

**PEMANFAATAN CANGKANG KERANG TAHU (*Meretrix meretrix*) TERKALSINASI 600°C SEBAGAI ADSORBEN  
UNTUK PENYISIHAN KADAR Pb (II) PADA LIMBAH CAIR  
SINTETIS**

**SKRIPSI**



**RIFQA DYAH PUSPITA**

**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK LINGKUNGAN  
DEPARTEMEN BIOLOGI  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS AIRLANGGA  
2022**

**PEMANFAATAN CANGKANG KERANG TAHU (*Meretrix meretrix*) TERKALSINASI 600°C SEBAGAI ADSORBEN  
UNTUK PENYISIHAN KADAR Pb (II) PADA LIMBAH CAIR  
SINTETIS**

**SKRIPSI**



**RIFQA DYAH PUSPITA**

**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK LINGKUNGAN  
DEPARTEMEN BIOLOGI  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS AIRLANGGA  
2022**

**PEMANFAATAN CANGKANG KERANG TAHU (*Meretrix meretrix*) TERKALSINASI 600°C SEBAGAI ADSORBEN  
UNTUK PENYISIHAN KADAR Pb (II) PADA LIMBAH CAIR  
SINTETIS**

**SKRIPSI**

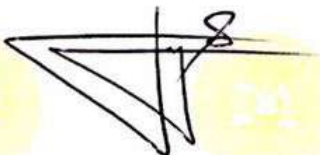
Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik Bidang Teknik Lingkungan pada  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Airlangga

Oleh:

Rifqa Dyah Puspita  
NIM. 081811133028

Disetujui oleh,

Pembimbing I



Dr. Eko Prasetyo Kuncoro, S.T., DEA.  
NIP. 197508302008121001

Pembimbing II



Dr. Handoko Darmokoesomo, Drs., DEA.  
NIP. 196211021988101001

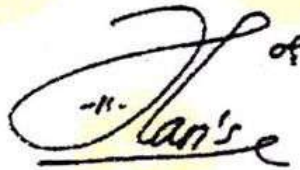
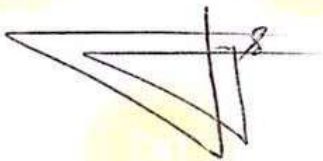
### LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI

Judul : Pemanfaatan Cangkang Kerang Tahu (*Meretrix meretrix*)  
Terkalsinasi 600°C Untuk Sebagai Adsorben Penyisihan  
Kadar Pb (II) Pada Limbah Cair Sintetis  
Penyusun : Rifqa Dyah Puspita  
NIM : 081811133028  
Pembimbing I : Dr. Eko Prasetyo Kuncoro, S.T., DEA.  
Pembimbing II : Dr. Handoko Darmokoesomo, Drs., DEA.

Disetujui oleh,

Pembimbing I

Pembimbing II



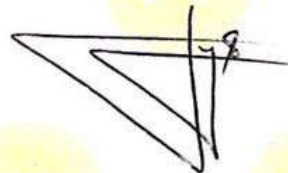
Dr. Eko Prasetyo Kuncoro, S.T., DEA.  
NIP. 197508302008121001

Dr. Handoko Darmokoesomo, Drs., DEA.  
NIP. 196211021988101001

Mengetahui,

Ketua Departemen Biologi Fakultas  
Sains dan Teknologi Universitas  
Airlangga

Koordinator Program Studi S1 Teknik  
Lingkungan, Departemen Biologi  
Fakultas Sains dan Teknologi



Prof. Dr. Sri Puji Astuti W., M.Si.  
NIP. 196602201992032001

Dr. Eko Prasetyo Kuncoro, S.T., DEA.  
NIP. 197508302008121001

## LEMBAR PERNYATAAN ORISINILITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Rifqa Dyah Puspita

NIM : 081811133028

Program Studi : Teknik Lingkungan

Fakultas : Sains dan Teknologi

Universitas : Universitas Airlangga

Jenjang : Sarjana (S-1)

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan kegiatan plagiat dalam penulisan skripsi yang berjudul:

**PEMANFAATAN CANGKANG KERANG TAHU (*Meretrix meretrix*)  
TERKALSINASI 600°C SEBAGAI ADSORBEN UNTUK PENYISIHAN  
KADAR Pb (II) PADA LIMBAH CAIR SINTETIS**

Apabila suatu saat nanti terbukti melakukan tindakan plagiat, maka saya akan menerima sanksi yang telah diterapkan.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, April 2022



Rifqa Dyah Puspita

NIM. 081811133028

## **PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI**

Skripsi ini tidak dipublikasikan, namun tersedia di perpustakaan dalam lingkungan Universitas Airlangga, diperkenankan untuk dipakai sebagai referensi kepustakaan, tetapi pengutipan harus seizin penyusun dan atau harus menyebutkan sumbernya sesuai kebiasaan ilmiah dan kelaziman menyitir atau menyalin pendapat penulis lainnya. Dokumen skripsi ini merupakan hak milik Universitas Airlangga.

## PRAKATA

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga dapat menyelesaikan penulisan naskah skripsi yang berjudul **“Pemanfaatan Cangkang Kerang Tahu (*Meretrix meretrix*) Terkalsinasi 600°C Sebagai Adsorben Untuk Penyisihan Kadar Pb (II) Pada Limbah Cair Sintetis”**. Dalam naskah skripsi yang tertulis terdiri dari beberapa bab, yaitu bab pendahuluan, tinjauan pustaka, metode penelitian, pembahasan, kesimpulan dan dilengkapi dengan daftar pustaka. Setiap isi dan bab yang terlampir pada naskah skripsi tersusun secara komprehensif dalam membahas pemanfaatan cangkang kerang tahu (*Meretrix meretrix*) terkalsinasi 600°C sebagai adsorben untuk menurunkan kadar Pb (II) pada limbah cair sintetis. Kajian ini diharapkan dapat memberikan manfaat berupa solusi alternatif dalam permasalahan lingkungan baik untuk masyarakat, instansi dan industri.

Naskah skripsi ini dibuat sebagai syarat wajib yang digunakan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) di bidang Teknik Lingkungan. Naskah skripsi telah disusun sesuai dengan ketentuan teknis penyusunan naskah skripsi. Acuan yang digunakan sebagai ketentuan teknis yaitu yang dimiliki oleh Program Studi S1 Teknik Lingkungan, Departemen Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga.

Penyusunan naskah skripsi ini tentu tidak lepas dari hambatan dan kesulitan. Adanya bimbingan, bantuan, arahan, saran dan kerja sama dari berbagai pihak, sehingga segala hambatan dan kesulitan yang dihadapi dapat terselesaikan dengan baik. Penyusun sangat menyadari bahwa naskah skripsi ini jauh dari kata sempurna, sehingga penyusun memohon maaf apabila masih terdapat kesalahan dalam penyusunan naskah skripsi ini. Kesalahan yang sering terjadi, yaitu seperti kesalahan dalam penulisan nama, istilah, tanda baca dan masih banyak lagi. Kritik dan saran yang membangun dari pembaca akan sangat dibutuhkan untuk membantu memperbaiki naskah skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat diterima dan memiliki manfaat sesuai dengan tujuan dan peruntukannya.

Surabaya, April 2022

Penyusun,



Rifqa Dyah Puspita

## UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT karena atas karunia serta rahmatnya penyusun dapat menyelesaikan naskah skripsi dengan baik. Naskah skripsi ini tidak dapat diselesaikan tanpa adanya bimbingan, bantuan, dan doa dari berbagai pihak yang sangat membantu penyusun. Oleh karena itu, izinkan penyusun menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Dr. Eko Prasetyo Kuncoro, S.T., DEA selaku Koordinator Program Studi S-1 Teknik Lingkungan, Universitas Airlangga dan selaku pembimbing I yang telah banyak memberikan bimbingan, saran serta dukungan terkait penyusunan skripsi.
2. Dr. Handoko Darmokoesomo, Drs., DEA., selaku pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, saran serta dukungan terkait penyusunan skripsi.
3. Dra. Thin Soedarti, CESA., selaku penguji III yang telah memberikan saran dan masukan terkait penyusunan skripsi.
4. Muhammad Fauzul Imron, S.T., M.T. selaku penguji IV yang telah memberikan saran dan masukan terkait penyusunan skripsi.
5. Prof. Dr. Hj. Sri Puji Astuti W., M.Si., selaku Ketua Departemen Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga yang telah memberikan fasilitas terkait penyusunan skripsi.
6. Seluruh dosen Teknik Lingkungan, Universitas Airlangga yang telah memberikan banyak ilmu, arahan, motivasi dan bantuan dalam setiap kegiatan penyusunan skripsi.
7. Alm. Bapak Armin dan Ibu Titah selaku orang tua penyusun yang selalu memberikan dukungan baik materi maupun non materi, serta doa yang tidak pernah putus selama kegiatan perkuliahan hingga penyusunan skripsi.
8. Ulfa Armita Zahra dan Humaira Putri selaku saudara kandung saya, yang selalu menemani dan memberikan dukungan selama kegiatan penyusunan skripsi.

9. Rekan tim adsorpsi yaitu Mayang, Aldo, Amira dan Aldi yang selalu saling memberikan dukungan dan berbagi ilmu selama kegiatan penelitian dan penyusunan skripsi.
10. Nada, Tika, Azzahra dan Ika yang telah memberikan dukungan penuh selama menempuh studi di Teknik Lingkungan, Universitas Airlangga.
11. Seluruh rekan angkatan “EV-11” yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu yang selalu saling memberikan dukungan, energi positif dan kebahagiaan selama studi di Teknik Lingkungan, Universitas Airlangga hingga penyusunan skripsi.
12. Seluruh karyawan dan laboran Departemen Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga yang telah memberikan bantuan selama kegiatan penelitian skripsi.
13. Group SEVENTEEN, NCT, dan Idol lainnya yang selalu menemani menjadi playlist saya dalam kegiatan penelitian dan penyusunan skripsi.
14. Semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan namanya satu persatu yang telah banyak memberikan dukungan, dorongan dan bantuan dalam penelitian dan penyusunan skripsi.

Penyusunan dan penulisan skripsi tidak lepas dari bantuan, arahan, bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak yang diberikan kepada penyusun. Penyusun ingin menyampaikan terima kasih kepada berbagai pihak yang terkait yang telah membantu secara langsung maupun tidak langsung dalam menyelesaikan naskah skripsi. Penyusun juga menyampaikan mohon maaf apabila terdapat kesalahan dalam penyusunan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penyusun dan pembacanya. Terima Kasih.

Surabaya, April 2022

Penyusun,

Rifqa Dyah Puspita

Puspita, R. D., 2022. Pemanfaatan Cangkang Kerang Tahu (*Meretrix meretrix*) Terkalsinasi 600°C Untuk Sebagai Adsorben Penyisihan Kadar Pb (II) Pada Limbah Cair Sintetis. Skripsi ini di bawah bimbingan Dr. Eko Prasetyo Kuncoro, S.T., DEA. dan Dr. Handoko Darmokoesomo, Drs., DEA. Program Studi Teknik Lingkungan, Departemen Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga.

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik adsorben cangkang kerang tahu (*Meretrix meretrix*) berdasarkan uji pH *point of zero charge* (pHpzc), *Thermo Gravimetric Analysis* (TGA), *Fourier Transform Infra Red* (FTIR), dan *X-Ray Diffraction* (XRD), perbedaan dan nilai optimum efisiensi adsorpsi ion Pb (II) berdasarkan variasi pH dan waktu kontak, serta model kinetika adsorpsi ion Pb (II). Percobaan dilakukan dalam skala laboratorium dengan metode *batch*. Variasi pH yang digunakan dalam menentukan pH optimum dalam penelitian ini adalah 2; 3; 4; dan 5, sedangkan variasi waktu kontak yang digunakan adalah 5; 10; 30; 45; 90; 120; dan 180 menit. Hasil penelitian menunjukkan karakterisasi pada adsorben cangkang kerang tahu berdasarkan analisis pHpzc yaitu 9,5. Hasil uji karakteristik analisis TGA pada adsorben cangkang kerang tahu menunjukkan pada suhu 600 - 804°C yang merupakan fase dekomposisi CaCO<sub>3</sub> menjadi CaO serta materi lain, hasil uji FTIR menunjukkan adanya kandungan CaCO<sub>3</sub> pada panjang gelombang 1.392 cm<sup>-1</sup> baik sebelum maupun sesudah adsorpsi dan hasil uji XRD sebelum adsorpsi terdapat kandungan CaCO<sub>3</sub> berbentuk kalsit serta tidak mengalami perubahan kristalinitas yang signifikan pada adsorben setelah adsorpsi. Hasil penelitian menunjukkan terdapat beda efisiensi adsorpsi ion Pb (II) variasi pH pada limbah cair sintetis dengan menggunakan adsorben cangkang kerang tahu yang memiliki nilai pH optimum yaitu pada pH 5 yang dengan efisiensi sebesar 69,72%, sedangkan berdasarkan variasi lama waktu kontak dan nilai waktu kontak optimum didapatkan yaitu pada pengontakan 120 menit dengan efisiensi sebesar 97,07%. Model kinetika adsorpsi yang sesuai dengan efisiensi adsorpsi ion Pb (II) adalah model kinetika adsorpsi *Pseudo* orde dua dengan nilai koefisien determinasi (R<sup>2</sup>) sebesar 0,9528 dengan kombinasi difusi intra partikel dan difusi eksternal. Sehingga cangkang kerang tahu dapat dijadikan sebagai adsorben.

**Kata Kunci:** Adsorpsi, Pb (II), Kerang tahu (*Meretrix meretrix*), Model Kinetika.

*Puspita, R. D., 2022. Utilization of White Cockle Shells (Meretrix meretrix) Calcined 600°C as Adsorbent for Removal of Heavy Metal Pb (II) in Synthetic Liquid Waste. This thesis was supervised by Dr. Eko Prasetyo Kuncoro, ST, DEA. and Dr. Handoko Darmokoesomo, Drs., DEA. Environmental Engineering, Department of Biology, Faculty of Science and Technology, Universitas Airlangga.*

---

### ABSTRACT

*The purpose of this research was to determine the characteristics of Tofu Clam shell (Meretrix meretrix) as adsorbent based on pH point of zero charge (pHpzc), Thermo Gravimetric Analysis (TGA), Fourier Transform Infrared (FTIR), and X-Ray Diffraction (XRD) tests. To determine the difference and optimum value of the adsorption efficiency of Pb (II) based on variation in pH and contact time, and to determine the adsorption kinetics model of Pb (II). The experiment was carried out on a laboratory scale with batch method. The pH variations used in this study to determine the optimum pH were 2; 3; 4; and 5, while the contact time variations used were 5; 10; 30; 45; 90; 120; and 180 minutes. Based on the pHpzc analysis, the value of the characterization test on the Tofu Calm shells adsorbent was 9.5. The results of the TGA analysis characteristic test showed that at a temperature of 600 - 804°C which is the decomposition phase of CaCO<sub>3</sub> into CaO and other materials that are evaporated, the results of the FTIR test show the content of CaCO<sub>3</sub> at a wavelength of 1.392 cm<sup>-1</sup> both before and after adsorption process and based on XRD test results showed in adsorbent there is CaCO<sub>3</sub> content. There is a difference in the adsorption efficiency of Pb (II) in pH variations in synthetic wastewater using Tofu Calm shells as adsorbent which has an optimum pH value at pH 5 with an efficiency of 69,72%. While based on variations in contact time, the optimum was obtained at 120 minutes of contact with an efficiency of 97,07%. Based on adsorption kinetics model in this study followed the second order pseudo adsorption kinetics equation with a determination coefficient (R<sup>2</sup>) 0,9528 combination of intra-particle diffusion and external diffusion. So that the Tofu Calm Shell can be used as adsorbent raw materials.*

**Key Word:** *Adsorption, Pb (II), Tofu Calm shells, kinetics model.*

## DAFTAR ISI

|                                                                                              |      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| HALAMAN JUDUL.....                                                                           | i    |
| HALAMAN PERNYATAAN .....                                                                     | ii   |
| LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI.....                                                        | iii  |
| LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS .....                                                         | iv   |
| PRAKATA.....                                                                                 | vi   |
| UCAPAN TERIMA KASIH.....                                                                     | vii  |
| ABSTRAK.....                                                                                 | ix   |
| <i>ABSTRACT</i> .....                                                                        | x    |
| DAFTAR ISI.....                                                                              | xi   |
| DAFTAR GAMBAR .....                                                                          | xiii |
| DAFTAR TABEL.....                                                                            | xiv  |
| DAFTAR LAMPIRAN.....                                                                         | xv   |
| BAB I PENDAHULUAN.....                                                                       | 1    |
| 1.1 Latar Belakang .....                                                                     | 1    |
| 1.2 Rumusan Masalah Penelitian .....                                                         | 8    |
| 1.3 Asumsi Penelitian.....                                                                   | 8    |
| 1.4 Hipotesis Penelitian.....                                                                | 9    |
| 1.5 Tujuan Penelitian.....                                                                   | 10   |
| 1.6 Manfaat Penelitian.....                                                                  | 10   |
| 1.7 Batasan Masalah Penelitian.....                                                          | 11   |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....                                                                 | 12   |
| 2.1 Pencemaran Akibat Logam Berat dalam Perairan.....                                        | 12   |
| 2.2 Logam Berat .....                                                                        | 14   |
| 2.3 Timbal (Pb(II)) .....                                                                    | 15   |
| 2.3.1 Sumber Timbal (Pb(II)) .....                                                           | 16   |
| 2.3.2 Keberadaan Timbal (Pb(II)) dalam Perairan .....                                        | 17   |
| 2.3.3 Dampak Timbal (Pb(II)) bagi Lingkungan dan Kesehatan .....                             | 18   |
| 2.4 Adsorpsi.....                                                                            | 20   |
| 2.4.2 Metode Adsorpsi.....                                                                   | 22   |
| 2.4.3 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Adsorpsi.....                                          | 23   |
| 2.4.4 Kinetika Adsorpsi .....                                                                | 25   |
| 2.5 Adsorben .....                                                                           | 27   |
| 2.6 Kerang tahu ( <i>Meretrix meretrix</i> ) .....                                           | 28   |
| 2.8 Penelitian Terdahulu Pemanfaatan Cangkang Kerang Tahu ( <i>Meretrix meretrix</i> ) ..... | 30   |
| BAB III METODE PENELITIAN.....                                                               | 34   |
| 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian .....                                                        | 34   |
| 3.1.1 Tempat Penelitian .....                                                                | 34   |
| 3.1.2 Waktu Penelitian.....                                                                  | 35   |
| 3.2 Alat dan Bahan Penelitian .....                                                          | 35   |
| 3.2.1 Alat Penelitian.....                                                                   | 35   |
| 3.2.1 Bahan Penelitian .....                                                                 | 35   |
| 3.3 Variabel Penelitian .....                                                                | 36   |
| 3.4 Cara Kerja Penelitian.....                                                               | 36   |

|                                                                                                                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.4.1 Studi Literatur .....                                                                                                                               | 38 |
| 3.4.2 Persiapan Alat dan Bahan .....                                                                                                                      | 38 |
| 3.4.3 Penentuan pH Optimum untuk Adsorpsi Pb (II) .....                                                                                                   | 42 |
| 3.4.4 Penentuan Waktu Kontak Optimum untuk Adsorpsi Pb (II) .....                                                                                         | 43 |
| 3.4.5 Uji Karakteristik Adsorben Cangkang Kerang Tahu ( <i>Meretrix meretrix</i> )<br>pHpzc, FTIR, TGA dan XRD Sebelum dan Sesudah Adsorpsi Pb(II). ..... | 45 |
| 3.5 Analisis Data Deskriptif dan Statistik .....                                                                                                          | 48 |
| 3.5.1 Perhitungan Efisiensi Adsorpsi Pb (II) .....                                                                                                        | 48 |
| 3.5.2 Penentuan Model Kinetika Adsorpsi .....                                                                                                             | 48 |
| 3.5.3 Analisis Deskriptif .....                                                                                                                           | 49 |
| 3.5.4 Analisis Statistik .....                                                                                                                            | 49 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....                                                                                                                         | 51 |
| 4.1 Adsorben Cangkang Kerang Tahu ( <i>Meretrix meretrix</i> ) .....                                                                                      | 51 |
| 4.2 Karakteristik Adsorben Berdasarkan Analisis pH <i>Point of Zero Charge</i><br>(pHpzc) .....                                                           | 54 |
| 4.3 Karakteristik Adsorben Berdasarkan Analisis <i>Thermo Gravimetric Analysis</i><br>(TGA) .....                                                         | 55 |
| 4.4 Adsorpsi Pb (II) Berdasarkan Variasi pH .....                                                                                                         | 58 |
| 4.5 Adsorpsi Pb (II) Berdasarkan Variasi Waktu Kontak .....                                                                                               | 64 |
| 4.6 Penentuan Model Kinetika Adsorpsi .....                                                                                                               | 69 |
| 4.7 Karakteristik Adsorben Berdasarkan Analisis <i>Fourier Transform Infra Red</i><br>(FTIR) .....                                                        | 75 |
| 4.8 Karakteristik Adsorben Berdasarkan Analisis X-Ray <i>Diffraction</i> (XRD) ..                                                                         | 79 |
| BAB V KESIMPULAN .....                                                                                                                                    | 83 |
| 5.1 Simpulan .....                                                                                                                                        | 83 |
| 5.2 Saran .....                                                                                                                                           | 84 |
| DAFTAR PUSTAKA .....                                                                                                                                      | 86 |
| LAMPIRAN .....                                                                                                                                            | 95 |

## DAFTAR GAMBAR

| Nomor              | Judul                                                                                                                                                                                         | Halaman |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| <b>Gambar 2.1</b>  | Timbal (Pb(II)).....                                                                                                                                                                          | 16      |
| <b>Gambar 2.2</b>  | Perjalanan Logam Berat Ke Tubuh Manusia.....                                                                                                                                                  | 19      |
| <b>Gambar 2.3</b>  | Mekanisme Adsorpsi .....                                                                                                                                                                      | 21      |
| <b>Gambar 2.4</b>  | Kerang Tahu ( <i>Meretrix meretrix</i> ) .....                                                                                                                                                | 30      |
| <b>Gambar 3.1</b>  | Bagan Alir Cara Kerja Penelitian .....                                                                                                                                                        | 38      |
| <b>Gambar 3.2</b>  | Skema Kerja Penentuan pH Optimum untuk Adsorpsi Kadar Pb (II) pada limbah cair Pb (II) Sintetis dengan menggunakan Adsorben Cangkang Kerang Tahu ( <i>Meretrix meretrix</i> ) .....           | 43      |
| <b>Gambar 3.3</b>  | Skema Kerja Penentuan Waktu Kontak Optimum untuk Adsorpsi Kadar Pb (II) pada limbah cair Pb (II) Sintetis dengan menggunakan Adsorben Cangkang Kerang Tahu ( <i>Meretrix meretrix</i> ) ..... | 45      |
| <b>Gambar 3.4</b>  | Skema Kerja Analisis Statistik .....                                                                                                                                                          | 50      |
| <b>Gambar 4.1</b>  | Cangkang Kerang Tahu (a), Adsorben Cangkang Kerang Tahu Sebelum Pemanasan (b), dan Adsorben Cangkang Kerang Tahu Setelah Pemanasan (c) .....                                                  | 52      |
| <b>Gambar 4.2</b>  | Nilai pH <sub>pzc</sub> Adsorben Cangkang Kerang Tahu .....                                                                                                                                   | 54      |
| <b>Gambar 4.3</b>  | Karakteristik Adsorben Cangkang Kerang Tahu Berdasarkan Analisis TGA .....                                                                                                                    | 56      |
| <b>Gambar 4.4</b>  | Efisiensi Adsorpsi Ion Pb (II) Berdasarkan Variasi pH.....                                                                                                                                    | 59      |
| <b>Gambar 4.5</b>  | Mekanisme Adsorpsi Logam Timbal (Pb) .....                                                                                                                                                    | 63      |
| <b>Gambar 4.6</b>  | Efisiensi Adsorpsi Ion Pb (II) Berdasarkan Variasi Waktu Kontak .....                                                                                                                         | 65      |
| <b>Gambar 4.7</b>  | Model Kinetika Adsorpsi <i>Pseudo</i> Orde Satu.....                                                                                                                                          | 70      |
| <b>Gambar 4.8</b>  | Model Kinetika Adsorpsi <i>Pseudo</i> Orde Dua .....                                                                                                                                          | 70      |
| <b>Gambar 4.9</b>  | Model Kinetika Difusi Intra partikel .....                                                                                                                                                    | 73      |
| <b>Gambar 4.10</b> | Model Kinetika Difusi Eksternal .....                                                                                                                                                         | 74      |
| <b>Gambar 4.11</b> | Hasil Uji FTIR Adsorben Cangkang Kerang Tahu Sebelum dan Setelah Adsorpsi.....                                                                                                                | 76      |
| <b>Gambar 4.12</b> | Hasil Uji XRD Adsorben Cangkang Kerang Tahu Sebelum dan Setelah Adsorpsi.....                                                                                                                 | 80      |
| <b>Gambar 4.13</b> | Struktur Kristal Kalsit.....                                                                                                                                                                  | 81      |

## DAFTAR TABEL

| Nomor            | Judul                                                                      | Halaman |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------|---------|
| <b>Tabel 2.1</b> | Penelitian Terdahulu Pemanfaatan Cangkang Kerang sebagai Adsorben .....    | 31      |
| <b>Tabel 4.1</b> | Karakteristik Cangkang Kerang Tahu dan Adsorben Cangkang Kerang Tahu ..... | 53      |
| <b>Tabel 4.2</b> | Hasil Uji Duncan Penjerapan Ion Pb (II) Variasi pH.....                    | 62      |
| <b>Tabel 4.3</b> | Hasil Uji Duncan Adsorpsi Ion Pb (II) Variasi Waktu Kontak.....            | 68      |
| <b>Tabel 4.4</b> | Hasil Analisis FTIR.....                                                   | 77      |

## DAFTAR LAMPIRAN

| Nomor               | Judul                                                                                                                                                               | Halaman |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| <b>Lampiran 1.</b>  | Ringkasan Ilmiah .....                                                                                                                                              | 95      |
| <b>Lampiran 2.</b>  | Alat dan Bahan .....                                                                                                                                                | 103     |
| <b>Lampiran 3.</b>  | Kegiatan Penelitian .....                                                                                                                                           | 110     |
| <b>Lampiran 4.</b>  | Perhitungan pH Pengendapan Berdasarkan Ksp Pb (II).....                                                                                                             | 114     |
| <b>Lampiran 5.</b>  | Puncak difraksi XRD sampel cangkang kerang tahu sebelum<br>adsorpsi.....                                                                                            | 115     |
| <b>Lampiran 6.</b>  | Puncak difraksi XRD sampel cangkang kerang tahu setelah adsorpsi<br>.....                                                                                           | 116     |
| <b>Lampiran 7.</b>  | Nilai Efisiensi Adsorpsi Pb (II) dengan Menggunakan Cangkang<br>Kerang Tahu ( <i>Meretrix meretrix</i> ) sebagai Adsorben Berdasarkan<br>Variasi Ph .....           | 117     |
| <b>Lampiran 8.</b>  | Uji Statistik Adsorpsi Pb (II) berdasarkan variasi pH .....                                                                                                         | 118     |
| <b>Lampiran 9.</b>  | Nilai Efisiensi Adsorpsi Pb (II) dengan Menggunakan Cangkang<br>Kerang Tahu ( <i>Meretrix meretrix</i> ) sebagai Adsorben Berdasarkan<br>Variasi Waktu Kontak ..... | 120     |
| <b>Lampiran 10.</b> | Uji Statistik Adsorpsi Pb (II) berdasarkan variasi Waktu Kontak<br>.....                                                                                            | 121     |
| <b>Lampiran 11.</b> | Data Pembuatan Grafik Model Kinetika Adsorpsi .....                                                                                                                 | 123     |
| <b>Lampiran 12.</b> | Hasil Perhitungan K Model Kinetika Adsorpsi .....                                                                                                                   | 124     |
| <b>Lampiran 13.</b> | Saran Desain Percobaan Reaktor Model Kontinyu .....                                                                                                                 | 125     |
| <b>Lampiran 14.</b> | Data Pribadi Penyusun.....                                                                                                                                          | 126     |