

**EFEKTIVITAS VARIASI BIOADSORBEN DARI KULIT KACANG
TANAH (*Arachys hypogaea L.*) DALAM PENYERAPAN KADMIUM (Cd)
DENGAN SISTEM BATCH**

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk melengkapi syarat mendapatkan gelar Sarjana Teknik (S.T)

Pada Program Studi Teknik Lingkungan



**UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A**

Disusun Oleh

UMMUL KHOIR

NIM. 09030521050

Dosen Pembimbing:

Eva Agustina, M.Si.

Ir. Teguh Taruna Utama, M.T.

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA

2025

PERNYATAAN KEASLIAN

Nama : Ummul Khoir
NIM : 09030521050
Program Studi : Teknik Lingkungan
Angkatan : 2021

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan Tugas Akhir saya yang berjudul **“EFEKTIVITAS VARIASI BIOADSORBEN DARI KULIT KACANG TANAH (*ARACHIS HYPOGAEA* L.) DALAM PENYERAPAN KADMIUM (Cd) DENGAN SISTEM BATCH”**. Apabila suatu saat nanti saya terbukti melakukan tindakan plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi yang ditetapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 18 Juni 2025

Yang Menyatakan



(UMMUL KHOIR)

NIM. 09030521050



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031 - 8410298 Fax. 031 - 8413300
E-Mail : saintek@uinsby.ac.id Website : www.uinsby.ac.id

**LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING
SIDANG AKHIR TUGAS AKHIR**

Nama : Ummul Khoir
NIM : 09030521050
Judul Tugas Akhir : Efektivitas Variasi Bioadsorben dari Kulit Kacang Tanah (*Arachis hypogaea L.*) dalam Penyerapan Kadmium (Cd) dengan Sistem Batch

Telah disetujui untuk pendaftaran Sidang Akhir Tugas Akhir

Surabaya, 2 Juni 2025

Dosen Pembimbing 1

Eva Agustina, M.Si.

NIP. 198908302014032008

Dosen Pembimbing 2

Ir. Teguh Taruna Utama, S.T., M.T.

NIP. 198705022023211021

PENGESAHAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

Tugas Akhir Oleh

Nama : Ummul Khoir

NIM : 09030521050

Judul Tugas Akhir : Efektivitas Variasi Bioadsorben dari Kulit Kacang Tanah (*Arachis hypogaea L.*) dalam Penyerapan Kadmium (Cd) dengan Sistem Batch

Telah dipertahankan di depan tim penguji Skripsi

Di Surabaya, 13 Juni 2025

Mengesahkan,

Dewan Penguji

Penguji I



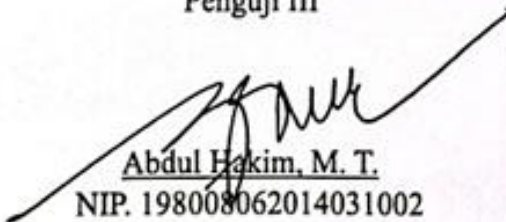
Eva Agustina, M. Si.
NIP. 198908302014032008

Penguji II



Ir. Teguh Taruna Utama, M. T.
NIP. 198705022023211021

Penguji III



Abdul Hakim, M. T.
NIP. 198008062014031002

Penguji IV



Sarita Oktorina, M. Kes.
NIP. 198710052014032003

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Ampel Surabaya



Dr. Asyraf Hamdani, M.Pd
NIP. 1965073112000021002



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
PERPUSTAKAAN

Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031 - 8410298 Fax. 031 - 8413300
E-Mail : perpus@uinsby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMISI

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini,
saya :

Nama : UMMUL KHOIR
NIM : 09030521050
Fakultas / Jurusan : SAINS DAN TEKNOLOGI / TEKNIK LINGKUNGAN
E-mail address : ummulcho@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada perpustakaan
UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Loyalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :

☒ Skripsi ☐ Thesis ☐ Desertasi ☐ Lain-lain (.....)

Yang berjudul :

**"EFEKTIVITAS VARIASI BIOADSORBEN DARI KULIT KACANG TANAH (*Arachis
hypogaea* L.) DALAM PENYERAPAN KADMIUM (Cd) DENGAN SISTEM BATCH"**

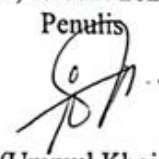
Beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Loyalti Non-Eksklusif ini
Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media / fotmat-kan,
mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan
menampilkan / mempublikasikannya di internet atau media lain secara *fulltext* untuk
kepentingan akademis tanpa perlu meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama
saya sebagai penulis / pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak perpustakaan UIN
Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran hak cipta
dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat sebenarnya.

Surabaya, 19 Juni 2025

Penulis


(Ummul Khoir)

ABSTRAK

Logam berat Cd dapat berpotensi menjadi pencemar bagi lingkungan apabila tidak memenuhi baku mutu. Pemanfaatan kulit kacang tanah menjadi tiga jenis bioadsorben dapat membantu meremediasi kandungan logam Cd. Penelitian ini mempunyai tujuan untuk menganalisa pengaruh efektivitas penyerapan logam berat berdasarkan variasi konsentrasi dan waktu kontak terhadap penyerapan serta menentukan isoterm adsorpsi yang sesuai dengan hasil penelitian. Metode yang digunakan pada penelitian ini berupa eksperimen dengan pembuatan tiga variasi jenis bioadsorben yaitu bioadsorben kulit kacang tanah (KKT), karbon aktif tanpa aktivasi (KA), serta karbon aktif dengan aktivasi (KAA). Perlakuan sampel dilakukan dengan variasi konsentrasi 10, 20, dan 30 ppm dan waktu 60, 90, dan 120 menit pada perlakuannya. Pengujian data yang didapatkan diolah dengan uji regresi linear dua variabel. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa bioadsorben KA menghasilkan efektivitas penyerapan paling tinggi sebesar 99,4% dengan konsentrasi 30 ppm dalam waktu 60 menit. Hasil pengujian statistik, menunjukkan bahwa variasi konsentrasi dan jenis bioadsorben memberikan pengaruh terhadap penyerapan, berbeda dengan variasi waktu yang tidak memberikan pengaruh. Penyerapan terjadi sesuai dengan pola isoterm Freundlich yang terjadi pada lapisan heterogen.

Kata kunci: Bioadsorben, kulit kacang tanah, logam Cd, isoterm adsorpsi.

ABSTRACT

Cadmium (heavy metal) has the potential to become an environmental pollutant if it does not meet quality standards. The utilization of peanut shells into three types of bioadsorbents can help remediate the Cd content. This study aims to analyze the effect of adsorption effectiveness of heavy metals based on variations in concentration and contact time, as well as to determine the adsorption isotherm that best fits the research findings. The method used in this research is experimental, involving the preparation of three types of bioadsorbents: peanut shell bioadsorbent (KKT), non-activated carbon (KA), and activated carbon (KAA). The samples were treated using concentration variations of 10, 20, and 30 ppm and contact times of 60, 90, and 120 minutes. The data obtained were analyzed using two-variable linear regression. The results show that the KA bioadsorbent achieved the highest adsorption effectiveness, reaching 99.4% at a concentration of 30 ppm within 60 minutes. Statistical analysis indicated that variations in concentration and bioadsorbent type had a significant effect on adsorption, whereas variations in contact time had no significant effect. The adsorption followed the Freundlich isotherm pattern, indicating adsorption occurred on a heterogeneous surface.

Keywords: bioadsorbent, peanut shell, cadmium, adsorption isotherm

DAFTAR ISI

HALAMAN MOTTO	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
ABSTRAK.....	viii
ABSTRACT.....	ix
KATA PENGANTAR.....	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	8
1.3 Tujuan Penelitian.....	8
1.4 Manfaat Penelitian.....	8
1.5 Batasan Masalah.....	9
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	11
2.1 Air Limbah	11
2.2 Logam Berat Kadmium (Cd).....	12
2.3 Metode Penyerapan (Sorpsi)	14
2.4 Bioadsorben.....	17
2.5 Kulit Kacang Tanah	19
2.6 Sistem Batch.....	21
2.7 Analisis AAS dan SEM	22
2.8 Isoterm.....	24
2.9 Integrasi Keislaman	26
2.10 Penelitian Terdahulu	28
BAB III METODE PENELITIAN.....	33
3.1 Rancangan Penelitian	33
3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian	33
3.3 Tahapan Penelitian.....	34
3.4 Alat dan Bahan	40
3.5 Variabel Penelitian.....	41
3.6 Definisi Operasional.....	41
3.7 Hipotesis Penelitian	42

3.8	Prosedur Penelitian	43
3.9	Analisis Data	49
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		51
4.1	Karakterisasi Bioadsorben Kulit Kacang Tanah	51
4.2	Deformasi Morfologi dan Struktur Bioadsorben Sebelum dan Sesudah Perlakuan	59
4.3	Efektivitas Penyerapan Bioadsorben	63
4.4	Analisis Variasi Konsentrasi dan Waktu Terhadap Penyerapan Cadmium	71
4.5	Isoterm Adsorpsi	80
BAB V KESIMPULAN		92
DAFTAR PUSTAKA		93
<i>Lampiran 1. Perhitungan Preparasi Penelitian</i>		101
<i>Lampiran 2. Prosedur Penelitian</i>		105
<i>Lampiran 3. Perhitungan Hasil Penelitian</i>		115
<i>Lampiran 4. Perhitungan Isoterm Adsorpsi</i>		119
<i>Lampiran 5. Hasil Uji SEM EDS</i>		129
<i>Lampiran 6. Hasil Uji AAS</i>		130

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Referensi Penelitian Terdahulu	28
Tabel 3. 1 Rancangan Percobaan Bioadsorben KKT	38
Tabel 3. 2 Rancangan Percobaan Bioadsorben KA	39
Tabel 3. 3 Rancangan Percobaan Bioadsorben KAA.....	40
Tabel 3. 4 Definisi Operasional Penelitian.....	42
Tabel 4. 1 Klasifikasi Tanaman Kacang Tanah	51
Tabel 4. 2 Identifikasi Jenis Varietas Kacang Tanah	52
Tabel 4. 3 Unsur Kimia dalam Bioadsorben KA (Hasil Uji EDS).....	55
Tabel 4. 4 Hasil Perhitungan Kadar Air	57
Tabel 4. 5 Hasil Perhitungan Kadar Abu.....	58
Tabel 4. 6 Rata-Rata Efektivitas Penyerapan Logam Cd.....	63
Tabel 4. 7 Persentase Efektivitas Tertinggi dari Tiga Jenis Bioadsorben.....	64
Tabel 4. 8 Uji Normalitas	68
Tabel 4. 9 Uji Kolinearitas	68
Tabel 4. 10 Uji Regresi Linear Dua Variabel	69
Tabel 4. 11 Hasil Uji F	70
Tabel 4. 12 Hasil Uji Koefisien Determinasi	71
Tabel 4. 13 Variasi Konsentrasi dan Absorbansi Larutan Standar Uji AAS.....	71
Tabel 4. 14 Data Input Kurva Isoterm.....	81
Tabel 4. 15 Data Input Kurva Isoterm.....	82
Tabel 4. 16 Data Input Kurva Isoterm.....	82
Tabel 4. 17 Data Input Kurva Isoterm.....	83
Tabel 4. 18 Data Input Kurva Isoterm.....	84
Tabel 4. 19 Data Input Kurva Isoterm.....	85
Tabel 4. 20 Data Input Kurva Isoterm.....	86
Tabel 4. 21 Data Input Kurva Isoterm.....	87
Tabel 4. 22 Data Input Kurva Isoterm.....	88

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Mekanisme Adsorpsi.....	19
Gambar 2. 2 Kulit Kacang Tanah.....	20
Gambar 2. 3 Mekanisme Pembakaran di dalam AAS.....	23
Gambar 2. 4 SEM Karbon Aktif dengan Perbesaran 500-1000 Kali	24
Gambar 3. 1 Diagram Penelitian.....	35
Gambar 3. 2 Kerangka Penelitian	37
Gambar 4. 1 Permukaan Bioadsorben KA Sebelum (a) dan Setelah (b) Proses Penyerapan Cd.....	54
Gambar 4. 2 Perbandingan Bioadsorben Kulit Kacang Tanah Sebelum (a) dan Setelah (b) Perlakuan	60
Gambar 4. 3 Perbandingan Bioadsorben Karbon Aktif Sebelum (a) dan Sesudah (b) Perlakuan	61
Gambar 4. 4 Perbandingan Bioadsorben Karbon Aktif dengan Aktivasi Sebelum (a) dan Sesudah (b) Perlakuan.....	62
Gambar 4. 5 Mekanisme Penyerapan Ion Cd Oleh Gugus Hidroksil	66
Gambar 4. 6 Uji Homogenitas dengan Residuals Plot.....	69
Gambar 4. 7 Kurva Larutan Standar Cd pada AAS	72
Gambar 4. 8 Efektivitas Bioadsorben dengan Konsentrasi (a) 10 ppm (b) 20 ppm (c) 30 ppm pada Waktu 60 Menit	73
Gambar 4. 9 Efektivitas Bioadsorben dengan Konsentrasi (a) 10 ppm (b) 20 ppm (c) 30 ppm pada Waktu 90 Menit	74
Gambar 4. 10 Efektivitas Bioadsorben dengan Konsentrasi (a) 10 ppm (b) 20 ppm (c) 30 ppm pada Waktu 120 Menit	75
Gambar 4. 11 Efektivitas Bioadsorben dengan Waktu (a) 60 Menit (b) 90 Menit (c) 120 Menit pada Konsentrasi 10 ppm	76
Gambar 4. 12 Efektivitas Bioadsorben dengan Waktu (a) 60 Menit (b) 90 Menit (c) 120 Menit pada Konsentrasi 20 ppm	78
Gambar 4. 13 Efektivitas Bioadsorben dengan Waktu (a) 60 Menit (b) 90 Menit (c) 120 Menit pada Konsentrasi 30 ppm	79
Gambar 4. 14 Kurva Adsorpsi Bioadsorben KKT (a) Langmuir dan (b) Freundlich	81
Gambar 4. 15 Kurva Adsorpsi Bioadsorben KKT (a) Langmuir dan (b) Freundlich	82
Gambar 4. 16 Kurva Adsorpsi Bioadsorben KKT (a) Langmuir dan (b) Freundlich	83
Gambar 4. 17 Kurva Adsorpsi Bioadsorben KA (a) Langmuir dan (b) Freundlich	84
Gambar 4. 18 Kurva Adsorpsi Bioadsorben KA (a) Langmuir dan (b) Freundlich	85
Gambar 4. 19 Kurva Adsorpsi Bioadsorben KA (a) Langmuir dan (b) Freundlich	86
Gambar 4. 20 Kurva Adsorpsi Bioadsorben KAA (a) Langmuir dan (b) Freundlich	87
Gambar 4. 21 Kurva Adsorpsi Bioadsorben KAA (a) Langmuir dan (b) Freundlich	88
Gambar 4. 22 Kurva Adsorpsi Bioadsorben KAA (a) Langmuir dan (b) Freundlich	89

DAFTAR PUSTAKA

- Adhani, R., & Husaini, H. (2017). *Logam Berat Sekitar Manusia*. Lambung Mangkurat University Press.
- Afrianti, S. (2020). Analisa Tingkat Pencemaran Logam Berat Timbal (Pb) di Daerah Aliran Sungai Deli Sumatera Utara. *Jurnal Biologi Lingkungan, Industri, Kesehatan*, 6(82), 153–161. <https://doi.org/10.31289/biolink.v6i2.2964>
- Alfarisi, M. S., Oktasari, A., & Fitriyani, D. (2022). Biji Keblul (*Caesalpinia Bonduc* L. Roxb) sebagai Adsorben Logam Besi (Fe). *Sainteks*, 18(2), 107. <https://doi.org/10.30595/sainteks.v18i2.12689>
- Amalia, V. N., Oktorina, S., & Setyowati, R. D. N. (2022). Efisiensi Penyerapan Logam Besi (Fe) Menggunakan Adsorben Cangkang Telur Ayam dengan Sistem Batch. *Teknologi Technoscientia*, 14(2), 91–96. <https://doi.org/https://doi.org/10.61844/jtkm.v2i2.691>
- Aman, F., Mariana, M., Mahidin, M., & Maulana, F. (2018). Penyerapan Limbah Cair Amonia Menggunakan Arang Aktif Ampas Kopi. *Jurnal Litbang Industri*, 73–81. <https://doi.org/https://doi.org/10.24960/jli.v8i1.3685.47-52>
- Amrillah, N. A. Z., Rahayu, A., Hakika, D. C., Sisca, V., Veranica, V., Chusna, F. M. A., Anggresani, L., & Lim, L. W. (2025). Isothermic Adsorption Study of Nitrate Ion Adsorption in Bioethanol Waste Using Quaternary Ammonium Polymer. *Jurnal Sains Natural*, 15, 1–9. <https://doi.org/https://doi.org/10.31938/jsn.v15i2>
- Anggraini, N., Agustina, T. E., & Hadiah, F. (2022). Pengaruh pH dalam Pengolahan Air Limbah Laboratorium Dengan Metode Adsorpsi untuk Penurunan Kadar Logam Berat Pb, Cu, dan Cd. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 20(2), 345–355. <https://doi.org/10.14710/jil.20.2.345-355>
- Anjani, F., Muslimah, & Halimatussakdiah. (2024). *Aplikasi Zeolit Teraktivasi Asam Sebagai Purifikator Garam Aceh Timur*. 6(April), 24–28. <https://doi.org/https://ejurnalunsam.id/index.php/JQ>
- Anwar, H., Sari, D. K., Djana, M., & Ristanti, D. E. (2025). *Perbandingan Efektivitas Adsorpsi Ion Logam Timbal (Pb) Menggunakan Biji Buah Durian Teraktivasi NaOH dan HCl*. 10, 65–72. <https://doi.org/https://doi.org/10.31851/redoks.v10i1.17070>
- Anwar, N. A. F., Meicahayanti, I., & Rahayu, D. E. (2022). Pengaruh Variasi Waktu Kontak dan Massa Adsorben Kulit Jeruk Siam (*Citrus Nobilis*) terhadap Penyisihan Kadmium (Cd) dan Merkuri (Hg). *Jurnal Teknologi Lingkungan UNMUL*, 6(1), 35. <https://doi.org/10.30872/jtlunmul.v6i1.7409>
- Arif, A., Malik, M. F., Liaqat, S., Aslam, A., Mumtaz, K., Afzal, A., Ch, D. M., Nisa, K., Khurshid, F., Arif, F., Khalid, M. S. Z., & Javed, R. (2020). Water Pollution and Industries. *Pure and Applied Biology*, 9(4), 2214–2224. <https://doi.org/10.19045/bspab.2020.90237>

- Asril, M., Nirwanto, Y., Purba, T., Rohman, L. M. H. F., Siahaan, A. S. ., Junairiah, E. S., Sa'adah, T. T., Sudarmi, T. N., Mahyati, M., & Mazlina, M. (2022). *Ilmu Tanah*. Yayasan Kita Menulis.
- Azizah, M., & Maslahat, M. (2021). Kandungan Logam Berat Timbal (Pb), Kadmium (Cd), dan Merkuri (Hg) di dalam Tubuh Ikan Wader (*Barbodes binotatus*) dan Air Sungai Cikaniki, Kabupaten Bogor. *Limnotek : Perairan Darat Tropis Di Indonesia*, 28(2), 83–93. <https://doi.org/10.14203/limnotek.v28i2.331>
- Babel, S., & Kurniawan, T. A. (2003). Low-cost Adsorbents for Heavy Metals Uptake from Contaminated Water: A Review. *Journal of Hazardous Materials*, 97(1–3), 219–243. [https://doi.org/10.1016/S0304-3894\(02\)00263-7](https://doi.org/10.1016/S0304-3894(02)00263-7)
- Batu, M. S., Naes, E., & Kolo, M. M. (2022). Pembuatan Karbon Aktif dari Limbah Sabut Pinang Asal Pulau Timor Sebagai Biosorben Logam Ca dan Mg dalam Air Tanah. *Jurnal Integrasi Proses*, 11(1), 21. <https://doi.org/10.36055/jip.v11i1.13181>
- Beru Ketaren, C. B., Hakim, A. A., Fahrudin, A., & Wardiyatno, Y. (2019). Kandungan Logam Berat Pb Undur-Undur Laut dan Implikasinya pada Kesehatan Manusia. *Jurnal Biologi Tropis*, 19(1), 90–100. <https://doi.org/10.29303/jbt.v19i1.1066>
- Cecen, F., & Aktas, O. (2010). *Activated Carbon for Water and Wastewater Treatment : Integration of Adsorption*. WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.
- Demirbas, A. (2008). Heavy Metal Adsorption onto Agro-based Waste Materials: A Review. *Journal of Hazardous Materials*, 157(2–3), 220–229. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2008.01.024>
- El-Sheekh, M., El Sabagh, S., Abou El-Souod, G., & Elbeltagy, A. (2019). Biosorption of Cadmium from Aqueous Solution by Free and Immobilized Dry Biomass of *Chlorella vulgaris*. *International Journal of Environmental Research*, 13(3), 511–521. <https://doi.org/10.1007/s41742-019-00190-z>
- Fajar, M. (2019). *Adsorpsi Ion Logam Berat Cd, Cu, dan Pb Menggunakan Kulit Kacang Tanah (Arachis Hypogaea. L)* [UIN Syarif Hidayatullah Jakarta]. <https://doi.org/https://repository.uinjkt.ac.id/dspace/handle/123456789/64778>
- Fikriyah, Y. U., & Nasution, R. S. (2022). Analisis Kadar Air dan Kadar Abu pada Teh Hitam yang Dijual di Pasaran dengan Menggunakan Metode Gravimetri. *Amina*, 3(2), 50–54. <https://doi.org/10.22373/amina.v3i2.2000>
- Fitrianah, L., & Agus Rachmad Purnama. (2021). Pola Sebaran Spasial Logam Berat Kadmium di Sungai Kawasan Industri Berbek Kabupaten Sidoarjo. *Journal of Research and Technology*, 7(1), 41–50. <https://doi.org/10.55732/jrt.v7i1.306>
- Fitriyani, A. (2022). *Efektivitas Nanopartikel Kulit Kacang Tanah Arachis Hypogaea Sebagai Adsorben Timbal (Pb) dan Tembaga (Cu) pada Limbah*

- Cair Industri Aki* [UIN Syarif Hidayatullah Jakarta]. <https://doi.org/https://repository.uinjkt.ac.id/dspace/handle/123456789/64778>
- Gandaningrum, D., Susatyo, E. B., & Prasetya, A. T. (2017). Sintesis Arang Aktif Kulit Kacang Tanah Sebagai Adsorben Sulfida Terinterferensi Nitrit. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 6(1), 38–42. <https://doi.org/https://doi.org/10.15294/ijcs.v4i3.8277>
- Ganing, M. (2022). *Pengaruh Konsentrasi Aktivator NaOH pada Arang Aktif Tongkol Jagung terhadap Adsorpsi Ion Pb²⁺*. 1, 76–80. <https://doi.org/https://doi.org/10.61844/jtkm.v1i2.265>
- Ghony, M. A., Prihatin, T., & Rizky, C. A. (2023). Pengaruh Presipitasi NaOH dan Ca(OH)₂ Terhadap Penurunan Kadar Tembaga Pada Limbah Cair PLTU Tanjung Enim 3 X 10 MW (PT. BEST). *Jurnal Ilmiah Teknik Dan Sains*, 1(1), 24–28. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.62278/jits.v1i1.5>
- Handayani, D., Alaa, S., Kurniawidi, D. W., & Rahayu, S. (2022). Pengolahan Limbah Cangkang Kerang Mutiara (*Pinctada Maxima*) Sebagai Adsorben Logam Berat Fe. *Jurnal Pertambangan Dan Lingkungan*, 3(2), 10–15. <https://doi.org/https://doi.org/10.31764/jpl.v3i2.11464>
- Hanum, F., Gultom, R. J., & Simanjuntak, M. (2017). Adsorpsi Zat Warna Metilen Biru dengan Karbon Aktif dari Kulit Durian Menggunakan KOH dan NaOH Sebagai Aktivator. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 6(1), 53. <https://doi.org/https://doi.org/10.32734/jtk.v6i1.1565>
- Hariyanti, P., & Razif, M. (2019). Pemanfaatan Ampas Tebu (*Saccharum Officinarum* L) sebagai Adsorben untuk Penurunan Logam Berat Kromium Heksavalen (Cr⁶⁺) pada Limbah Buatan dengan Menggunakan Metode Batch. *Seminar Teknologi Perencanaan, Perancangan, Lingkungan Dan Infrastruktur*, 72, 420. <https://doi.org/https://ejurnal.itats.ac.id/stepplan/article/view/808/680>
- Hasan, A., Yerizam, M., Habib Yahya, M., Terapan, S., Kimia, T., Jurusan, /, Kimia, T., Sriwijaya, N., Srijaya, J., Bukit, N., & Palembang, B. (2021). Mekanisme Adsorben Zeolit dan Manganese Zeolit terhadap Logam Besi (Fe). *Jurnal Kinetika*, 12(01), 9–17. <https://doi.org/https://jurnal.polsri.ac.id/index.php/kimia/index>
- Hashemian, S., Salari, K., & Yazdi, Z. A. (2014). Preparation of Activated Carbon from Agricultural Wastes (Almond Shell and Orange Peel) for Adsorption of 2-Pic from Aqueous Solution. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 20(4), 1892–1900. <https://doi.org/10.1016/j.jiec.2013.09.009>
- Haura, U., Razi, F., & Meilina, H. (2017). Karakterisasi Adsorben dari Kulit Manggis dan Kinerjanya Pada Adsorpsi Logam Pb (II) dan Cr (VI). *Biopropal Industri*, 8(1), 47–54. <https://doi.org/https://doi.org/10.36974/jbi.v8i1.2590>
- Hesty, H. N. H., Hadisoebroto, G., & Dewi, L. (2023). Efektivitas Karbon Aktif Kulit Salak Salacca Zalacca (Gaert) Voss Sebagai Bioadsorben Logam Tembaga (Cu) dari Limbah Laboratorium Farmasi. *Jurnal Ilmiah Ecosystem*,

23(3), 624–636. <https://doi.org/10.35965/eco.v23i3.3887>

- Hiew, B. Y. Z., Lee, L. Y., Lee, X. J., Thangalazhy-Gopakumar, S., & Gan, S. (2021). Utilisation of Environmentally Friendly Okara-based Biosorbent for Cadmium(II) Removal. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(30), 40608–40622. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-09594-3>
- Ifa, L., Nurdjannah, Syarif, T., & Darnengsih. (2021). *Bioadsorben dan Aplikasinya*. Yayasan Pendidikan Cendekia Muslim. http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2008.06.005%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/305320484_SISTEM_PEMBETUNGAN_TERPUSAT_STRATEGI_MELESTARI
- Indriyani, L. A., Arif, Z., Linda, R., Purwaningsih, H., & Rafi, M. (2019). Optimization of Cd(II) Adsorption Condition by Glycine-Modified Silica-based Adsorbent Using Central Composite Design. *Jurnal Kimia Sains Dan Aplikasi*, 22(5), 184–191. <https://doi.org/10.14710/jksa.22.5.184-191>
- Irawanto, R., & Mangkoedihardjo, S. (2015). Konsentrasi Logam Berat (Pb dan Cd) pada Bagian Tumbuhan Akuatik *Acanthus ilicifolius* (Jeruju). *Jurnal Purifikasi*, 15(1), 53–66. <https://doi.org/https://purifikasi.id/index.php/purifikasi/article/view/25>
- Ischak, N. I., Fazriani, D., & Botutihe, D. N. (2021). *Ekstraksi dan Karakterisasi Selulosa dari Limbah Kulit Kacang Tanah (Arachys hypogaea L .) Sebagai Adsorben Ion Logam Besi*. 3(1), 27–36. <https://doi.org/https://www.collegesidekick.com/study-docs/13977905>
- Julinawati, Marlina, Rosnani, N., & Sheilatin. (2015). Applying Sem-Edx Techniques to Identifying the Types of Mineral of Jades (Giok) Takengon, Aceh. *Jurnal Natural*, 15(2), 44–48. <https://doi.org/https://doi.org/10.24815/jn.v15i2.5377>
- Kaplan, D. (2013). Absorption and Adsorption of Heavy Metals by Microalgae. *Handbook of Microalgal Culture: Applied Phycology and Biotechnology: Second Edition*, 602–611. <https://doi.org/10.1002/9781118567166.ch32>
- Karim, M. A., Juniar, H., & Ambarsari, M. F. P. (2018). Adsorpsi Ion Logam Fe dalam Limbah Tekstil Sintesis dengan Menggunakan Metode Batch. *Jurnal Distilasi*, 2(2), 68. <https://doi.org/10.32502/jd.v2i2.1205>
- Kasno, A., & Didik, H. (2014). Karakteristik Varietas Unggul Kacang Tanah dan Adopsinya oleh Petani. *IPTEK Tanaman Pangan*, 9(1), 13–23. <https://doi.org/https://repository.pertanian.go.id/server/api/core/bitstreams/020b8278-1b6c4d4b-bc9e-acd36225271e/content>
- Komala, R., Dewi, D. S., & Pandiyah, N. (2021). Proses Adsorpsi Karbon Aktif Kulit Kacang Tanah terhadap Penurunan Kadar Cod dan Bod Limbah Cair Industri Tahu. *Jurnal Redoks*, 6(2), 139–148. <https://doi.org/10.31851/redoks.v6i2.6382>
- Kurniaty, I., Habibah, U., Yustiana, D., & Fajriah, I. (2017). Proses Delignifikasi

- Menggunakan NaOH dan Amonia (NH₃) pada Tempurung Kelapa. *Jurnal Integrasi Proses*, 6(4), 197. <https://doi.org/10.36055/jip.v6i4.2546>
- Marzuki, A. R. (2007). *Bertanam Kacang Tanah*. Penebar Swadaya.
- Mayangsari, N. E., & Astuti, U. P. (2021). Model Kinetika Adsorpsi Logam Berat Cu Menggunakan Selulosa Daun Nanas. *Jurnal Chemurgy*, 5(1), 15. <https://doi.org/10.30872/cmg.v5i1.5477>
- Miller, J. N., & Miller, J. C. (2010). Statistics and Chemometrics for Analytical Chemistry. In *Technometrics* (VI, Vol. 46, Issue 4). Pearson Education Limited. <https://doi.org/10.1198/tech.2004.s248>
- Moray, O. I., Tani, D., & Gumolung, D. (2021). Optimalisasi Adsorpsi Kitosan dari Kitin Cangkang Keong Sawah (Pilla Ampullacea) Terhadap Logam Kadmium (Cd). *Fullerene Journal of Chemistry*, 6(1), 1. <https://doi.org/10.37033/fjc.v6i2.172>
- Muhamad, H. (2008). *Biosorption of Cd²⁺ and Cu²⁺ onto Wheat Straw Using Batch and Continuous Fixed-bed Column Systems*. Ryerson University.
- Nandari, W. W., Zabrina, N., & Sitta, M. P. (2024). Pengaruh Jenis dan Konsentrasi Aktivator pada Pembuatan Karbon Aktif Berbahan Dasar Tempurung Kelapa. *Jurnal Kimia Dan Rekayasa*, 4(2), 71–77. <https://doi.org/https://doi.org/10.31001/jkireka.v4i2>
- Novita, S. A., Fudholi, A., & Doktor. (2021). Parameter Operasional Pirolisis Biomassa. *Agroteknika*, 4 (1)(1), 53–67. <https://doi.org/https://doi.org/10.32530/agroteknika.v4i1.105>
- Nurjhanna Jais, Muhammad Ikhtiar, Abd. Gafur, Hasriwiani Habo Abbas, & Hidayat. (2020). Bioakumulasi Logam Berat Kadmium (Cd) dan Kromium (Cr) yang Terdapat dalam Air dan Ikan di Sungai Tallo Makassar. *Window of Public Health Journal*, 1(3), 261–273. <https://doi.org/10.33096/woph.v1i3.65>
- Octavia, C. K. A. B. (2019). Efektivitas Kulit Kacang Tanah (Arachis Hypogaea L.) Sebagai Bioadsorben Logam Berat Kromium VI Pada Limbah Industri Pelapisan Logam Krom. In *Skripsi*. Stikes Widyagama Husada, Malang.
- Oktasari, A. (2018). Kulit Kacang Tanah (Arachis hypogaea L.) sebagai Adsorben Ion Pb(II). *ALKIMIA: Jurnal Ilmu Kimia Dan Terapan*, 2(1), 17–27. <https://doi.org/10.19109/alkimia.v2i1.2258>
- Oktavia, Z., Budiyono, & Dewanti, N. A. Y. (2016). Pengaruh Variasi Lama Kontak Fitoremediasi Tanaman Kiambang (Salvinia Molesta) terhadap Kadar Kadmium (Cd) pada Limbah Cair Home Industry Batik “X” Magelang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat (e-Journal)*, 4, 238–246. <https://doi.org/https://doi.org/10.14710/jkm.v4i5.14534>
- Pandia, S., & Warman, B. (2017). PEMANFAATAN KULIT JENGKOL SEBAGAI ADSORBEN DALAM PENYERAPAN LOGAM Cd (II) PADA LIMBAH CAIR INDUSTRI PELAPISAN LOGAM. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 5(4), 57–63. <https://doi.org/10.32734/jtk.v5i4.1556>

- Parsons, P., & Dixon, G. (2014). *The Periodic Table (A Field Guide to the Elements)* (Vol. 11, Issue 1). Quercus Publishing. http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2008.06.005%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/305320484_SISTEM_PEMBETUNGAN_TERPUSAT_STRATEGI_MELESTARI
- Peled, D., Pratt, V., & Holzmann, G. (1997). *Report Documentation Page*. 1110, 405–405. <https://doi.org/10.1090/dimacs/029/20>
- Perdana, A., Zarkasi, A., Hamdani, D., Natalisanto, A. I., & Munir, R. (2023). Karakteristik Adsorben Ampas Teh dalam Menyerap Ion Logam Timbal Menggunakan Model Isoterm Langmuir. *Jurnal Ilmu Dan Inovasi Fisika*, 07(01), 90–97. <https://doi.org/https://doi.org/10.24198/jiif.v7i1.42746>
- Plöhn, M., Escudero-Oñate, C., & Funk, C. (2021). Biosorption of Cd(II) by Nordic Microalgae: Tolerance, Kinetics and Equilibrium Studies. *Algal Research*, 59(May). <https://doi.org/10.1016/j.algal.2021.102471>
- Pontoh, C. E., Mauliddina, R., & Sahraeni, S. (2024). Penurunan Kadar Fe dengan Adsorben Arang Aktif dari Gambut Fibrik Teraktivasi NaCl. *Jurnal Inovasi Global*, 2(7), 688–695. <https://doi.org/10.58344/jig.v2i7.122>
- Purwitasari, D. G., Tussania, R., & Fathoni, R. (2022). Adsorpsi Logam Kadmium (Cd) pada Kadmium Sulfat (CdSO₄) Menggunakan Batang Pohon Pisang Sebagai Adsorben. *Jurnal Chemurgy*, 6(1), 52. <https://doi.org/10.30872/cmg.v6i1.7905>
- Putri, S. A., Hanavia, M. S., Chrisnandari, R. D., & Ningsih, W. (2024). Efektifitas Karbon Aktif Limbah Kulit Kacang Termodifikasi dengan Metode Kopresipitasi sebagai Adsorben Tembaga dan Besi pada Limbah Cair. 10(9), 798–811. <https://doi.org/https://doi.org/10.24853/jurtek.13.1.33-42>
- Rahman, A., Aziz, R., Indrawati, A., & Usman, M. (2020). Pemanfaatan Beberapa Jenis Arang Aktif Sebagai Bahan Absorben Logam Berat Cadmium (Cd) pada Tanah Sedimen Drainase Kota Medan Sebagai Media Tanam. *Jurnal Agroteknologi Dan Ilmu Pertanian*, 1(1), 42–54. <https://doi.org/https://doi.org/10.31289/agr.v5i1.4240>
- Rahmayanti, A. (2023). Analisis Kualitas Air Limbah Industri Logam di Kabupaten Sidoarjo dalam Menyingkirkan TSS dan Logam Berat. *Environmental Engineering Journal ITATS*, 3(1), 74–79. <https://doi.org/10.31284/j.envitats.2023.v3i1.4115>
- Ratnaningrum, H. (2011). *Biosorpsi Kromium Heksavalen Menggunakan Konsorsium Mikroalga Terimmobilisasi*. Institut Teknologi Bandung.
- Rida, R., & Nizar, U. K. (2023). Potensi Kulit Kacang Tanah (*Arachis hypogaea*) Sebagai Sumber Karbon untuk Material Maju. *Jurnal Periodic Jurusan Kimia UNP*, 12(1), 84. <https://doi.org/10.24036/p.v12i1.117109>
- Safe, S., & Hutzinger, O. (1988). Cadmium. *Environmental Toxin Series; Vol 2*. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-70553-3>

- Said, N. I. (2018). Metoda Penghilangan Logam Berat (As, Cd, Cr, Ag, Cu, Pb, Ni dan Zn) di Dalam Air Limbah Industri. *Jurnal Air Indonesia*, 6(2), 136–148. <https://doi.org/10.29122/jai.v6i2.2464>
- Sari, F., Fitriyano, G., Syamsudin, Redjeki, A. S., & Hadikusuma, H. (2022). Pengaruh pH dan Waktu Terhadap Adsorpsi Logam Timbal (Pb) dengan Arang Aktif dari Gambas (*Luffa acutangula*) atau Oyong Kering. *Jurnal Konversi*, 11(1), 31–38. <https://doi.org/https://doi.org/10.24853/konversi.11.1.8>
- Satarug, S. (2019). Cadmium Sources and Toxicity. *Toxics*, 7(2). <https://doi.org/10.3390/TOXICS7020025>
- Sawyer, C. N., McCarty, P. L., & Parkin, G. F. (2003). *Chemistry for Environmental Engineering and Science*. The McGraw-Hill Companies, Inc.
- Sethu, V. S., Goey, K. S., Iffah, F. R., Khoo, C. M., & Andresen, J. M. (2012). Adsorption Characteristics of Cu (II) Ions in Aqueous Solutions Using *Mangifera indica* (mango) Leaf Biosorbents. *Journal of Environmental Research and Development*, 5(2), 262–278. <https://doi.org/http://www.jerad.org/ppapers/dnload.php?vl=5&is=2&st=262>
- Setyorini, D., Arninda, A., Syafaatullah, A. Q., & Panjaitan, R. (2023). Penentuan Konstanta Isoterm Freundlich dan Kinetika Adsorpsi Karbon Aktif Terhadap Asam Asetat. *Eksergi*, 20(3), 149. <https://doi.org/10.31315/e.v20i3.10835>
- Skoog, D. A., Holler, F. J., & Crouch, S. R. (2016). Principles of Instrumental Analysis. In *Cengage Learning Solutions* (Vol. 7). [https://doi.org/10.1016/0020-7381\(82\)80120-4](https://doi.org/10.1016/0020-7381(82)80120-4)
- Sud, D., Mahajan, G., & Kaur, M. P. (2008). Agricultural Waste Material as Potential Adsorbent for Sequestering Heavy Metal Ions from Aqueous Solutions - A Review. *Bioresource Technology*, 99(14), 6017–6027. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2007.11.064>
- Sudamalla, P., Matheswaran, M., & Saravanan, P. (2012). Optimization of Operating Parameters Using Response Surface Methodology for Adsorption of Crystal Violet by Activated Carbon Prepared from Mango Kernel. *Sustainable Environment Research*, 22(1), 1–7. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4236/as.2013.45B013>
- Sulistia, S., & Septisya, A. C. (2020). Analisis Kualitas Air Limbah Domestik Perkantoran. *Jurnal Rekayasa Lingkungan*, 12(1), 41–57. <https://doi.org/10.29122/jrl.v12i1.3658>
- Suwazan, D., Nurhidayanti, N., Fahmi, A. B., & Riyadi, A. (2022). Pemanfaatan Kitosan dan Karbon Aktif dari Ampas Teh dalam Menurunkan Logam Kadmium dan Arsen pada Limbah Industri PT X. 10(2), 91–102. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.26760/rekalingkungan.v10i2.91-102>
- Syukur, A., Indah, S., & Komala, P. S. (2023). Studi Kinetika dan Isoterm Adsorpsi Abu Tandan Kosong Kelapa Sawit dalam Penyisihan Warna Air Limbah Pabrik Minyak Kelapa Sawit. *Cived*, 10(1), 218–227.

<https://doi.org/10.24036/cived.v10i1.377112>

- Tang, Z., Qiu, Z., Lu, S., & Shi, X. (2020). Functionalized Layered Double Hydroxide Applied to Heavy Metal Ions Absorption: A Review. *Nanotechnology Reviews*, 9(1), 800–819. <https://doi.org/10.1515/ntrev-2020-0065>
- Triachdiani, N., & Murtini, E. S. (2021). Pengaruh Varietas Kacang Tanah (*Arachis Hypogaea* L.) dan Rasio Gula Aren : Gula Pasir Terhadap Karakteristik Enting-Enting Geti. *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, 9(2), 100–110. <https://doi.org/10.21776/ub.jpa.2021.009.02.4>
- Utama, T. T. (2015). *Biosorpsi Krom Heksavalen Menggunakan Mikroalga Amobil dalam Sistem Kontinyu*. Institut Teknologi Bandung.
- Wahyuni, R. R. (2023). *Pemanfaatan Limbah Kulit Singkong Sebagai Bioadsorben untuk Penurunan Total Kesadahan dalam Air dengan Sistem Batch*. UIN Sunan Ampel Surabaya.
- Wandira, A., Cindiansya, Rosmayati, J., Anandari, R. F., Naurah, S. A., & Fikayuniar, L. (2023). Menganalisis Pengujian Kadar Air dari Berbagai Simplisia Bahan Alam Menggunakan Metode Gravimetri. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 9(17), 190–193. <https://doi.org/https://doi.org/10.5281/zenodo.8299996>
- Wardalia, W., & Rusdi, R. (2017). Pengaruh Waktu Karbonisasi Pada Adsorben Cangkang Kacang Tanah Terhadap Degradasi Zat Warna Methyl Violet. *Jurnal Integrasi Proses*, 6(4), 176. <https://doi.org/10.36055/jip.v6i4.2542>
- Widiyanto, A. F., Yuniarno, S., & Kuswanto, K. (2015). Polusi Air Tanah Akibat Limbah Industri dan Limbah Rumah Tangga. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 10(2), 246. <https://doi.org/10.15294/kemas.v10i2.3388>
- Yang, Z., Yang, T., Yang, Y., Yi, X., Hao, X., Xie, T., & Liao, C. J. (2021). The Behavior and Mechanism of The Adsorption Of Pb(II) And Cd(II) by A Porous Double Network Porous Hydrogel Derived from Peanut Shells. *Materials Today Communications*, 27(May), 102449. <https://doi.org/10.1016/j.mtcomm.2021.102449>
- Yanti, W., Sosidi, H., Indriani, Prismawiryanti, Puspitasari, D. J., Mirzan, M., Abdul Rahim, E., & Irmawati Inda, N. (2023). Pemanfaatan Karbon Aktif Kulit Kacang Tanah untuk Menurunkan Kadar Ion logam Ca^{2+} dan Mg^{2+} dalam Air. *KOVALEN: Jurnal Riset Kimia*, 9(2), 157–163. <https://doi.org/10.22487/kovalen.2023.v9.i2.16397>