



DISERTASI

**PENGARUH ALUMINIUM SULFAT DAN KALSIMUM MONOKSIDA
TERHADAP EFEK AKUT CAIRAN LINDI
TPA (TEMPAT PEMBUANGAN AKHIR) SAMPAH**



A. ICHRAR ASBAR

**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA**

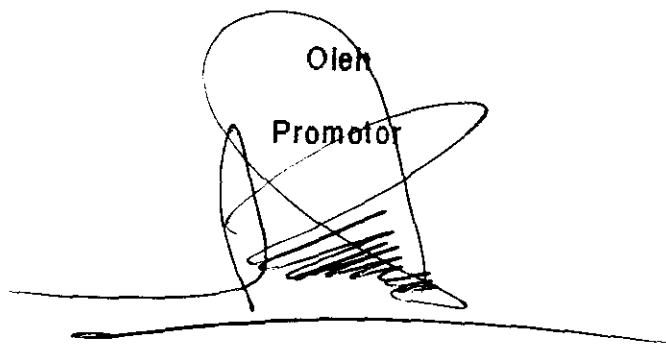
2001

LEMBAR PENGESAHAN

Disertasi ini telah disetujui

Tanggal 06 – 11 - 2001

Oleh
Promotor



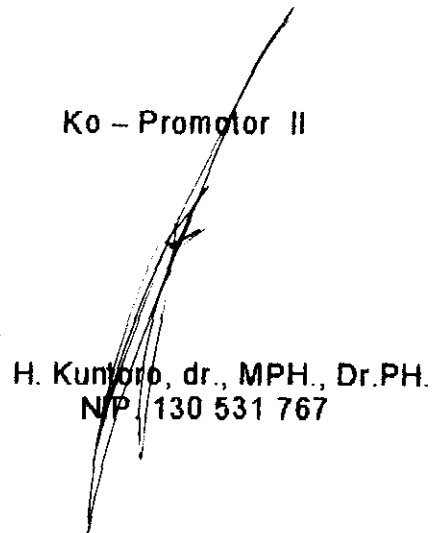
**Prof. H. Soeprapto AS, dr., DPH.
NIP. 130 162 026**

Ko - Promotor I

Ko - Promotor II



**Prof. Dr. H. J. Mukono, dr., MS., MPH.
NIP. 130 676 012**



**H. Kuntoro, dr., MPH., Dr. PH.
NIP. 130 531 767**

Promotor : Prof. H. Soeprapto AS, dr., DPH.

Ko – Promotor I : Prof. Dr. H.J. Mukono, dr., MS., MPH.

Ko – Promotor II : H. Kuntoro, dr., MPH., Dr.PH.

Telah diuji pada ujian tahap I
Tanggal 20 - 2 - 2001

PANITIA PENGUJI DISERTASI

- Ketua** : Prof. H. Soedarto, dr., DTM&H., Ph.D.
- Anggota** : 1. Prof. H. Soeprapto AS., dr., DPH.
2. Prof. H.A. Soeparmo, Drs., M.Sc.
3. Prof. Dr. H. Redjani, Drs.
4. Prof. Soemadi, Drs., Apt.
5. Prof. Dr. Ir. H. Wahyono Hadi., M.Sc.
6. Prof. Dr. H.J. Mukono, dr., MS., MPH.
7. H. Kuntoro, dr., MPH., Dr. PH

Ditetapkan dengan Surat Keputusan
Rektor Universitas Airlangga
Nomor : 1714/J03/PP/2001
Tanggal: 27 Februari 2001

" Dan carilah pada apa yang telah dianugerahkan Allah kepadamu (kebahagiaan) negeri akhirat, dan janganlah kamu melupakan kebahagiaanmu dari (kenikmatan) duniawi dan berbuat baiklah (kepada orang lain) sebagaimana Allah telah berbuat baik kepadamu, dan janganlah kamu berbuat kerusakan di (muka) bumi. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang-orang yang berbuat kerusakan (Q.S. Al-Qashas: 77)



Kupersembahkan untuk :

Ayahanda, ibunda, isteri dan anakku :

Andi Sulthan Afdaluddin Sompawali,

Andi Tenrisanna, dan

Andi Anugerah Suci.



UCAPAN TERIMA KASIH

Mengawali penulisan disertasi ini, saya panjatkan puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karuniaNya yang telah dilimpahkan, sehingga penelitian dan penyusunan disertasi untuk memenuhi persyaratan Pendidikan Program Doktor Program Studi Ilmu Kedokteran pada Program Pasca-sarjana Universitas Airlangga dapat saya selesaikan.

Kami menyadari bahwa menyelesaikan tugas ini bukan pekerjaan ringan, berbagai hambatan muncul dalam pelaksanaannya namun sedikit demi sedikit dapat teratasi berkat petunjuk dan perlindungan Yang Maha Kuasa, dan atas bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh sebab itu pada kesempatan yang berbahagia ini saya ingin menyampaikan ucapan terima kasih setulus hati kepada yang terhormat:

Prof: H. Soeprpto AS, dr., DPH atas kesediaannya menjadi promotor dan dengan penuh perhatian telah banyak memberikan nasihat, dukungan, dorongan moral, bimbingan dan saran-saran yang amat berharga dan berguna dalam melaksanakan penelitian dan penyusunan disertasi ini.

Prof. Dr. H. J. Mukono, dr., M.S., MPH., sebagai Ko-promotor I yang telah banyak memberikan dorongan, bimbingan dan arahan-arahan yang sangat bermanfaat mulai dari perencanaan penelitian hingga ke penyusunan disertasi ini.

H. Kuntoro, dr., MPH., DrPH selaku Ko-promotor II yang juga telah banyak memberikan dorongan, bimbingan dan saran-saran yang sangat bermanfaat bagi saya dalam melaksanakan penelitian dan penulisan disertasi ini.

Pemerintah Republik Indonesia, dalam hal ini Departemen Pendidikan dan Kebudayaan yang telah memberikan kesempatan kepada saya untuk mengikuti pendidikan S-3 Program Pascasarjana dengan bantuan TMPD.

Rektor Universitas Airlangga Prof. H. Soedarto, dr., DTM&H, PhD., dan mantan Rektor Prof. H. Bambang Rahino Setokoesomo, dr., yang telah memperkenankan saya untuk mengikuti program Doktor pada program Pascasarjana Universitas Airlangga Surabaya.

Direktur Program Pascasarjana Universitas Airlangga Prof. Dr. H. Muhammad Amin, dr., Sp.P., dan mantan Direktur Prof. Dr., H. Soedijono, dr., yang telah memberikan kesempatan kepada saya untuk mengikuti pendidikan Program Pascasarjana Universitas Airlangga di Surabaya.

Rektor Universitas Mulawarman Prof. H. Rachmat Hernadi, Ir., M.Sc dan mantan Rektor Prof. H.M. Yunus, Ph.D atas izin yang diberikan kepada saya untuk mengikuti pendidikan Program Pascasarjana Universitas Airlangga.

Eddy Soebandrijo, Drs., M.Pd, selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Mulawarman dan Drs. H. Masykur (almarhum), selaku mantan dekan atas izin dan dorongannya untuk mengikuti pendidikan Program Pascasarjana Universitas Airlangga,

serta izin yang diberikan kepada saya untuk menggunakan Laboratorium Biologi dan Laboratorium Kimia sebagai tempat pelaksanaan penelitian dan menggunakan peralatan yang diperlukan untuk menunjang pelaksanaan penelitian ini.

Staf pengajar pada Program Pascasarjana Universitas Airlangga Prof. Abdoel Gani, SH., MS., Prof. H.A. Soeparmo, Drs., M.Sc., Prof. H. Soedarto, dr., DTM&H., PhD., Prof. Bambang Rahino Setokoesomo, dr., Prof. H. Soeprapto AS, dr., DPH., Prof. Dr.H.J. Mukono, dr., MS., MPH., Fuad Amsyari, dr., MPH., PhD., Prof. Dr H.M.Zainuddin, Apt., Dr. Yulina Trihadiningrum W, MApp Sc., H. Kuntoro, dr., MPH., PhD., DrPH., dan staf pengajar lainnya yang selama ini memberikan bekal ilmu yang sangat berguna bagi kelanjutan study saya.

Tim penguji usulan penelitian, tim penilai naskah disertasi dan tim penguji pada ujian tahap akhir I yang terdiri Prof.H. Soeprapto As.,dr., DPH, Prof. H. Soedarto,dr., DTM&H., Ph.D., Prof. Eddy Pranowo Soedibjo, dr., MPH., Prof. H.A. Soeparmo, Drs., M.Sc., Prof. H. Wahyono Hadi, Ir.,M.Sc., PhD., Prof. Dr. H.J. Mukono, dr., M.S., MPH., Kuntoro, dr., MPH.,Dr.PH., Dr. H.Yulinah Trihadiningrum, M.App.Sc., Prof. Soemadi, Drs., Apt., Prof. Dr. H. Redjani, Drs., yang telah memberikan arahan dan masukan sehingga penelitian dan penyusunan disertasi ini dapat saya selesaikan. Dan secara khusus ucapan terima kasih disampaikan kepada Prof.H.A.Soeparmo, Drs., M.Sc yang pada saat menjelang penyelesaian studi ini banyak memberikan masukan, saran, dan arahan terutama dalam penggunaan istilah biologi.

Kepala Dinas Kebersihan dan Pemakaman Kotamadya Samarinda Sulaiman Sade, Drs dan mantan Kepala Dinas Islansyah, Drs yang telah memberikan izin untuk memasuki lokasi pembuangan akhir (TPA) sampah dan mengambil limbah CLTPA untuk diteliti.

Kepala Laboratorium Manajemen Perikanan Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman Mursidi, Ir., M.Si beserta stafnya yang telah membantu saya dalam berbagai kesulitan berkaitan dengan pelaksanaan penelitian.

Mahmudah, Ir., M.Kes dan Burhanudin Bahar, dr.,M.S sebagai teman saya yang banyak membantu dalam pengolahan data dan memberikan saran dan masukan yang bermanfaat.

Sudrajad, Drs., S.U dan isteri Sudiastuti, Dra.,S.U, teman saya dengan tulus meminjamkan aquarium, aerator dan peralatan lainnya yang diperlukan sehingga percobaan dapat terlaksana.

Abdul Majid, Drs teman saya dengan tulus membantu saya melaksanakan eksperimen ini dari awal sampai selesai, serumah saya di Surabaya Muh.Amir M, Drs.,M.Kes yang pada saat menjelang penyelesaian studi ini banyak memberikan dorongan dan masukan yang sangat berharga, sekali lagi saya sampaikan terima kasih.

Terima kasih yang sebesar-besarnya, rasa hormat dan penghargaan yang setinggi-tingginya saya haturkan kepada kedua orang tua saya, ayah Andi Muhammad Siji (almarhum) dan ibunda Hj. Andi Badrah atas semangat yang ditanamkan untuk menuntut ilmu setinggi-tingginya, doa restu dan dorongannya untuk mencapai cita-cita dan senantiasa bertaqwa kepada Tuhan Yang Maha Esa. Untuk semua jasa beliau sekali lagi saya sampaikan terima kasih.

Terima kasih kepada kakak saya H.Andi Makmur,Drs dan isteri H. Andi Nurmi Aziz, Dra serta kewanitaan saya Ardi Nihlani, Ir., M.S, Andi Usni, Andi Suswani dan Andi Riski Wahyuni atas kasih sayang, dorongan dan doanya. Semua itu merupakan kekuatan bagi saya dalam menyelesaikan pendidikan ini.

Akhirnya kepada isteri saya yang tercinta Arny Andi Ichrar, S.Pd, saya sampaikan rasa terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya atas doa, pengertian, pengorbanan, pengabdian, ketabahan dan kasih sayangnya yang diberikan selama ini terutama selama pendidikan pada Program S-3 secara khusus saya ucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya.

Kepada ketiga anak saya Andi Sulthan Afdaluddin Sompawali Ichrar, Andi Tenrisanna Ichrar dan Andi Anugerah Suci Ichrar yang tercinta atas segala pengertian, ketabahan dan dorongannya sehingga saya dapat berkonsentrasi menyelesaikan pendidikan ini. Kepada mereka tak lupa saya ucapkan terima kasih dan permintaan maaf yang setulus tulusnya atas pengorbanannya selama ini. Banyak waktu yang seharusnya saya gunakan untuk mereka, tetapi justru saya gunakan untuk menyelesaikan disertasi ini.

Kepada semua pihak yang ikut membantu dan mendukung selama masa pendidikan yang belum sempat saya sebutkan, saya ucapkan terima kasih.

Akhirnya dengan segala kerendahan hati saya sebagai manusia biasa mohon maaf atas segala kesalahan, semoga Tuhan Yang Maha Esa yang pengasih dan penyayang selalu melimpahkan karunia dan rahmatNya kepada kita semua, Amien !



RINGKASAN

Penelitian ini bertujuan mempelajari pengaruh *alum*, CaO dan Campuran CaO/*alum* sebagai reagen pada konsentrasi dan lama pendiaman tertentu terhadap pengurangan efek akut (EA) CLTPA pada *M. rosenbergii* dan menentukan pada konsentrasi dan lama pendiaman mana paling efektif dapat digunakan.

Penelitian ini dirancang untuk menjawab masalah penelitian, (1) apakah penambahan *alum* pada konsentrasi dan lama pendiaman tertentu berpengaruh dalam pengurangan EA CLTPA pada *M. rosenbergii*, (2) apakah penambahan CaO pada konsentrasi dan lama pendiaman tertentu berpengaruh dalam pengurangan EA CLTPA pada *M. rosenbergii* (3) apakah penambahan campuran CaO/*alum* (1:1) pada konsentrasi dan lama pendiaman tertentu berpengaruh dalam pengurangan EA CLTPA pada *M. rosenbergii*

Penelitian ini termasuk *pure experimental* dengan rancangan faktorial 6x5 terdiri atas dua faktor, yakni konsentrasi dan lama pendiaman. Faktor konsentrasi terdiri atas enam level, yakni: 0 ppm, 100 ppm, 200 ppm, 400 ppm, 800 ppm, 1600 ppm untuk *alum* dan CaO dan untuk CaO/*alum* 0 ppm/0 ppm, 100 ppm/100 ppm, 200 ppm/200 ppm, 400 ppm/400 ppm, 800 ppm/800 ppm dan 1600 ppm/1600 ppm. Faktor lama pendiaman terdapat lima level, yaitu: 0 menit, 15 menit, 30 menit, 60 menit dan 120 menit. Tiap perlakuan diberi ulangan tiga kali, sehingga untuk ketiga macam reagen terdapat 270 satuan percobaan.

Variabel yang diukur adalah tingkat kematian *M.rosenbergii*, dihitung dari jumlah yang mati dibagi jumlah pada awal percobaan dikali 100%. Pengamatan dilakukan setelah 15 menit pendedahan. Analisis data dengan program komputer SPSS for MS Windows Release 6.0 menggunakan anava satu jalur, uji pembandingan menggunakan LSD dan analisis deskriptif berupa tabel dan persentase.

Hasil penelitian menunjukkan, bahwa penambahan *alum* pada konsentrasi dan lama pendiaman tertentu, berpengaruh nyata dalam pengurangan EA CLTPA pada *M.rosenbergii*. Pada CLTPA konsentrasi *Alum* 400 ppm versus lama pendiaman 120 menit dan konsentrasi *alum* 800 ppm versus lama pendiaman 60 menit dan 120 menit merupakan perlakuan paling efektif, yakni dapat mereduksi EA sampai 100%, karena pengaruh faktor konsentrasi dan 100% karena pengaruh lama pendiaman.

Demikian juga pada penggunaan CaO dan campuran CaO/*alum* pada konsentrasi dan lama pendiaman tertentu, berpengaruh nyata dalam pengurangan EA CLTPA pada *M.rosenbergii*. Penggunaan CaO pada konsentrasi 800 ppm versus lama pendiaman 120 menit merupakan perlakuan paling efektif digunakan, karena dapat mereduksi EA sampai 84,21% karena pengaruh konsentrasi dan sebesar 75% karena pengaruh lama pendiaman. Berbeda pada campuran CaO/*alum* (1:1), di mana perlakuan paling efektif adalah pada lama pendiaman 120 menit versus 1600 ppm/1600 ppm dengan pengurangan EA masing-masing 76,12% disebabkan oleh pengaruh konsentrasi dan 73,33% disebabkan oleh pengaruh lama pendiaman.



Selain itu, diketahui bahwa terhadap ketiga macam reagen, makin panjang waktu pendiaman efeknya makin menurun dan meningkat jika pendiaman menurun. Berbeda dengan pengaruh konsentrasi, walaupun terhadap ketiga koagulan memberikan efek yang nyata terhadap pengurangan EA CLTPA, namun pada penggunaan *alum* dan CaO ada kecenderungan EA meningkat pada konsentrasi 1600 ppm. Namun pada campuran CaO/alum kecenderungan meningkat pada 1600 ppm/1600 ppm belum nampak (lihat tabel 5.3 sampai tabel 5.41).

Pengurangan EA jelas berkaitan dengan meningkatnya kualitas CLTPA karena menurunnya konsentrasi toksikan sebagai dampak dari pengendapan hasil koagulasi, flokulasi dan presipitasi yang dipercepat oleh reagen ditambahkan. Kematian udang diduga terjadi, karena sistem insang mengalami gangguan berupa iritasi atau kerusakan letal pada permukaan dan bagian dalam insang, serta penutupan permukaan insang oleh lendir yang timbul dari hasil sekresi karena insang bersentuhan dengan toksikan. Akibatnya, terjadi *aspixyia* yang berakibat pada kematian biota. Kematian dapat terjadi karena kebutuhan minimal oksigen untuk hidup tidak terpenuhi sebagai akibat dari merosotnya kemampuan insang dalam mengatur pertukaran gas.

Salah satu manfaat penelitian ini, menjadi informasi bagi pengembangan teknologi pengolahan air limbah umumnya dan khususnya CLTPA, tidak hanya pada TPA di daerah ketinggian tetapi juga pada TPA di dataran rendah dengan permukaan tanah yang rata.

Penelitian ini dilaksanakan di Kotamadya Samarinda pada bulan Juli 1998 tapi karena gangguan banjir, sehingga percobaan dihentikan untuk sementara dan dapat dilanjutkan kembali pada bulan Mey 1999. Percobaan dilaksanakan di laboratorium FKIP Universitas Mulawarman.

Sampel penelitian berupa CLTPA yang diambil dari TPA yang berlokasi di Jl. Pangeran Suryanata Kelurahan Air Putih Kecamatan Samarinda Ulu Kotamadya Samarinda. Sementara sampel udang diambil dari Sungai Mahakam dengan bantuan para nelayan. Besarnya sampel dalam penelitian ini, diperlukan sekitar 6 drum ukuran 200 liter atau sekitar 1200 liter tiap macam percobaan dan dua drum untuk keperluan aklimatisasi, seluruhnya 8 drum atau sekitar 1600 liter dan untuk sampel *M. rosenbergii* efektif diperlukan sekitar 2160 ekor tidak termasuk cadangan atau yang mati pada proses aklimatisasi.

ABSTRACT

Objective of this research is to know the effect of three types of reagents, that are alum, CaO, and CaO/alum (1:1) in certain concentration and retention time on the acute effect (EA) of CLTPA at *M. rosenbergii* (De Man) and to know which one is the most effective concentration and retention time.

The research was a pure experimental using factorial design 6x5 which involved two factors namely concentration and retention time. The concentration consisted of six levels for alum and CaO: 0 ppm, 100 ppm, 200 ppm, 400 ppm, 800 ppm, 1600 ppm; and mixture of CaO/alum (1:1): 0 ppm/0 ppm, 100 ppm/100 ppm, 200 ppm/200 ppm, 400 ppm/400 ppm, 800 ppm/800 ppm and 1600 ppm/1600 ppm. The retention time compared of five levels: 0 minute, 15 minutes, 30 minutes, 60 minutes, and 120 minutes. The variable measured was the level of EA calculated from number of acute prawn divided with the total number prawn at the beginning multiplied with 100%. The observation was performed 15 minutes after exposure time. Data were analysed using SPSS program for Windows Release 6.0 with anova one way, LSD test and descriptive analysis in form of tables and percentages.

The result showed that alum, CaO and mixture of CaO/alum (1:1) as the reagents in certain concentration and retention time had significant effect in reducing EA of CLTPA at the *M. rosenbergii* (De Man) at level of significance 5%.

For alum use, alum in ratios of 400 ppm/120 minutes, 800 ppm/60 minutes, 800 ppm/120 minutes were proved to be the most effective treatment, making them capable of reducing EA up to 100%, both due to effects of concentration and retention time. For CaO use, retention time of 120 minutes versus 800 ppm constituted the most effective treatment, capable of reducing EA by 84.21% resulting from effect of concentration and 75% because of retention time effect. Mixture of CaO/alum (1:1) in concentration of 1600 ppm/1600 ppm and retention time of 120 minutes were proved to be the most effective treatment in reduction of EA up to 76,12% by the effect of concentration and 73,33% by effect of retention time. From those similar treatments, it was found that either CaO or mixtures of CaO/alum were considered to be more effective way to reduce EA through its concentration effect rather than its retention time. The reduction was supposedly caused by the three reagents since a part of toxic deposit with sediment as the result of coagulation, flocculation and precipitation got accelerated by addition of reagent.

Key Words: Landfill Leachate (CLTPA), Coagulation, Flocculation, Precipitation, Adsorption, Asphyxia, Acute Effect