

**PENGARUH LIMBAH CANGKANG KERANG DARAH  
(*ANADARA GRANOSA*) SEBAGAI ADSORBEN DALAM  
MEREDUKSI LOGAM BERAT PB DAN CU DI INDUSTRI  
GALANGAN KAPAL**

**SKRIPSI**



Oleh:

**MUTIA CHANTIKA PUTRI**  
**NPM. 20034010081**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR  
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS  
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
SURABAYA  
2024**

**PENGARUH LIMBAH CANGKANG KERANG DARAH  
(ANADARA GRANOSA) SEBAGAI ADSORBEN DALAM  
MEREDUKSI LOGAM BERAT PB DAN CU DI INDUSTRI  
GALANGAN KAPAL**

**SKRIPSI**

**Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana Teknik**

**Pada Fakultas Teknik dan Sains Program Studi Teknik Lingkungan**

**Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur**



**Oleh:**

**MUTIA CHANTIKA PUTRI**  
**NPM. 20034010081**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR**

**FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS  
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
SURABAYA**

**2024**

**LEMBAR PERSETUJUAN**

**PENGARUH LIMBAH CANGKANG KERANG DARAH (*ANADARA GRANOSA*) SEBAGAI ADSORBEN DALAM MEREDUKSI LOGAM BERAT PB DAN CU DI INDUSTRI GALANGAN KAPAL**

**Disusun oleh:**

**MUTIA CHANTIKA PUTRI**

**NPM. 20034010081**

**Telah disetujui untuk mengikuti Ujian Penelitian/Verifikasi Artikel Ilmiah**


**Menyetujui,**

**PEMBIMBING I**

  
**Ir. Yavok Survo Perreho, M.S.**  
**NIP. 19600601 198703 1 001**

**Mengetahui,**

**Dekan Fakultas Teknik dan Sains  
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur**

  
**Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P.**  
**NIP. 19650403 199103 2 001**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**PENGARUH LIMBAH CANGKANG KERANG DARAH (*ANADARA GRANOSA*) SEBAGAI ADSORBEN DALAM MEREDUKSI LOGAM BERAT PB DAN CU DI INDUSTRI GALANGAN KAPAL**

**Disusun oleh:**

**MUTIA CHANTIKA PUTRI**

**NPM. 20034010081**

**Telah diuji kebenaran oleh Tim Penguji dan diterbitkan pada  
JSE : Jurnal Serambi Engineering (Terakreditasi SINTA 4)**

**Menyetujui,**

**PEMBIMBING**


**TIM PENGUJI**

**1. Ketua**

  
**Ir. Yavok Suryo Purnomo, M.S.**  
**NIP. 19600601 198703 1 001**

  
**Dr. Okik Hendrivanto C., S.T., M.T.**  
**NIPPPK. 19750717 202121 1 007**

**2. Anggota**

  
**Raden Kokoh Haryo P., S.T., M.T.**  
**NIP. 19900905 201903 1 026**

**Mengetahui,**

**Dekan Fakultas Teknik dan Sains  
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur**

  
**Prof. Dr. Dra. Jarivah, M.P.**  
**NIP. 19650403 199103 2 001**



**LEMBAR REVISI**

**PENGARUH LIMBAH CANGKANG KERANG DARAH (*ANADARA GRANOSA*) SEBAGAI ADSORBEN DALAM MEREDUKSI LOGAM BERAT PB DAN CU DI INDUSTRI GALANGAN KAPAL**

**Disusun oleh:**

**MUTIA CHANTIKA PUTRI**

**NPM. 20034010081**

**Telah direvisi dan disahkan pada tanggal .....**

**TIM PENILAI**

**KEPUA**

**ANGGOTA**

  
**Dr. Olik Hendriyanto C., S.T., M.T.**  
**NIPPPK. 19750717 202121 1 007**

  
**Raden Kekoh Harvo P., S.T., M.T.**  
**NIP. 19900905 201903 1 036**

## SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Mutia Chantika Putri  
NPM : 20034010081  
Fakultas : Teknik dan Sains  
Program Studi : Teknik Lingkungan  
Email : 20034010081@student.upnjatim.ac.id  
Judul Skripsi : Pengaruh Limbah Cangkang Kerang Darah (*Anadara granosa*) sebagai Adsorben dalam Mereduksi Logam Berat Pb dan Cu di Industri Galangan Kapal

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Hasil karya yang saya serahkan ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik baik di UPN "Veteran" Jawa Timur maupun di institusi pendidikan lainnya.
2. Hasil karya saya ini merupakan gagasan, rumusan, dan hasil pelaksanaan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan dari pihak lain kecuali arahan pembimbing akademik.
3. Hasil karya saya ini merupakan hasil revisi terakhir setelah diujikan yang telah diketahui dan disetujui oleh pembimbing.
4. Dalam karya saya ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis dan dipublikasikan orang lain, kecuali yang digunakan sebagai acuan dalam naskah dengan menyebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya. Apabila di kemudian hari terbukti ada penyimpangan yang ketidakbenaran dalam pernyataan ini maka saya bersedia menerima konsekuensi apapun, sesuai dengan ketentuan yang berlaku di UPN "Veteran" Jawa Timur.

Surabaya, 05 Desember 2024



(Mutia Chantika Putri)

## KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT Tuhan Yang Maha Esa, yang telah memberikan limpahan rahmat, hidayah dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi yang berjudul “Pengaruh Limbah Cangkang Kerang Darah (*Anadara granosa*) sebagai Adsorben dalam Mereduksi Logam Berat Pb dan Cu di Industri Galangan Kapal” ini dengan baik. Dalam penyusunan laporan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Akhmad Fauzi, MMT., IPU selaku Rektor Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Ibu Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P., selaku Dekan Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Ibu Firra Rosariawari, S.T., M.T. selaku Koordinator Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
4. Bapak Ir. Yayok Suryo Purnomo, M.S. selaku dosen pembimbing, terima kasih atas kesediaan, kesabaran, dan ilmu yang diberikan dalam proses bimbingan.
5. Bapak Dr. Okik Hendriyanto Cahyonugroho, S.T., M.T., dan Bapak Raden Kokoh Haryo Putro, S.T., M.T. selaku dosen penguji yang telah memberi kritik dan saran pada karya tulis ini.
6. Ayahanda (alm) Muhid dan Ibunda Mastiruha, yang telah memberikan kepercayaan terhadap penulis terhadap jalan yang penulis tempuh, membesarkan dan mendidik penulis dengan penuh kasih sayang, dan juga memberikan dukungan, serta doa. Terima kasih telah menjadi orang tua yang selalu mengusahakan segala sesuatu yang terbaik untuk penulis. Semoga jalan ini menjadi pintu awal untuk mewujudkan salah satu cita-cita terbesar penulis yaitu dapat mengangkat derajat kedua orang tua.
7. Muhammad Aliffitrah R.P. yang selalu sabar menemani, memberikan saran masukan, dukungan, serta turut membantu penulis selama proses penelitian. Terima kasih telah menjadi bagian dari perjalanan hidup penulis serta

berkontribusi banyak dalam penulisan karya tulis ini, baik tenaga maupun waktu kepada penulis.

8. Mar'atus Sholikhah dan Adinda Rahmatanti yang telah memberikan dukungan dan selalu membantu satu sama lain selama proses perkuliahan hingga saat penyusunan karya tulis ini.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penulisan karya tulis ini, sehingga penulis secara terbuka menerima saran dan kritik dari pembaca agar laporan mendatang dapat mencapai kesempurnaan dan bisa menjadi referensi yang baik bagi pembaca.

Surabaya, 05 Desember 2024

Penulis



## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR .....	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	vii
ABSTRAK .....	viii
<i>ABSTRACT</i> .....	ix
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Lingkup Penelitian .....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1 Pencemaran Logam dalam Perairan .....	5
2.2 Logam Berat Pencemar Air .....	6
2.2.1 Timbal (Pb) .....	8
2.2.2 Tembaga (Cu).....	10
2.3 Kerang Darah ( <i>Anadara granosa</i> ) .....	11
2.3.1 Kitosan pada Cangkang Kerang Darah .....	14
2.4 Adsorpsi.....	15
2.5 Jenis-Jenis Adsorpsi .....	16
2.6 Faktor yang Mempengaruhi Proses Adsorpsi .....	17
2.6.1 Isoterm Adsorpsi .....	20
2.7 Adsorben .....	22
2.8 Hasil Penelitian Sebelumnya.....	23
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	26
3.1 Kerangka Penelitian .....	26
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian .....	28
3.3 Bahan dan Alat .....	28
3.3.1 Bahan.....	28

3.3.1	Alat.....	28
3.4	Tahapan Penelitian .....	29
3.5	Cara Kerja.....	29
3.5.1	Pengambilan Sampel Air.....	29
3.5.2	Persiapan Cangkang Kerang Darah ( <i>Anadara granosa</i> ) menjadi Adsorben .....	29
3.5.3	Persiapan Proses Adsorpsi .....	29
3.5.4	Diagram Alir Analisa Adsorpsi Logam Pb dan Cu dengan Kitosan Cangkang Kerang Darah ( <i>Anadara granosa</i> ) .....	31
3.6	Variabel Penelitian .....	33
3.6.1	Variabel Bebas .....	33
3.6.2	Variabel Tetap.....	33
3.6.2	Parameter Uji .....	33
3.7	Analisis Data .....	33
3.7.1	Analisis Derajat Deasetilasi .....	33
3.7.2	Analisis Proses Adsorpsi.....	34
3.7.3	Analisis Pemodelan Isotherm.....	34
3.8	Jadwal Kegiatan .....	36
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....		39
4.1	Pengaruh Derajat Deasetilasi Kitosan Cangkang Kerang Darah .....	39
4.1.1	Proses Pembuatan Adsorben Cangkang Kerang Darah .....	39
4.1.1.1	Proses Tahap Demineralisasi .....	39
4.1.1.2	Proses Tahap Deproteinasi.....	40
4.1.1.3	Proses Tahap Deasetilasi .....	41
4.1.2	Analisis Derajat Deasetilasi Kitosan.....	42
4.2	Efisiensi Kemampuan Cangkang Kerang Darah dalam Mereduksi Logam Pb dan Cu .....	47
4.2.1	Penyisihan Logam Berat Pb dan Cu .....	47
4.2.2	Analisis ANOVA Two Way .....	52
4.2.2.1	Interpretasi Output Analysis of Variance (ANOVA) Two Way – Logam Pb .....	55

4.2.2.2	Interpretasi Output Analysis of Variance (ANOVA) Two Way – Logam Cu .....	60
4.3	Isotherm Adsorpsi Pb <sup>2+</sup> dan Cu <sup>2+</sup> dengan menggunakan Cangkang Kerang Darah ( <i>Anadara granosa</i> ) sebagai Adsorben.....	64
4.3.1	Isotherm Adsorpsi Pb <sup>2+</sup> .....	65
4.3.2	Isotherm Adsorpsi Cu <sup>2+</sup> .....	69
4.3.3	Perhitungan Kapasitas Adsorpsi .....	72
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN .....	73
5.1	Kesimpulan.....	73
5.2	Saran .....	73
DAFTAR PUSTAKA	.....	74
LAMPIRAN A	.....	79
LAMPIRAN B	.....	81
LAMPIRAN C	.....	82
LAMPIRAN D	.....	114

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Penggolongan Ion-Ion Logam Berdasarkan Toksisitas .....	8
<b>Tabel 2.2</b> Hasil Penelitian Terdahulu .....	23
<b>Tabel 3.1</b> Data Pengamatan Penelitian .....	35
<b>Tabel 3. 2</b> Jadwal Kegiatan .....	36
<b>Tabel 3. 3</b> Rencana Anggaran Biaya Penelitian .....	37
<b>Tabel 4. 1</b> Hasil Uji Spektra Kitosan.....	44
<b>Tabel 4. 2</b> Spesifikasi Adsorben.....	46
<b>Tabel 4.3</b> Hasil Persentase Penyisihan Logam Pb dan Cu .....	47
<b>Tabel 4. 4</b> Hasil Analisis Model Isotherm Adsorpsi Pb <sup>2+</sup> .....	67
<b>Tabel 4. 5</b> Hasil Analisis Model Isotherm Adsorpsi Cu <sup>2+</sup> .....	70

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> Timbal (Pb).....	9
<b>Gambar 2.2</b> Tembaga .....	11
<b>Gambar 2.3</b> Limbah Cangkang Kerang Darah .....	13
<b>Gambar 2.4</b> Struktur Senyawa Kitosan .....	14
<b>Gambar 2.5</b> Skema Ilustrasi dari Fleksibilitas Kitosan .....	15
<b>Gambar 2.6</b> Mekanisme Adsorpsi .....	16
<b>Gambar 3.1</b> Bagan Kerangka Penelitian.....	26
<b>Gambar 3.2</b> Diagram Alir Penelitian .....	27
<b>Gambar 3.3</b> Proses Running Adsorpsi.....	31
<b>Gambar 3.4</b> Diagram Alir Proses Pembuatan Kitosan dari Kitin Cangkang Kerang Darah ( <i>Anadara granosa</i> ) .....	32
<b>Gambar 3.5</b> Diagram Alir Proses Adsorpsi .....	33
<b>Gambar 4. 1</b> Hasil uji FTIR (a) Adsorben sampel A (Komersil); (b)Adsorben sampel B (Non Komersil) .....	43
<b>Gambar 4. 2</b> Hubungan Kecepatan Pengadukan dan Massa Adsorben terhadap Persentase Penyisihan (a) Logam Cu - Adsorben Non Komersil; (b) Logam Cu - Adsorben Komersil; (c) Logam Pb - Adsorben Non Komersil; (d) Logam Pb - Adsorben Komersil .....	50
<b>Gambar 4. 3</b> Model Langmuir Adsorpsi $Pb^{2+}$ dengan Adsorben Cangkang Kerang Darah Komersil ; 2,0 gram.....	66
<b>Gambar 4. 4</b> Model Freundlich Adsorpsi $Pb^{2+}$ dengan Adsorben Cangkang Kerang Darah Komersil ; 2,0 gram.....	66
<b>Gambar 4. 5</b> Model Langmuir Adsorpsi $Cu^{2+}$ dengan Adsorben Cangkang Kerang Darah Komersil ; 2,0 gram.....	69
<b>Gambar 4. 6</b> Model Freundlich Adsorpsi $Cu^{2+}$ dengan Adsorben Cangkang Kerang Darah Komersil ; 2,0 gram.....	70

## ABSTRAK

### PENGARUH LIMBAH CANGKANG KERANG DARAH (ANADARA GRANOSA) SEBAGAI ADSORBEN DALAM MEREDUKSI LOGAM BERAT PB DAN CU DI INDUSTRI GALANGAN KAPAL

MUTIA CHANTIKA PUTRI

NPM 20034010081

Industri galangan kapal berpotensi menghasilkan limbah cair yang mengandung logam berat yang berasal dari aktivitas pengecatan kapal, pengelasan, dan pemotongan rangka. Apabila logam berat tersebut terakumulasi di perairan dalam jangka waktu yang lama maka akan bersifat toksik bagi ekosistem laut. Adsorpsi menggunakan adsorben alami limbah cangkang kerang darah dapat digunakan untuk mengatasi masalah ini. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis efisiensi adsorben cangkang kerang darah komersil dan non komersil dalam mereduksi logam Pb dan Cu air limbah Industri Galangan Kapal. Selain itu, untuk menganalisis pengaruh derajat deasetilasi dan menganalisis isotherm adsorpsi  $Pb^{2+}$  dan  $Cu^{2+}$  dengan menggunakan adsorben Cangkang Kerang Darah (*Anadara granosa*). Media yang digunakan pada penelitian ini yakni adsorben cangkang kerang darah komersil dan non-komersil. Sedangkan, variabel yang digunakan pada penelitian ini adalah 0,5 gram; 1,0 gram; 1,5 gram; 2,0 gram. Selain itu, penelitian ini juga menggunakan variasi kecepatan pengadukan yakni 90 rpm, 100 rpm, 110 rpm, dan 120 rpm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari kedua adsorben yang digunakan, hasil terbaik yaitu dengan penggunaan adsorben cangkang kerang darah komersil sebesar 2,0 gram dengan kecepatan pengadukan 110 rpm yakni sebesar Pb 92,65% dan Cu 87,58%, dengan nilai derajat deasetilasi kitosan terbaik yakni dengan cangkang kerang darah komersil sebesar 77,3%, serta model isotherm yang cocok digunakan yakni isotherm Freundlich.

**Kata Kunci:** Adsorpsi, Pb, Cu, Cangkang Kerang Darah.

## **ABSTRACT**

### ***THE EFFECT OF BLOOD CRUSH SHELL WASTE (ANADARA GRANOSA) AS AN ADSORBENT IN REDUCING HEAVY METALS PB AND CU IN THE SHIPYARD INDUSTRY***

**MUTIA CHANTIKA PUTRI**

**NPM 20034010081**

*The shipyard industry has the potential to produce liquid waste containing heavy metals from ship painting, welding, and frame cutting activities. If these heavy metals accumulate in the waters for a long time, they will be toxic to the marine ecosystem. Adsorption using natural adsorbents of blood clam shell waste can be used to overcome this problem. The purpose of this study was to analyze the efficiency of commercial and non-commercial blood clam shell adsorbents in reducing Pb and Cu metals in Shipyard Industry wastewater. In addition, to analyze the effect of the degree of deacetylation and analyze the adsorption isotherm of Pb<sup>2+</sup> and Cu<sup>2+</sup> using Blood Clam Shell (Anadara granosa) adsorbents. The media used in this study were commercial and non-commercial blood clam shell adsorbents. Meanwhile, the variables used in this study were 0.5 grams; 1.0 grams; 1.5 grams; 2.0 grams. In addition, this study also used variations in stirring speed, namely 90 rpm, 100 rpm, 110 rpm, and 120 rpm. The results of the study showed that of the two adsorbents used, the best results were obtained using commercial blood clam shell adsorbent of 2.0 grams with a stirring speed of 110 rpm, namely Pb 92.65% and Cu 87.58%, with the best chitosan deacetylation degree value, namely with commercial blood clam shell of 77.3%, and the isotherm model that is suitable for use is the Freundlich isotherm.*

**Keywords:** Adsorption, Pb, Cu, Blood Clam Shell.