EFEKTIVITAS ADSORBEN BERBAHAN DASAR CANGKANG TELUR BEBEK DENGAN VARIASI TEMPERATUR KALSINASI DAN AKTIVATOR

TIARA RAMADHANI
H1031201057

SKRIPSI

PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2025

EFEKTIVITAS ADSORBEN BERBAHAN DASAR CANGKANG TELUR BEBEK DENGAN VARIASI TEMPERATUR KALSINASI DAN AKTIVATOR

TIARA RAMADHANI
H1031201057

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar

Sarjana Sains pada Program Studi Kimia

PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2025

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Usulan Penelitian	: Efektivitas Adsorben Berbahan Dasar Cangkang Telur Bebek Dengan Variasi Temperatur Kalsinasi Dan Aktivator
Nama	: Tiara Ramadhani
NIM	: H1031201057
Program Studi	: Kimia
SK Pembimbing	: No. 5690/UN22.8/TD.06/2024 /31 Desember 2024
SK Penguji	: No. 2684/UN22.8/TD.06/2025/13 Agustus 2025

Menyetujui

Pembimbing I

Adhitiyawarman, S.Si, M.Si, Ph.D
NIP 198409192008121001

Pembimbing II

Titin Anita Zaharah, S.Si, M.Sc
NIP 196904191996012002

Dosen Penguji

Penguji I

Prof. Dr. Gusrizal, S.Si., M.Si
NIP 197108022000031001

Penguji II

Dr. Endah Sayekti, S.Si., M.Si
NIP 197206222000122001

Pemimpin Sidang
(merangkap anggota penguji)

Adhitiyawarman, S.Si, M.Si, Ph.D
NIP 198409192008121001

Sekertaris Sidang
(merangkap anggota penguji)

Titin Anita Zaharah, S.Si, M.Sc
NIP 196904191996012002

Mengesahkan
Dekan Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Tanjungpura

Prof. Dr. Gusrizal, S.Si, M.Si
NIP 197108022000031001

PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama	:	Tiara Ramadhani
NIM	:	H1031201057
Program Studi/Jurusan Kimia	:	Kimia
Fakultas	:	Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Dengan ini menyatakan bahwa dokumen ilmiah Tugas Akhir yang disajikan tidak mengandung unsur pelanggaran integritas akademik sesuai Peraturan Mentri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia Nomor 39 Tahun 2021. Apabila dikemudian hari dokumen ilmiah Tugas Akhir ini mengandung unsur pelanggaran integritas akademik sesuai ketentuan perundangan tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dan/ atau sanksi hokum yang berlaku.

Demikian pernyataan ini untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Pontianak, 24 September 2025



Tiara Ramadhani

H1031201057

EFEKTIVITAS ADSORBEN BERBAHAN DASAR CANGKANG TELUR BEBEK DENGAN VARIASI TEMPERATUR KALSINASI DAN AKTIVATOR

Abstrak

Cangkang telur bebek merupakan limbah organik yang mengandung kalsium dalam bentuk kalsium karbonat ($CaCO_3$) dan dimanfaatkan sebagai adsorben dalam menyerap polutan. Kalsium Karbonat dapat ditingkatkan daya adsorpsinya menggunakan metode kalsinasi dimana molekul $CaCO_3$ akan terdekomposisi menjadi kalsium oksida (CaO). Kalsium oksida dapat digunakan sebagai adsorben logam berat seperti timbal (Pb) dalam limbah pewarna tekstil. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengurangi kandungan logam berat yaitu metode adsorpsi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa cangkang telur bebek terkalsinasi optimal berada pada temperatur kalsinasi 850ºC dengan %rendemen yang dihasilkan sebesar 99.42%. Cangkang telur bebek terkalsinasi juga diuji instrumen XRD dan FTIR menunjukkan bahwa cangkang telur bebek terkalsinasi temperatur 850ºC terbentuk senyawa CaO dengan sedikit $CaCO_3$ dan $Ca(OH)_2$. Cangkang telur bebek temperatur kalsinasi 850ºC kemudian diaktivasi menggunakan H_3PO_4 0,01 N menghasilkan nilai DSI sebesar 551,09 mg/g serta uji adsorpsi logam Pb pH terbaik berada pada pH 6 dengan nilai efisiensi adsorpsi sebesar 89.11%.

Kata Kunci : CaO, Cangkang Telur Bebek, Kalsinasi, H_3PO_4, Adsorpsi

EFFECTIVENESS OF ADSORBENTS DERIVED FROM DUCK EGGSHELLS WITH VARIATIONS IN CALCINATION TEMPERATUR AND ACTIVATORS

Abstract

Duck eggshells are an organic waste material that contains calcium in the form of calcium carbonate ($CaCO_3$) and can be utilized as an adsorbent for absorbing pollutants. The adsorption capacity of calcium carbonate can be enhanced through a calcination process, during which $CaCO_3$ molecules decompose into calcium oxide (CaO). Calcium oxide can be used as an adsorbent for heavy metals such as lead (Pb) in textile dye waste. One method that can be used to reduce heavy metal content is the adsorption method. Research results show that the optimal calcination temperatur for duck eggshells is 850ºC, yielding a product recovery rate of 99.42%. The calcined duck eggshells were analyzed using XRD and FTIR instrumens, showing that at a calcination temperatur of 850ºC, CaO compounds were formed along with small amounts of $CaCO_3$ and $Ca(OH)_2$. The duck eggshells calcined at 850ºC were then activated using 0.01 N H_3PO_4, resulting in a DSI (Dye Sorption Index) value of 551.09 mg/g. The best pH for Pb metal adsorption was found to be pH 6, with an adsorption efficiency of 89.11%.

Keywords: CaO, Duck Eggshells, Calcination, H_3PO_4, Adsorption

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia yang diberikan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Efektivitas Adsorben Berbahan Dasar Cangkang Telur Bebek Dengan Variasi Temperatur Kalsinasi Dan Aktivator". Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura Pontianak. Penulis menyadari tanpa bantuan, bimbingan, dan doa dari berbagai pihak, penulisan skripsi ini tidak akan dapat terselesaikan dengan baik. Oleh karena itu, penulis mengucapkan rasa hormat dan terima kasih kepada :

1. Cinta pertama penulis, Bapak Isya Fachrudi dan Ibu Datin Suhaila (Almh) yang dalam perjalanan hidup yang sulit ini senantiasa menjadi motivasi dan semangat walau dalam keterbatasan interaksi fisik.
2. Nenek Hasnah serta saudara kandung penulis, Bayu Muharri dan Fajri Mubtadi yang selalu ada sebagai tempat pulang, senantiasa memberikan dukungan, nasehat serta doa kepada penulis.
3. Bapak Prof. Dr. Gusrizal, S.Si., M.Si. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura Pontianak.
4. Bapak Dr. Andi Hairil Alimudin, S.Si., M.Si. selaku Ketua Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura Pontianak.
5. Ibu Dr. Winda Rahmalia, S.Si., M.Si. selaku Ketua Prodi Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura Pontianak.
6. Bapak Adhitiyawarman, S.Si, M.Si, Ph.D, selaku dosen pembimbing pertama yang telah membimbing, memberi saran dan waktu, memotivasi, dan tempat penulis berkeluh kesah selama proses penelitian maupun penulisan skripsi dengan baik hingga akhir.
7. Ibu Titin Anita Zaharah, S.Si, M.Si selaku dosen pembimbing kedua yang telah membimbing dan memberi saran dan waktu serta memotivasi selama proses penelitian maupun penulisan skripsi dengan baik hingga akhir.

8. Ibu Dr. Endah Sayekti, S.Si., M.Si dan Prof. Dr. Gusrizal, S.Si., M.Si_dosen penguji pertama dan kedua yang telah memberikan masukan dan saran sehingga penulisan skripsi menjadi lebih baik.
9. Seluruh dosen dan staf Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan atas segudang ilmu dan bantuan yang diberikan selama penulis menyelesaikan Pendidikan di Universitas Tanjungpura.
10. Staf Laboran Program Studi Kimia, FMIPA, Universitas Tanjungpura dan Staf Laboran Pertanian Tanjungpura yang telah membantu dalam proses penelitian di laboratorium.
11. Sahabat seperjuangan penulis Alma Fiara, Elsinta Anggraeni, Mayola Pratiwi, Indri Okta Filliani, Nur Khairunnisa Asmita, Arswendy Irene Fioresta, Astia Nur Dwianti dan Ridha Aulia Febriani yang selalu menemani, mendukung dan mendoakan penulis dengan tulus.
12. Ulimaedelia Rosangraini dan Venty Zaharani selaku rekan seperjuangan dalam menyelesaikan skripsi dan teman berkeluh kesah yang selalu menemani penulis pada segala kondisi selama penelitian.
13. Diri sendiri, yang selalu mencari alasan untuk tetap hidup dan melewati banyak hal tetapi tetap bertahan hingga akhir.

Selama proses penulisan tugas akhir ini, penulis menyadari masih jauh dari kata sempurna, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi seluruh Mahasiswa/i Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura Pontianak dan pembaca pada umumnya.

Pontianak, 24 September 2025

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

LEMBAR PENGESAHAN ii
Abstrak iv
PRAKATA vi
DAFTAR ISI viii
DAFTAR GAMBAR x
DAFTAR TABEL xi
DAFTAR LAMPIRAN xii
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Tujuan Penelitian 3
1.4 Manfaat Penelitian 3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA 4
2. 1 Adsorben CaO Cangkang Telur Bebek 4
2. 2 Adsorpsi 5
2. 3 *Atomic Absorption Spectroscopy* (AAS) 6
2. 4 *X-RAY Diffraction* (XRD) 7
2. 5 *Fourier Transform Infra Red* (FTIR) 8

BAB III METODELOGI PENELITIAN 10
3. 1 Waktu Dan Tempat Penelitian 10
3. 2 Alat dan Bahan 10
3. 3 Prosedur Kerja 10
3.3.1 Preparasi Sampel dan Kalsinasi 10
3.3.2 Pembuatan larutan 11
3.3.3 Aktivasi kimia 11
3.3.4 Daya Serap Iodin 12
3.3.5 Penentuan pH optimum logam timbal (Pb) 12

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 14

4. 1 Preparasi Sampel dan Kalsinasi 14
4. 2 Hasil Karakterisasi Cangkang Telur Bebek Terkalsinasi 16
4.2.1 Analisis XRD 16
4.2.2 Analisis FTIR 19
4. 3 Aktivasi Cangkang Telur Bebek Hasil Kalsinasi 21
4. 4 Uji Daya Serap Iodin Cangkang Telur Bebek Teraktivasi $NaHCO_3$ 0.01 N dan H_3PO_4 0.01 N 22
4. 5 Uji Adsorpsi Logam Pb 24

BAB V PENUTUP 26
5.1 Simpulan 26
5.2 Saran 26

DAFTAR PUSTAKA 28

LAMPIRAN 33

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 2. 1 Cangkang telur bebek 4
Gambar 2. 2 Proses Adsorpsi 6
Gambar 4. 1 Cangkang telur bebek setelah pengovenan 14
Gambar 4. 2 (a) Sebelum Kalsinasi (b) 800ºC (c) 850ºC 15
Gambar 4. 3 Pola Difraksi XRD Cangkang Telur Bebek Kalsinasi 4 Jam 17
Gambar 4. 4 Hasil Spektra FTIR Cangkang Telur Bebek (a) Sebelum Kalsinasi (b) Setelah Kalsinasi…….. .. 19

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 2. 1 Perbedaan Kandungan Kalsium didalam Cangkang Telur 5
Tabel 4. 1 Rendemen CaO Hasil Kalsinasi Cangkang Telur Bebek…… 16
Tabel 4. 2 Kandungan Cangkang Telur Bebek Sebelum Kalsinasi dan Setelah Kalsinasi Selama 4 Jam 17
Tabel 4. 3 Perbandingan Bilangan Gelombang FTIR Cangkang Telur Bebek..... 19
Tabel 4. 4 Perbandingan Bilangan Gelombang FTIR Cangkang Telur Bebek Setelah Kalsinasi..... 20
Tabel 4. 5 Perbandingan Nilai DSI dengan Variasi Aktivator..... 23
Tabel 4. 6 %Efisiensi Adsorpsi..... 25

DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

Lampiran 1. Pembuatan CaO Cangkang Telur Bebek 33
Lampiran 2. Aktivasi CaO 33
Lampiran 3. Perhitungan Daya Serap Iodin CaO Temperatur Kalsinasi 850ºC .. 34
Lampiran 4. FTIR..... 35
Lampiran 5. Difraktogram XRD 36
Lampiran 6. Uji AAS 36

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Masalah yang kerap terjadi di negara-negara berkembang adalah polusi yang berasal dari aktivitas manusia maupun faktor alam dan dapat merusak keseimbangan ekosistem. Saat ini, perhatian utama tertuju pada pencemaran oleh logam berat yang berasal dari kegiatan industri, seperti industri kimia. Ketika logam berat ini mencemari lingkungan, zat berbahaya tersebut dapat terakumulasi dalam rantai makanan hingga tingkat trofik tertinggi, serta menyebabkan peningkatan kadar racun di tanah, udara, dan air (Fitriani *et al*., 2017). Salah satu logam berat yang paling banyak mencemari lingkungan dalam limbah tekstil adalah timbal (Pb). Hal ini terjadi karena dalam proses produksinya, industri tekstil menggunakan sejumlah besar pelarut dan bahan kimia, terutama dalam proses pewarnaan kain. Bahan kimia yang mengandung logam tersebut digunakan untuk mengikat warna pada serat kain (Nurventi, 2019). Pencegahan limbah cair tekstil yang mengandung logam berat dapat dikurangi melalui metode adsorpsi.

Metode adsorpsi dipilih karena prosesnya yang ekonomis, fleksibel, memiliki kinerja yang baik, ramah lingkungan, dan dapat diperbaharui. Sejumlah penelitian telah dilakukan dengan menggunakan adsorben kalsium oksida (CaO) dalam proses adsorpsi (Lamuru *et al*., 2023). CaO dapat diperoleh dari bahan yang mengandung kalsium karbonat, salah satunya adalah cangkang telur bebek. Cangkang telur bebek diketahui memiliki kandungan kalsium karbonat ($CaCO_3$) sebesar 94%, bahan organik sebesar 4%, dan mineral lainnya (Mittal *et al*., 2016). Selain itu, cangkang telur bebek juga mengandung asam mukopolisakarida yang bersifat polar dan berperan sebagai adsorben dalam menyerap polutan (Susanto *et al*., 2017).

CaO dapat dihasilkan dari $CaCO_3$ melalui proses dekomposisi termal atau kalsinasi pada temperatur 700ºC, dengan karbon dioksida (CO_2) sebagai hasil

sampingan (Haryono *et al*., 2018). Proses kalsinasi merupakan proses pembakaran tanpa melibatkan udara bebas. Selama proses ini, ikatan kimia diputus dan senyawa seperti CO, CO_2, H_2, dan H_2O berkurang akibat pemanasan atau reaksi endotermik, sehingga dihasilkan CaO murni yang memiliki daya adsorpsi tinggi (Komis *et al*., 2024). Terluruhnya senyawa organik dan CO_2 melalui reaksi endotermik ini juga menyebabkan massa adsorben berkurang (Nurlaela *et al*., 2014). Penurunan massa ini dapat digunakan untuk menghitung nilai rendemen CaO yang diperoleh (Komis *et al*., 2024). Rendemen merupakan rasio jumlah sampel yang terdekomposisi dan dinyatakan dalam persen (%). Rendemen yang tinggi menandakan bahwa $CaCO_3$ belum sepenuhnya terdekomposisi menjadi CaO. Oleh karena itu, peningkatan temperatur dan waktu kalsinasi diperlukan agar lebih banyak $CaCO_3$ terkonversi menjadi CaO (Handayani *et al*., 2020).

Suatu adsorben, dapat ditingkatkan daya adsorpsinya melalui aktivasi kimia baik menggunakan larutan asam maupun basa. Aktivasi kimia bertujuan untuk menghilangkan pengotor dari permukaan adsorben dan memperluas pori-porinya, sehingga meningkatkan efektivitas proses adsorpsi (Baunsele *et al*., 2023). Penelitian ini menggunakan dua jenis aktivator kimia, yaitu natrium bikarbonat ($NaHCO_3$) dan asam fosfat (H_3PO_4). Penggunaan natrium bikarbonat dipilih karena mudah melepaskan karbon dioksida (CO_2) saat bereaksi dengan akuades dan tidak merusak lingkungan (Maruni *et al*., 2022). Aktivator asam seperti H_3PO_4 cenderung masuk kedalam pori permukaan adsorben dan menyebabkan terbukanya struktur mikropori, sehingga daya serap adsorben meningkat (Patmawati, 2021).

Penelitian mengenai penggunaan adsorben cangkang telur bebek juga telah dilakukan untuk mengetahui kemampuan daya adsorpsinya terhadap logam Pb, salah satunya melalui variasi pH guna menentukan pH optimum. Dalam penelitian sebelumnya, ditentukan variasi pH 2, 3, 4, 5, dan 6. Hasilnya, adsorben cangkang telur bebek temperatur kalsinasi 850°C dan teraktivasi H_3PO_4 4N menghasilkan efisiensi adsorpsi tertinggi berada di pH 6 sebesar 97.02% (Hanifah *et al*., 2024). Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengkaji proses adsorpsi logam Pb menggunakan adsorben dari cangkang telur bebek yang

telah diaktivasi dengan natrium bikarbonat ($NaHCO_3$) dan asam fosfat (H_3PO_4), serta dengan variasi temperatur kalsinasi guna menentukan kondisi optimum dalam proses adsorpsi.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah

1. Berapa temperatur terbaik dalam pembuatan adsorben cangkang telur bebek?
2. Bagaimana pengaruh jenis aktivator terhadap daya adsorpsi adsorben cangkang telur bebek?
3. Berapa pH terbaik adsorpsi logam Pb dengan adsorben berbahan dasar cangkang telur bebek?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk

1. Untuk mengetahui temperatur terbaik dalam pembuatan adsorben cangkang telur bebek
2. Untuk mengetahui pengaruh jenis aktivator terhadap daya adsorpsi adsorben cangkang telur bebek.
3. Berapa pH terbaik adsorpsi logam Pb dengan adsorben berbahan dasar cangkang telur bebek

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini, yaitu memberikan informasi ilmiah tentang pemanfaatan limbah cangkang telur bebek sebagai adsorben dengan variasi temperatur kalsinasi dan aktivator yang digunakan sebagai adsorben untuk mengurangi kadar logam Pb. Penelitian yang dilakukan diharapkan dapat menjadi alternatif dalam pembuatan adsorben yang ramah lingkungan.