

**PEMANFAATAN LIMBAH CANGKANG TELUR SEBAGAI ADSORBEN UNTUK
ADSORPSI LOGAM TIMBAL (Pb) DAN BESI (Fe)**



**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Pada Program Studi Teknik Kimia**

Oleh:

Suli Cahaya Kaswari

122017036

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG
2021**



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA

Jl. Jendral A. Yani 13 Ulu Palembang 30623. Telp (0711) 518764 Fax (0711) 519408
Terakreditasi B dengan SK No.396/SK/BAN-PT/Akred/S/X/2014

Nama : **Suli Cahaya Kaswari**

NRP : **122017036**

Judul Tugas : **PEMANFAATAN LIMBAH CANGKANG TELUR AYAM SEBAGAI
ADSORBEN UNTUK ADSORPSI LOGAM TIMBAL (Pb) DAN BESI (Fe)**

Telah Mengikuti Ujian Sidang Sarjana Teknik Kimia Pada Tanggal Empat Belas Bulan Februari Tahun
Dua Ribu Dua Puluh Dua
Dinyatakan Lulus Dengan Nilai : **A**

Palembang 14 Februari 2022

Ketua Tim Penguji

Ketua Panitia Ujian Tugas Akhir
Prodi Teknik Kimia

Dr. Ir. Eka Sri Yusmartini, M.T
NIDN: 0004046101

Ir. Erna Yuliwati, M.T., Ph. D
NIDN: 0228076701

Menyetujui

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Ir. Eka Sri Yusmartini, M.T
NIDN: 0004046101

Atikah, S.T., MT
NIDN: 0023127401

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik UMP

♀ Ketua Prodi Teknik Kimia UMP

Dr. Ir. Kgs. A. Roni, M.T. IPM
NIDN: 0227077004
Ir. Erna Yuliwati, M.T., Ph. D
NIDN: 0228076701

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

**PEMANFAATAN LIMBAH CANGKANG TELUR AYAM SEBAGAI
ADSORBEN UNTUK ADSORPSI LOGAM TIMBAL (Pb) DAN BESI
(Fe)**

OLEH :

SULI CAHAYA KASWARI (122017036)

Disetujui Oleh :

Pembimbing 1



Dr. Ir. Eka Sri Yusmartini, M.T
NIDN. 0004046101

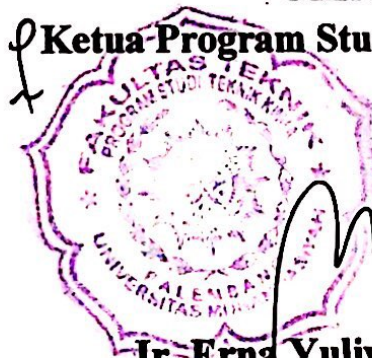
Pembimbing 2



Atikah, ST., MT
NIDN. 0023127401

MENGETAHUI

Ketua Program Studi Teknik Kimia FT-UMP



Ir. Erna Yuliwati, M.T., Ph.D, IPM
NBM/NIDN.1290662/0228076701

LEMBAR PENGESAHAN

**PEMANFAATAN LIMBAH CANGKANG TELUR AYAM SEBAGAI ADSORBEN
UNTUK ADSORPSI LOGAM TIMBAL (Pb) DAN BESI (Fe)**

Oleh :

SULI CAHAYA KASWARI (122017036)

**Telah diuji dihadapan tim penguji pada tanggal 14 Februari 2022
Di Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Palembang**

Tim Penguji :

Dr. Ir. Eka Sri Yusmartini, M.T (0004046101)

Atikah, ST., MT (0023127401)

Dr. Mardwita., M.T (0023038208)


Ir. Robiah, MT (0008066401)

(*[Signature]*)
(*[Signature]*)
(*[Signature]*)
(*[Signature]*)

**Menyetujui,
Dekan Fakultas Teknik UMP**


Dr. Kgs. A. Roni, MT., IPM
NBM/NIDN. 763049/0227077004

**Mengetahui,
Ketua Prodi Teknik Kimia**


Ir. Erna Yuliwati, MT., Ph.D., IPM
NBM/NIDN. 1290662/0228076701

MOTTO

“Bila ingin menjadi orang dalam hidup, bila ingin menghasilkan sesuatu, bila ingin menang, selalu dengarkan kata hatimu. Dan bila tak ada jawabannya, tutup matamu, sebut nama Ayah dan Ibumu, dan kau akan melewati semua rintangan, semua kesulitan akan musnah dan kau akan menang. Hanya kau.”

(Kabhi Kushi Kabhi Gham)

“Bermimpilah setinggi langit, jika engkau jatuh, engkau akan jatuh diantara bintang-bintang”

(Ir. Soekarno)

“Jika tidak punya nama besar orangtua yang bisa dibanggakan. Maka, buat namamu yang menjadi kebanggaan orang tua yang telah membesarkan.”

(Boy Candra)

HALAMAN PERNYATAAN

Nama : Suli Cahaya Kaswari
Tempat/Tanggal lahir : Palembang, 7 Februari 1999
NIM : 12 2017 036
Program Studi : Teknik Kimia
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammdiyah Palembang

Menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini adalah hasil karya saya dan disusun sendiri dengan sungguh-sungguh serta bukan merupakan penjiplakan karya orang lain. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa pernyataan ini tidak benar, maka saya sanggup menerima sanksi berupa pembatalan skripsi ini dan segala konsekuensi nya.
2. Saya bersedia untuk menanggung segala bentuk tuntutan hukum yang mungkin timbul jika terdapat pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.
3. Memberikan hak kepada Perpustakaan Universitas Muhammadiyah Palembang untuk menyimpan, alih media, mengelola dan menampilkan/mempublikasikannya di media secara fulltext untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai pebulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Demikian pernyataan ini saya buat sesungguhnya dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Palembang, Februari 2022



Suli Cahaya Kaswari

ABSTRAK

Pemanfaatan Limbah Cangkang Telur Sebagai Adsorben Untuk Adsorpsi Logam Timbal (Pb) dan Besi (Fe)

Oleh :

Suli Cahaya Kaswari (122017036)

Program Studi Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah
Palembang Kampus UMP, JL. Jendral A. Yani 13 Ulu
Palembang

*Email : kaswari28@gmail.com

Cangkang telur merupakan bagian terluar dari telur yang berfungsi memberikan perlindungan bagi komponen-komponen isi telur dari kerusakan secara fisik, kimia maupun mikrobiologis. Setiap cangkang telur memiliki 10.000-20.000 pori-pori sehingga diperkirakan dapat menyerap suatu solute dan dapat digunakan sebagai adsorben. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui massa optimum terhadap penyerapan logam timbal (Pb) dan Besi (Fe) dengan limbah cangkang telur sebagai adsorben, mengetahui pengaruh kontak adsorben terhadap penyerapan dari Logam Pb dan Fe dengan limbah cangkang telur, serta mengetahui kualitas adsorben dari cangkang telur dengan parameter kadar air, kadar abu, dan daya serap metil blue. Dalam penelitian ini digunakan Cangkang Telur Ayam sebagai adsorben untuk menyerap kadar logam Pb dan Fe dengan proses adsorpsi. Metode penelitian ini terdiri dari 3 tahap yaitu persiapan adsorben, aktivasi adsorben, dan proses adsorpsi. Proses adsorpsi dilakukan dengan variasi massa 0,75gram, 1gram, 1,25gram, 1,50gram, 2gram serta variasi waktu kontak 20,30,40,50,60 menit. Hasil penelitian menunjukkan kapasitas adsorpsi tertinggi pada massa optimum logam Pb adalah 1,5gram sebesar 98,914%, dan logam Fe sebesar 96,386%. Hasil kapasitas adsorpsi tertinggi pada pengaruh waktu kontak logam Pb yaitu pada waktu kontak 40menit sebesar 99,30%, dan kapasitas terbaik yang terdapat dalam adsorpsi logam Fe yaitu pada waktu kontak 50 menit sebesar 99,82%.

Kata Kunci : Adsorpsi, adsorben, cangkang telur, logam Pb dan Fe, massa adsorben, waktu kontak

ABSTRACT

Utilization of eggshell waste as adsorbent for lead and iron metal adsorption

By :

Suli Cahaya Kaswari (122017036)

Program Studi Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah
Palembang Kampus UMP, JL. Jendral A. Yani 13 Ulu
Palembang

*Email : kaswari28@gmail.com

The egg shell is the outermost part of the egg which serves to provide protection for the components of the egg contents from physical, chemical and microbiological damage. Each egg shell has 10,000-20,000 pores so it is estimated that it can absorb a solute and can be used as an adsorbent. This study aims to determine the optimum mass for the absorption of lead (Pb) and Iron (Fe) with eggshell waste as an adsorbent, determine the effect of adsorbent contact on the absorption of Pb and Fe metals with eggshell waste, and determine the quality of the adsorbent from eggshell with parameters of water content, ash content, and absorption of methyl blue. In this study, Chicken Egg Shell was used as an adsorbent to absorb Pb and Fe metal levels by the adsorption process. This research method consists of 3 stages, namely the preparation of the adsorbent, the activation of the adsorbent, and the adsorption process. The adsorption process was carried out with mass variations of 0.75gram, 1gram, 1.25gram, 1.50gram, 2gram and contact time variations of 20,30,40,50,60 minutes. The results showed that the highest adsorption capacity for the optimum mass of Pb metal was 1.5gram at 98.914%, and Fe metal was 96.386%. The results of the highest adsorption capacity on the effect of Pb metal contact time, namely at a contact time of 40 minutes of 99.30%, and the best capacity contained in the adsorption of Fe metal is at a contact time of 50 minutes of 99.82%.

Keywords : Adsorption, adsorbent, egg shell, Pb and Fe metals, adsorbent mass, contact time

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT karena berkat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Pemanfaatan Limbah Cangkang Telur Sebagai Adsorben Untuk Adsorpsi Logam Timbal (Pb) dan Besi (Fe)”** dengan baik. Adapun tujuan penulisan skripsi ini adalah sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Pendidikan Strata I jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang. Dalam penulisan skripsi ini penulis banyak mendapat bantuan, saran dan bimbingan serta dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Kgs.A.Roni, M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
2. Ibu Ir. Erna Yuliwati, M.T, Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
3. Ibu Dr. Mardwita, S.T., M.T, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik.
4. Ibu Dr. Ir. Eka Sri Yusmartini, M.T, Selaku pembimbing utama.
5. Ibu Atikah, S.T.,M.T, Selaku pembimbing kedua.
6. Seluruh staff pengajar, asisten lab, dan staff administrasi Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
7. Kedua orang tua dan adik yang telah memberikan motivasi dan kasih sayang yang begitu besar.
8. Sahabat-sahabatku yang telah berjuang bersama.

Dalam penulisan skripsi ini, penulis menyadari masih banyak terdapat kekurangan kiranya dapat dimaklumi dan dimaafkan. Akhirnya penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua.

Palembang, Februari 2022

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PENGUJI	iv
MOTTO	v
HALAMAN PERNYATAAN.....	vi
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Tujuan Penelitian	4
1.4. Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Cangkang Telur.....	6
2.2. Logam Berat.....	10
2.3. Logam Timbal (Pb).....	11
2.4. Logam Besi (Fe)	14
2.5. Adsorpsi	17
BAB III METODE PENELITIAN	28
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian	28
3.2. Alat dan Bahan yang digunakan	28
3.3. Prosedur Penelitian	29
3.4. Karakteristik Adsorben	29

3.5. Diagram Proses	33
3.6. Matriks Penelitian.....	34
3.7. Flow Diagram.....	36
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	37
4.1. Hasil	37
4.2. Pembahasan.....	39
BAB IV KESIMPULAN.....	48
5.1. Kesimpulan	48
DAFTAR PUSTAKA	49
LAMPIRAN I	52
LAMPIRAN GAMBAR	52
LAMPIRAN II	57
LAMPIRAN PERHITUNGAN	57

DAFTAR TABEL

TABEL 2.1 Komposisi Cangkang Telur	6
TABEL 3.6 Tabel Matriks Penelitian	24
TABEL 4.1.1.1 Kualitas Adsorben Cangkang Telur	29
TABEL 4.2.1.1 Kualitas Adsorben dengan standar SNI.....	33

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan industri di Indonesia terutama di Sumatera Selatan dan sekitarnya sangat berkembang pesat. Pesatnya perkembangan industri ternyata membawa dampak yang begitu besar yang berasal dari limbah industri. Pada umumnya industri membuang limbahnya ke perairan tanpa pengolahan terlebih dahulu sehingga hal ini menyebabkan terjadinya pencemaran yang dapat merusak ekosistem perairan. Kegiatan industri maupun laboratorium pengujian semakin meningkat sehingga memungkinkan banyak industri yang menghasilkan limbah. Limbah dari industri dapat berupa limbah padat, cair dan gas yang mengandung bahan kimia beracun dan berbahaya yang berpengaruh untuk lingkungan sekitarnya (Abdullah *et al.*, 2010).

Limbah yang dihasilkan dari industri maupun laboratorium berasal dari hasil buangan proses industri seperti bahan kimia baik organik maupun anorganik. Limbah cair memiliki karakteristik yang sangat kompleks yang terdiri dari beberapa bahan logam dan non logam. Limbah laboratorium dikelompokkan menjadi kation dan anion, di antaranya ada beberapa ion logam yang dominan dan berbahaya adalah Cr^{6+} , Cd^{2+} , Zn^{2+} , Hg^{+} , Fe^{2+} , Cu^{2+} , Mn^{2+} , Pb^{2+} , NH_4^{+} yang digolongkan sebagai logam berat. Limbah logam berat tersebut yang tidak diolah dengan baik tidak dapat dihancurkan (*nondegradable*) oleh organisme hidup di lingkungan dan terakumulasi ke lingkungan, terutama mengendap di dasar perairan membentuk senyawa kompleks bersama bahan organik dan anorganik secara adsorpsi dan kombinasi (Fernanda, 2012). Salah satu logam berat berbahaya dan dominan yang sering ditemukan dari limbah laboratorium pengujian adalah logam Pb(II).

Limbah Cangkang Telur Ayam merupakan limbah rumah tangga yang banyak dihasilkan namun pemanfaatannya belum optimal. Kandungan terbesar cangkang telur adalah Kalsium Karbonat (CaCO_3), dimana kalsium karbonat ini termasuk ke dalam adsorben polar (Hajar *et al.*, 2018). Sementara (Godelitsas *et al.*, 2003) menyatakan bahwa kalsium karbonat berinteraksi kuat dengan beberapa ion logam *divalent* (M^{2+}), penghilangan ion logam dalam larutan dapat dilakukan dengan adsorpsi. Produksi telur di Indonesia yang cukup tinggi membuat cangkang telur sangat potensial untuk dimanfaatkan lebih optimal.

Pb adalah logam berat yang digolongkan ke dalam bahan pencemar yang berbahaya. Pb berada di dalam air dalam bentuk $\text{Pb}(\text{OH})_2$. Kelebihan timbal yang terserap ke dalam tubuh manusia dapat menyebabkan kecerdasan anak menurun, pertumbuhan badan terhambat, bahkan dapat menimbulkan kelumpuhan (Widayatno *et al.*, 2017). Selain itu, masuknya Pb ke dalam tubuh manusia melalui air minum, makanan atau udara juga dapat menyebabkan gangguan pada organ seperti gangguan neurologi (syaraf), ginjal, sistem reproduksi, sistem hemopoitik serta sistem syaraf pusat (otak) terutama pada anak yang dapat menurunkan tingkat kecerdasan (Nafi'ah, 2016).

Menurut (Faputri *et al.*, 2017) kandungan logam Pb(II) dari hasil perkebunan yang diuji di Balai Besar Industri nilai Pb sudah melebihi ambang batas baku mutu sebesar 0,3 – 0,5 mg/l sedangkan menurut keputusan Kep. Men. Neg. L.H. No.: KEP-1/MENLH/10/1995 tentang Baku Mutu Limbah Cair Logam Timbal yang diijinkan untuk dibuang kelingkungan sebesar 0,1 mg/L.

Salah satu upaya mengurangi pencemaran logam berat Pb(II) adalah dengan menggunakan bahan yang mudah didegradasi seperti limbah jerami padi. (Safrianti *et al.*, 2012) melaporkan penggunaan adsorben dari jerami padi yang diaktivasi dengan asam nitrat dapat mengadsorpsi logam Pb(II) sebesar 4,5 mg/g. Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh (Widayatno, 2017) menunjukkan bahwa adsorben arang bambu aktif mampu mengadsorpsi logam berat Pb dari limbah cair

dengan metode adsorpsi Model Thomas diperoleh nilai k_{Th} dari penyerapan dengan arang bambu yang diaktivasi sebesar 0,001305 sedangkan pada arang bambu yang tidak diaktivasi sebesar 0,0009. Penurunan cemaran logam Pb pada limbah cair juga dapat dilakukan menggunakan limbah tanah liat yang mengandung kolinite sebagai adsorben pada kondisi yang efektif menunjukkan efisiensi pengurangan kadar logam Pb sebesar 61% (Priadi *et al.*, 2014).

Cangkang telur merupakan salah satu sampah yang berasal dari rumah tangga yang jumlahnya tidak sedikit. Disisi lain cangkang telur memiliki sifat-sifat yang menguntungkan apabila digunakan sebagai bahan pengolah limbah. Hampir secara keseluruhan cangkang telur ayam ras mengandung kalsium karbonat. Menurut (Godelitsas *et al.*, 2003) kalsium karbonat berinteraksi kuat dengan beberapa ion logam divalent (M^{2+}), penghilangan ion logam dalam larutan dapat dilakukan dengan adsorpsi. Proses penyerapan biasanya terjadi secara bersamaan dengan pelarutan pada permukaan kalsium karbonat. Hal ini selain dengan pernyataan diatas, cangkang telur mengandung protein (asam amino) sebagai senyawa aktif dalam proses adsorpsi. Oleh karena itu, cangkang telur yang merupakan salah satu jenis limbah dapat dipergunakan sebagai adsorben serta pendukung penerapan minimalisasi limbah karena dapat meningkatkan efisiensi dan produktivitas limbah cangkang telur dengan prinsip pakai ulang (reuse) dan pungut ulang (recovery) (Nyoman, 2012).

Hasil yang dilaporkan (Faisol *et al.*, 2008) menyatakan bahwa efektifitas cangkang telur dalam mengadsorpsi logam berat (Fe) yaitu 99,82% pada waktu pengadukan 60 menit dengan ukuran 1000 mesh. Sedangkan hasil yang dilaporkan oleh (Prasidha, 2012) menunjukkan bahwa cangkang telur dapat menurunkan kandungan Pb pada limbah cair industri electroplating hingga 98,90%.

Pada penelitian ini digunakan limbah dari cangkang telur ayam untuk dimanfaatkan sebagai bahan adsorben logam berat, khususnya pada logam Pb dan

Fe. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan massa optimum, waktu kontak optimum dan kapasitas adsorpsi cangkang telur ayam pada kondisi optimum.

1.2 Rumusan Masalah

Beberapa jenis adsorben mampu mengadsorpsi Logam Timbal (Pb) dan Besi (Fe), diantaranya adalah adsorben dari limbah cangkang telur. Untuk mengetahui seberapa efektif penggunaan adsorben dari cangkang telur ini sebagai media maka diperlukan suatu penelitian. Dengan uraian sebagai berikut:

1. Bagaimana kualitas adsorben dari cangkang telur dengan parameter kadar air, kadar abu, dan daya serap metil blue?
2. Berapa massa optimum terhadap penyerapan logam Pb dan Fe dengan cangkang telur sebagai adsorben?
3. Bagaimana pengaruh waktu kontak adsorben terhadap penyerapan dari Logam Pb dan Fe dengan Cangkang telur?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui apakah adsorben dari cangkang telur dapat mengurangi kadar logam Pb dan Fe tersebut, dan seberapa efektif penggunaan adsorben dari cangkang telur dalam pengurangi kadar pencemaran. Dengan uraian sebagai berikut:

1. Mengetahui kualitas adsorben dari cangkang telur dengan parameter kadar air, kadar abu, dan daya serap metil blue.
2. Mengetahui massa optimum terhadap penyerapan logam Pb dan Fe dengan cangkang telur sebagai adsorben.
3. Mengetahui pengaruh waktu kontak adsorben terhadap penyerapan dari Logam Pb dan Fe dengan Cangkang telur.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian dilakukan sebagai salah satu cara mengimplementasikan ilmu yang didapat dari bidang ilmu yang dipelajari di kampus sehingga dapat menambah wawasan mahasiswa serta berguna sebagai salah satu cara mengolah limbah rumah tangga yang dapat digunakan untuk mengurangi pencemaran yang ditimbulkan oleh limbah industri.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, A. *et al.* (2010) 'Adsorpsi Karbon Aktif Dari Sabut Kelapa (*Cocos nucifera*) Terhadap Penurunan Fenol', *Al Kimia*, pp. 1–2.
- Apriliani, A. 2010. *Pemanfaatan Arang Ampas Tebu Sebagai Adsorben Ion Logam Cd, Cr, Cu, dan Pb Dalam Air Limbah*. Jakarta: UIN Syarif Hidayatullah.
- Asip, F., Mardhiah, R., & Husna, (2008). *Uji Efektivitas Cangkang Telur dalam Mengadsorpsi Ion Fe dengan Proses Batch*. *Jurnal Teknik Kimia*, Volume 15 (2), pp. 22-26.
- Bhaumik, R. Mondal, N. K., Das, B., Roy, P., Pal, K. C., Banerjee, A., & Datta, J. K. (2012). Eggshell powder as an adsorbent for removal of fluoride from aqueous solution: equilibrium, kinetic and thermodynamic studies. *E-Journal of chemistry*, 9(3), 1457-14-80
- Cotton, F.A and G. Wilkinson. 1986. *Kimia Dasar Anorganik*. Jakarta : UI-Press.
- Dewi. S., Purnama. N., & Ratman (2016). Serbuk Dari Limbah Cangkang Telur Ayam Ras Sebagai Adsorben Terhadap Logam Timbal(Pb). Jurusan Pendidikan Kimia/FKIP-Universitas Tadulako Palu
- Elfian, F. (2017). Adsorpsi Arang Aktif Cangkang Kelapa Sawit Terhadap Warna dan Asam Lemak Bebas pada Crude Palm Olein. 46.
- Faisol, A., Ridha, M., & Husna. (2008). Uji efektifitas cangkang telur dalam mengadsorpsi ion Fe dengan proses batch. *Jurnal Teknik Kimia*, 15(2), 22-26.
- Ghazy, S., Asmy, E. A. A., & Nokrashy, A. M. E. (2008). Separation of chromium (III) and chromium (VI) from enviromental water samples using eggshell sorben. *Indian journal of science and technology*, 1(6), 1-7.
- Ginting, F.D. 2008. *Pengajuan Alat Pendingin Sistem Adsorpsi Dua Adsorber dengan menggunakan Metanol 1000 mL sebagai Refrigeran*. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik. Universitas Indonesia, Jakarta.F
- Giyatmi, 2008. *Penurunan Kadar Cu, Cr, dan Ag dalam Limbah Cair Industri Perak di Kotagede Setelah Diadsorpsi dengan Tanah Liat dari Daerah*

Godean. Yogyakarta.

- Godelitsas, A., Astilleros, J. M., Hallam, K. R., Lons, J., & Putnis, A. (2003). Microscopic and spectroscopic investigation of the calcite surface interacted with Hg(II) in aqueous solutions. *Mineralogical Magazine*, 67(6), 1193-1204.
- Hajar, E. W. L., Sitorus, R. S., Mulianingtias, N., Welan, F. J (2016). Efektifitas Adsorpsi Logam Pb²⁺ dan Cd²⁺ menggunakan media adsorben Cangkang Telur Ayam. *Konversi*, 5(1),1-7.
- Haniko, S. (2010). *Studi adsorpsi ion Ca²⁺ menggunakan adsorben arang kayu matoa (pometia pinnata) untuk menurunkan kesadahan air*. Skripsi Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Papua Monokwari: tidak diterbitkan.
- Ibrahim, A. (2016). Penurunan Kadar Ion Besi (Fe²⁺) dalam Air Menggunakan Serbuk Kulit Pisang Kepok. 100.
- Jamila.(2014).*Pemanfaatan Limbah Cangkang Telur*, Modul Mata Kuliah Teknologi Pengolahan Limbah dan Sisa Hasil Ternak, Program Studi Peternakan, Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Khairunisa, R. 2008. *Kombinasi Teknik Elektrolisis dan Teknik Adsorpsi Menggunakan Karbon Aktif untuk Menurunkan Konsentrasi Senyawa Fenol dalam Air*: Skripsi FMIPA Universitas Indonesia, Depok
- Nafi'ah, R. (2016) 'Kinetika Adsorpsi Pb(II) Dengan Adsorben Arang Aktif Dari Sabut Siwalan Or Kinetics Adsorption Of Pb(II) By Siwalan Fiber Activated Carbon', *Jurnal Farmasi Sains dan Praktis*, I(2), pp. 28–37.
- Nyoman, W. P. I. (2012). *Adsorpsi logam berat pada limbah industri elektroplating menggunakan kulit telur*. Skripsi Pogram Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Unversitas Pembangunan Nasional Veteran Jatim: tidak diterbitkan.
- Palar, H. 1994. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta : Rineka Cipta.

- Prasidha, I.D.N.W., (2012). *Adsorpsi Logam Berat pada Limbah Industri Elektroplating menggunakan Kulit Telur*, Skripsi, Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jatim, Jawa Timur.
- Palar, H. 1994. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta : Rineka Cipta.
- Rosalina, Tedja, T., Riani, E., & Sugiarti, S., 2016 . Pengaruh Aktivasi Fisika dan Kimia Arang Aktif Buah Bintaro terhadap Daya Serap Logam Krom. *Biopropal Industri*, 7(1), pp35-42.
- Safrianti, I., Wahyuni, N. and Zahara, T. A. (2012). ‘Adsorpsi Timbal (II) Oleh Selulosa Limbah Jerami Padi Teraktivasi Asam Nitrat : Pengaruh pH dan Waktu Kontak’, *JKK*, 1(1), pp. 1–7.
- Sari, R. R. (2015). Penentuan Kadar Besi (Fe) dalam Sampel Air Dari Sumur Kampus Diploma Teknik Universitas Diponegoro dengan Spektrofotometer Genesys 20. Universitas Diponegoro.
- Widowati, W., Sastiono, A dan Yusuf, R. 2008. *Efek Toksik Logam*. Yogyakarta : Andi.
- Winarno, F. G., & S. Koswara. 2002. *Telur: Komposisi, Penanganan dan Pengolahannya*. M-Brio Press, Bogor.
- Zulti, Fafia. 2008. *Spektroskopi Inframerah, Serapan Atomik, Serapan Sinar Tampak dan Ultraviolet Hidroksiapatit dari Cangkang Telur*. Departemen Fisika, Institut Pertanian Bogor.