DIY  
 Hp : 085228589958  
 Email : [ibnurois36@gmail.com](mailto:ibnurois36@gmail.com) / [rois.kesling@yahoo.co.id](mailto:rois.kesling@yahoo.co.id)

## 6. Riwayat pendidikan di Perguruan Tinggi :

No.	Institusi	Bidang Ilmu	Tahun	Gelar
a.	Poltekkes Kemenkes Yogyakarta	Kesehatan Lingkungan	2009	S.ST
b.	Poltekkes Kemenkes Yogyakarta	Kesehatan Lingkungan	2007	A.Md.KL

## 7. Daftar Karya Ilmiah :

No.	Judul	Penerbit/Forum Ilmiah	Tahun
a.	Hubungan Tingkat Sanitasi Sumur Gali (SGL) dengan Kasus Diare di RT 55 RW 13 Kelurahan Keparakan Mergangsan Yogyakarta	Skripsi, Jurusan Kesehatan Lingkungan	2009
b.	Pengolahan Air Sumur Gali dengan Model 'Zeopa' terhadap Penurunan Kadar Kesadahan dan TDS di Dusun IV Desa Cerme Panjatan Kulon Progo	Karya Tulis Ilmiah, Jurusan Kesehatan Lingkungan	2007

Yogyakarta, ..... 2018

Ibnu Rois, S.ST

**PERNYATAAN KEASLIAN DAN PERSYARATAN PUBLIKASI**

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa :

1. Tesis yang berjudul : **“UJI EFEKTIVITAS ADSORBEN ALOFAN DAN KELOR (*Moringa oleifera Lam*) DALAM PENGURANGAN MPN *Coliform* DAN *Escherichia coli* LIMBAH CAIR DOMESTIK DAERAH WISATA SUKUNAN BANYURADEN GAMPING SLEMAN”** ini adalah karya penelitian saya sendiri dan tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik serta tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang tertulis dengan acuan yang disebutkan sumbernya, baik dalam naskah karangan dan daftar pustaka. Apabila ternyata di dalam naskah tesis ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiasi, maka saya bersedia menerima sanksi, baik tesis beserta gelar magister saya dibatalkan serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.
2. Publikasi sebagian atau keseluruhan isi tesis pada jurnal atau forum ilmiah harus menyertakan tim promotor sebagai *author* dan PPs UNS sebagai institusinya. Apabila saya melakukan pelanggaran dari ketentuan publikasi ini, maka saya bersedia mendapatkan sanksi akademik yang berlaku.

Surakarta, ..... 19 Desember ..... 2018  
Mahasiswa,



Ibnu Rois  
A131508009



## ABSTRAK

Ibnu Rois. A131508009. Uji Efektivitas Adsorben Alofan dan Kelor (*Moringa oleifera Lam*) dalam Pengurangan MPN *Coliform* dan *Escherichia coli* Limbah Cair Domestik Daerah Wisata Sukunan Banyuraden Gamping Sleman. Tesis. Magister Ilmu Lingkungan. Universitas Sebelas Maret Surakarta. November 2018. Dibimbing oleh Pranoto dan Sunarto.

Limbah cair domestik dari instalasi pengolahan air limbah tidak dilakukan desinfeksi. Limbah cair ini mengandung ekskreta, sehingga terdapat bakteri *Coliform* dan *Escherichia Coli* yang dapat mencemari lingkungan dan sumber air bersih yang digunakan masyarakat. Teknologi sederhana untuk mengurangi pencemaran bakteri *Coliform* dan *E. coli* dilakukan dengan adsorben Alofan dan biji kelor. Alofan merupakan bagian dari mineral amorf Andisols yang dapat mengalami peningkatan pH setelah bereaksi (menyerap) asam humat maupun asam silikat. Biji kelor memiliki senyawa 4-( $\alpha$ -L-Rhamnosoxy) benzyl isothiocyante dan 4-(4'-O-acetyl- $\alpha$ -L-rhamnosoxy)-benzyl isothiocyante yang merupakan bahan aktif anti bakteri.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mencari bahan adsorben alam yang dapat digunakan untuk menurunkan bakteri *Coliform* dan *Escherichia coli*. Pemeriksaan bakteri *Coliform* dan *Escherichiacoli* dilakukan dengan metode *most probable number* (MPN/100 ml). Karakteristik alofan dilakukan dengan metode analisis NaF, FT-IR dan XRD.

Adsorpsi dengan media alofan dan kelor efektif dalam pengurangan *Coliform* dan *Escherichia coli* pada limbah cair domestik daerah wisata Sukunan Banyuraden Gamping Sleman. Bakteri *Coliform* pada adsorben alofan 100% mengalami pengurangan sebanyak 60,91% dan pada adsorben biji kelor 100% mengalami pengurangan sebanyak 77,27%. Bakteri *Escherichia coli* pada adsorben alofan 100% mengalami pengurangan sebanyak 43,96% dan pada adsorben biji kelor 100% mengalami pengurangan sebanyak 70,55%. Berdasarkan hasil ini maka untuk menurunkan bakteri *Coliform* dan *E. coli* pada limbah cair domestik dapat menggunakan adsorben alofan dan biji kelor.

**Kata kunci** : adsorben, alofan, kelor, *Coliform*, *Escherichia coli*

## ABSTRACT

Ibnu Rois. A131508009. Test Effectiveness Of Allophane and *Moringa oleifera* Adsorbent in Reducing Of *Coliform* and *Escherichia coli* Domestic Waste Water Tourism Areas Of Sukunan Banyuraden Gamping Sleman. Tesis. Magister Programme of Environmental Science. Sebelas Maret University in Surakarta. November 2018. Mentor by Pranoto dan Sunarto.

Domestic wastewater from wastewater treatment plants is not disinfected. This wastewater contains excreta, so that there are bacteria *Coliform* and *Escherichia coli* that can pollute the environment and water sources used by the community. Simple technology for reducing bacterial pollution of *Coliform* and *Escherichia coli* is done by allophane adsorbent and Moringa seeds. Allophane is part of the amorphous mineral Andisols which can increase pH after reacting (absorbing) humic acid and silicic acid. Moringa seeds have compounds 4-( $\alpha$ -L-Rhamnosyloxy)-benzyl isothiocyanate and 4-(4'-O-acetyl- $\alpha$ -L-rhamnosyloxy)-benzyl isothiocyanate which is an anti-bacterial active ingredient.

The aim of the study was to seek natural adsorbent substance that can be used to reduce *Coliform* and *Escherichia coli*. Examination of *Coliform* and *Escherichia coli* bacteria is done by the method of the most probable number (MPN / 100 ml). Allophane characteristics were performed by NaF, FT-IR and XRD analysis methods.

Adsorption with allophane and moringa media was effective in reducing *Coliform* and *Escherichia coli* in domestic wastewater in the tourist area of Sukunan Banyuraden Gamping Sleman. *Coliform* bacteria in 100% allophane adsorbent experienced a reduction of 60.91% and 100% Moringa seed adsorbent experienced a reduction of 77.27%. *Escherichia coli* bacteria on 100% allophane adsorbent experienced a reduction of 43.96% and the 100% Moringa seeds adsorbent experienced a reduction of 70.55%. Based on these results, to reduce *Coliform* bacteria and *E. coli* in domestic wastewater can use allophane adsorbents and Moringa seeds.

**Keywords :** Adsorbent, Allophane, *Moringa oleifera Lam*, *Coliform*, *Escherichia coli*

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Warohmatullohi Wabarokatuh*

Puji dan syukur senantiasa dipanjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan proposal tesis dengan judul “UJI EFEKTIVITAS ADSORBEN ALOFAN DAN KELOR (*Moringa oleifera Lam*) DALAM PENGURANGAN MPN *Coliform* DAN *Escherichia coli* LIMBAH CAIR DOMESTIK DAERAH WISATA SUKUNAN BANYURADEN GAMPING SLEMAN”.

Tesis ini disusun untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk mencapai derajat Magister Program Studi Ilmu Lingkungan Program Pascasarjana Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Pada kesempatan ini Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. M. Furqon Hidayatullah, M.Pd. selaku Direktur Program Pascasarjana Universitas Sebelas Maret yang memberikan ijin penelitian tesis.
2. Prof. Dr. Ir. MTh. Sri Budiastuti, M.Si. selaku Kepala Program Studi Ilmu Lingkungan Program Pascasarjana Universitas Sebelas Maret yang sudah memberikan ijin penelitian tesis.
3. Dr. Pranoto, M.Sc. selaku pembimbing utama dan penguji yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran di sela-sela kesibukannya untuk membimbing dan mengarahkan dalam penyusunan tesis ini.
4. Prof. Dr. Sunarto, M.S. selaku pembimbing anggota dan penguji yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran di sela-sela kesibukannya untuk membimbing dan mengarahkan dalam penyusunan tesis ini.
5. Dr. Mohammad Masykuri, M.Si. selaku penguji yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran di sela-sela kesibukannya untuk membimbing dan mengarahkan dalam penyusunan tesis ini.
6. Seluruh dosen dan staf di Program Studi Ilmu Lingkungan Program Pascasarjana Universitas Sebelas Maret yang sudah membantu dalam menyelesaikan tesis ini.



7. Bapak dan Ibu yang telah tiada henti memberikan do'a, kepercayaan, keyakinan, motivasi dan nasehat selama menempuh pendidikan di Pascasarjana Universitas Sebelas Maret.
8. Semua saudara-saudaraku yang telah memberikan bantuan, dukungan, motivasi, dan nasehat serta do'anya.
9. Teman-teman Program Studi Ilmu Lingkungan Pascasarjana Universitas Sebelas Maret Angkatan 2015 yang selalu memberikan motivasi dan dukungannya.

Penulis menyadari bahwa tulisan ini belum sempurna, sehingga masih mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk kesempurnaan tesis ini. Besar harapan Penulis, semoga tesis ini bermanfaat bagi semua dan pihak-pihak terkait.

*Wassalamu'alaikum Warohmatullohi Wabarokatuh*

Yogyakarta,

2018

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PERSETUJUAN .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
BIODATA.....	iv
PERNYATAAN KEASLIAN DAN PERSYARATAN PUBLIKASI.....	v
ABSTRAK .....	vi
ABSTRACT.....	vii
KATA PENGANTAR .....	viii
DAFTAR ISI .....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Rumusan Masalah .....	4
C. Tujuan Penelitian .....	4
D. Manfaat Penelitian .....	4
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b>	
A. Tinjauan Pustaka .....	5
1. Limbah Cair Domestik .....	5
2. Baku mutu air limbah domestik untuk kegiatan IPAL komunal .....	7
3. Tinja (ekskreta) .....	8
4. Bakteri <i>Coliform</i> .....	10
5. Bakteri <i>Escherichiacoli</i> .....	11
6. Rotating Biological Contactor (RBC) .....	14
7. Tanah Andisol .....	16
8. Alofan .....	18
9. Adsorpsi.....	22

10. Kelor ( <i>Moringaoleifera</i> Lam) .....	23
B. Kerangka Berpikir .....	27
C. Hipotesis .....	28
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	
A. Tempat Penelitian.....	29
B. Waktu Penelitian .....	29
C. Tatalaksana Penelitian.....	29
1. Jenis penelitian rancangan penelitian .....	29
2. Alat penelitian .....	30
3. Bahan penelitian .....	30
4. Populasi dan sampel penelitian .....	31
5. Variabel penelitian.....	31
6. Pelaksanaan penelitian dan pengumpulan data.....	31
7. Teknik analisis data.....	33
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
A. Gambaran Umum Dusun Sukunan .....	34
B. Karakteristik Adsorben .....	35
1. Analisis Uji NaF .....	35
2. Analisis Fourier Transform Infra Red (FT-IR) .....	36
3. Analisis X-Ray Diffraction (XRD) .....	37
4. Surface Area Analyzer (SAA) .....	38
C. Aplikasi Adsorben Alofan dan Kelor terhadap MPN <i>Coliform</i> dan MPN <i>Escherichia coli</i> .....	38
1. Hasil Uji MPN <i>Coliform</i> .....	39
2. Hasil Uji MPN <i>Escherichiacoli</i> .....	42
3. Pengaruh adsorben alofan dan biji kelor terhadap bakteri MPN <i>Coliform</i> dan <i>Escherichia coli</i> .....	46
4. Pengaruh adsorben alofan dan biji kelor terhadap karakteristik fisik dan kimia limbah cair domestik .....	48
5. Peran serta masyarakat dusun Sukunan terhadap pengelolaan limbah cair domestik .....	49

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN .....	50
B. SARAN .....	50
DAFTAR PUSTAKA .....	51



## DAFTAR TABEL

		Halaman
Tabel 1.	Baku Mutu Air Limbah Cair Kegiatan IPAL Komunal .....	8
Tabel 2.	Perbandingan Proses Pengolahan Air Limbah Dengan Sistem RBC Dan Sistem Lumpur Aktif .....	15
Tabel 3.	Persentase Selisih <i>Pre-Post</i> MPN <i>Coliform</i> (MPN/100 ml) pada adsorben alofan 100% .....	39
Tabel 4.	Persentase Selisih <i>Pre-Post</i> MPN <i>Coliform</i> (MPN/100 ml) pada adsorben alofan 75% dan biji kelor 25% .....	39
Tabel 5.	Persentase Selisih <i>Pre-Post</i> MPN <i>Coliform</i> (MPN/100 ml) pada adsorben alofan 50% dan biji kelor 50% .....	40
Tabel 6.	Persentase Selisih <i>Pre-Post</i> MPN <i>Coliform</i> (MPN/100 ml) pada adsorben alofan 25% dan biji kelor 75% .....	40
Tabel 7.	Persentase Selisih <i>Pre-Post</i> MPN <i>Coliform</i> (MPN/100 ml) pada Adsorben Biji Kelor 100% .....	41
Tabel 8.	Persentase Selisih <i>Pre-Post</i> MPN <i>Escherichia coli</i> (MPN/100 ml) pada adsorben alofan 100% .....	43
Tabel 9.	Persentase Selisih <i>Pre-Post</i> MPN <i>Escherichia coli</i> (MPN/100 ml) pada adsorben alofan 75% dan biji kelor 25% .....	43
Tabel 10.	Persentase Selisih <i>Pre-Post</i> MPN <i>Escherichia coli</i> (MPN/100 ml) pada adsorben alofan 50% dan biji kelor 50% .....	44
Tabel 11.	Persentase Selisih <i>Pre-Post</i> MPN <i>Escherichia coli</i> (MPN/100 ml) pada adsorben alofan 25% dan biji kelor 75% .....	44
Tabel 12.	Persentase Selisih <i>Pre-Post</i> MPN <i>Escherichia coli</i> (MPN/100 ml) pada adsorben biji kelor 100% .....	45



## DAFTAR GAMBAR

		Halaman
Gambar 1.	Bakteri <i>Escherichiacoli</i> .....	13
Gambar 2.	Desain alat <i>Rotating Biological Contactor</i> (RBC) (Rongjun Su <i>et al.</i> , 2015) .....	16
Gambar 3.	Struktur terbuka teoretis mineral alofan .....	19
Gambar 4.	Pohon kelor ( <i>Moringa oleifera Lam</i> ) .....	24
Gambar 5.	Biji Kelor ( <i>Moringa oleifera Lam</i> ) .....	26
Gambar 6.	Kerangka berpikir .....	27
Gambar 7.	Spektra FTIR Sampel Tanah andisol Alam dan Teraktivasi.....	36
Gambar 8.	Difraktogram XRD tanah andisol Alam dan Teraktivasi.....	37
Gambar 9.	Persentase Penurunan Bakteri MPN <i>Coliform</i> pada Adsorben Alofan dan Biji Kelor.....	42
Gambar 10.	Persentase Penurunan Bakteri MPN <i>Escherichia coli</i> pada Adsorben Alofan dan Biji Kelor .....	46

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Hasil Pengujian Laboratorium Sampel Penelitian Parameter MPN *Coliform* dan *Escherichiacoli*
- Lampiran 2. Hasil Pengujian Laboratorium Sampel Penelitian Parameter Fisik dan Kimia
- Lampiran 3. Hasil Pengujian Laboratorium Sampel Limbah Cair Domestik IPAL Komunal Dusun Sukunan (Kimia dan Fisik)
- Lampiran 4. Hasil Pengujian Laboratorium Sampel Limbah Cair Domestik IPAL Komunal Dusun Sukunan (Mikrobiologi)
- Lampiran 5. Hasil Analisis Statistik (SPSS)
- Lampiran 6. Dokumentasi Penelitian

