

**STUDI NERACA MASSA DAN REGENERASI BIOADSORBEN
OKARA TERAKTIVASI DALAM MENYISIHKAN ION CD^{2+}
DARI AIR LIMBAH ARTIFISIAL**

SKRIPSI



Oleh :

DELLA LUSIANA FITRI

NPM 22034010078

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
SURABAYA
2026**

**STUDI NERACA MASSA DAN REGENERASI BIOADSORBEN
OKARA TERAKTIVASI DALAM MENYISIHKAN ION CD^{2+}
DARI AIR LIMBAH ARTIFISIAL**

SKRIPSI



Oleh :

DELLA LUSIANA FITRI
NPM 22034010078

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
SURABAYA
2026**

**STUDI NERACA MASSA DAN REGENERASI BIOADSORBEN
OKARA TERAKTIVASI DALAM MENYISIHKAN ION CD^{2+}
DARI AIR LIMBAH ARTIFISIAL**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Dalam Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (ST.)
Program Studi Teknik Lingkungan.

Diajukan Oleh :

DELLA LUSIANA FITRI

NPM: 22034010078

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN” JAWA
TIMUR FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
SURABAYA**

2026

LEMBAR PERSETUJUAN

STUDI NERACA MASSA DAN REGENERASI BIOADSORBEN OKARA TERAKTIVASI DALAM MENYISIHKAN ION CD^{2+} DARI AIR LIMBAH ARTIFISIAL

Disusun Oleh:



Della Lusiana Fitri
NPM. 22034010078

Telah disetujui untuk mengikuti Ujian Penelitian

Menyetujui,

Pembimbing 1



Firra Rosariawari, S.T., M.T
NIP./NPT. 19750409 202121 2 004

Pembimbing 2



R Mohammad Alghaf Dienullah, S.T. M.T
NIP./NPT. 19981012 202406 1001

Mengetahui,

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



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

LEMBAR PENGESAHAN
STUDI NERACA MASSA DAN REGENERASI BIOADSORBEN
OKARA TERAKTIVASI DALAM MENYISIHKAN ION CD^{2+}
DARI AIR LIMBAH ARTIFISIAL

Disusun Oleh:



Della Lusiana Fitri
NPM. 22034010078

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

Menyetujui,

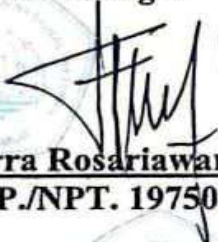
TIM PENGUJI

1. Ketua



Aussie Amalia, ST., MSc.
NIP./NPT. 172 1992 1124 059

Pembimbing 1



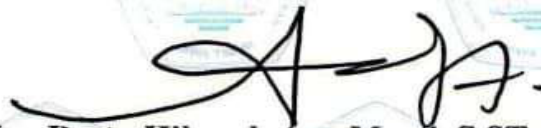
Firra Rosariawari, S.T., M.T
NIP./NPT. 19750409 202121 2 004

Pembimbing 2



R Mohammad Alghaf Dienullah, S.T. M.T
NIP./NPT. 19981012 202406 1001

2. Anggota



Restu Hikmah Ayu Murti, S.ST., M.Sc.
NIP./NPT. 19930416 202506 2005

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

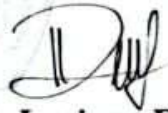


Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P.
NIP. 19650403 199103 2 001

LEMBAR REVISI

**STUDI NERACA MASSA DAN REGENERASI BIOADSORBEN
OKARA TERAKTIVASI DALAM MENYISIHKAN ION CD^{2+}
DARI AIR LIMBAH ARTIFISIAL**

Disusun Oleh:



Della Lusiana Fitri
NPM. 22034010078

Telah direvisi dan disahkan pada tanggal 9 Juli 2026

TIM PENILAI

KETUA



Aussie Amalia, ST., MSc.
NIP./NPT. 172 1992 1124 059

ANGGOTA



Restu Hikmah Ayu Murti, S.ST., M.Sc.
NIP./NPT. 19930416 202506 2005

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Della Lusiana Fitri
NPM : 22034010078
Program : Sarjana (S1)
Program Studi : Teknik Lingkungan
Fakultas : Teknik dan Sains

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah Skripsi ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu Lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/Lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam dokumen ini dan disebutkan secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dan saya menyatakan bahwa dokumen ilmiah ini bebas dari unsur-unsur plagiasi. Apabila dikemudian hari ditemukan indikasi plagiat pada Skripsi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun juga dan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 15 Juli 2026

Yang Membuat Pernyataan



Della Lusiana Fitri
22034010078

KATA PENGANTAR

Segala puji penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas berkat, Rahmat, dan hidayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan proposal skripsi yang berjudul “Studi Neraca Massa Dan Regenerasi Bioadsorben Okara Teraktivasi Dalam Menyisihkan Ion Cd^{2+} Dari Air Limbah Artifisial”. Penyusunan skripsi ini bertujuan untuk memenuhi syarat memperoleh gelar sarjana pada program studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik dan Sains, UPN “Veteran” Jawa Timur.

Penulisan laporan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. Dra. Jariyah. M.P., selaku Dekan Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Firra Rosariawari, S.T., M.T., selaku Koordinator Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Firra Rosariawari, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing tas segala kritik, saran, dan masukan selama proses penyusunan proposal skripsi ini berlangsung
4. R Mohammad Alghaf Dienullah, S.T. M.T., selaku dosen pembimbing tas segala kritik, saran, dan masukan selama proses penyusunan proposal skripsi ini berlangsung
5. Almarhumah Ibunda tercinta dan pintu surgaku, ibu Komariyah seseorang yang biasa saya sebut ibu. Kepergianmu membuatku mengerti bahwa rindu yang paling menyakitkan adalah merindukan seseorang yang telah tiada, ragamu memang sudah tidak ada dan tidak bisa aku jangkau tapi namamu akan tetap jadi motivasi terkuat sampai detik ini terimakasih atas segala pengorbanan dari tulus kasih yang diberikan, semoga bila melihat putri kecil ibu dari tempat terbaik disisi-nya. Skripsi ini penulis persembahkan sebagai bakti dan cinta kasi kepada ibu. Andai waktu mengizinkan penulis ingin memeluk dan menyampaikan rasa rindu, terimakasih, serta permohonan maaf. Semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan rahmat dan kasih sayang-Nya kepada ibu

6. Terima kasih ayah atas kasih sayang yang tidak pernah berkurang, doa yang selalu mengiringi setiap langkah, serta segala pengorbanan, nasihat, dukungan moral maupun material yang diberikan tanpa mengenal lelah. Setiap pencapaian yang diraih penulis merupakan wujud dari doa, perjuangan.
7. Merlyn Novita Sari S.TP., kakak tercinta yang telah hadir bukan hanya sebagai saudara, tetapi juga sebagai sosok yang mengambil peran layaknya orang tua. Terima kasih atas setiap dukungan, perhatian, doa, motivasi, serta keyakinan yang selalu diberikan kepada penulis di saat lelah, ragu, dan hampir menyerah. Kehadiran dan ketulusanmu menjadi sumber kekuatan yang membuat penulis mampu bertahan hingga akhirnya skripsi ini dapat diselesaikan.
8. Sahabat terbaik penulis Nur, Dheas, Sabil, Alifia, Sabrina, Kuni, Rosyida, Rania yang telah menjadi bagian dari perjalanan ini. Terima kasih atas kebersamaan, semangat, bantuan, canda tawa, serta cerita yang telah mengisi hari-hari selama masa perkuliahan dan penyusunan tugas akhir. Kehadiran kalian telah memberikan warna dan kenangan yang akan selalu penulis ingat.
9. Teman-teman Teknik Lingkungan Angkatan 2022 yang senantiasa memberikan semangat kepada penulis selama proses pengerjaan tugas akhir ini.
10. Terakhir, Terimakasih kepada diri sendiri Della Lusiana Fitri, sebagai bentuk penghargaan atas segala perjuangan, kesabaran, dan keyakinan yang telah menemani setiap langkah dalam menyelesaikan karya ilmiah ini. Perjalanan ini bukan sekadar proses akademik, tetapi juga perjalanan batin yang penuh dengan tantangan, tekanan, rasa kecewa, bahkan keinginan untuk menyerah. Namun, di tengah segala keterbatasan, saya memilih untuk bangkit dan terus melangkah, berpegang teguh pada prinsip: "Sesungguhnya, bersama kesulitan ada kemudahan." Setiap air mata, doa, dan usaha yang dilakukan dalam diam telah menjadi saksi berharganya proses ini. Perjalanan menuju impian bukanlah lomba sprint, tetapi lebih

seperti maraton yang memerlukan ketekunan, kesabaran dan tekad yang kuat. Terima kasih kepada diri saya sendiri yang telah mampu bertahan, meski tidak semua orang memahami jalan yang ditempuh. Kini, ketika sampai pada titik yang dahulu hanya menjadi harapan dalam doa, saya merasa bangga, bukan semata karena hasilnya, melainkan karena tidak menyerah di tengah segala rintangan. Perjalanan belum usai. Bismillah untuk memulai petulangan selanjutnya untuk menjemput kesuksesan yang diridhoi oleh Allah SWT

Penulis menyadari masih terdapat kekurangan dalam penyusunan tugas akhir ini. Penulis menerima kritik dan saran yang bersifat membangun demi perkembangan penelitian dan ilmu pengetahuan yang lebih baik lagi.

Surabaya, 15 Juli 2026

Penulis

Della Lusiana Fitri

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	xi
ABSTRAK	xii
<i>ABSTRACT</i>	xiii
BAB 1	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Ruang Lingkup Penelitian.....	5
BAB 2	6
TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Tinjauan Umum.....	6
2.2 Landasan Teori	8
2.2.1 Adsorpsi	8
2.2.2 Jenis – Jenis Adsorpsi	10
2.2.3 Faktor – faktor yang Mempengaruhi Adsorpsi	11
2.2.4 Kinetika Adsorpsi.....	15
2.2.5 Adsorben	16
2.2.6 Bioadsorben	17
2.2.7 Bioadsorben Okara.....	18
2.2.8 Kadmium (II)	19
2.2.9 Neraca Massa pada Proses Adsorpsi	20
2.2.10 Regenerasi.....	21
2.2.11 Aktivator H ₃ PO ₄	21

2.2.12	<i>Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS)</i>	22
2.2.13	Analisa FTIR.....	23
2.2.14	Analisa SEM-EDX (<i>Scanning Electron Microscope - Energy Dispersive X-Ray</i>).....	25
2.3	Penelitian Terdahulu.....	26
BAB 3	.....	30
METODOLOGI PENELITIAN	.....	30
3.1	Kerangka Penelitian	30
3.2	Alat dan Bahan Penelitian.....	32
3.3	Cara Kerja	32
3.3.1	Skema Alur Penelitian.....	32
3.3.2	Analisis Neraca Massa	34
3.3.3	Pembuatan Bioadsorben Okara dan Aktivasi.....	35
3.3.4	Pembuatan Air Limbah Artifisial	36
3.3.4	Analisis <i>Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS)</i>	36
3.3.5	Analisis Gugus Fungsi Karbon Aktif Menggunakan FTIR	36
3.3.6	Proses Adsorpsi Ion Cd ²⁺ oleh Bioadsorben	37
3.3.7	Regenerasi Adsorben.....	37
3.3.8	Penyimpanan Sampel Uji.....	38
3.4	Variabel Penelitian	39
3.5	Analisis Data	39
3.5.1	Analisis Parameter	39
3.5.2	Analisis Statistik	40
3.6	Jadwal Kegiatan	40
3.7	Rancangan Anggaran dan Biaya	41
3.8	Matriks Penelitian	41
BAB IV	.....	43
PEMBAHASAN	.....	43
4.1	Analisis pengaruh pH dan waktu kontak terhadap efektivitas penyisihan ion Cd ²⁺	43
4.2	Analisis Hubungan Morfologi Bioadsorben untuk Memvalidasi Neraca Massa Proses Adsorpsi	47

4.3	Analisis Hubungan Karakteristik Kimia Bioadsorben Okara terhadap Kinetika Laju Adsorpsi Ion Cd^{2+}	60
4.3.1	Analisis Kinetika Adsorpsi.....	67
4.4	Kemampuan Regenerasi Bioadsorben Okara dalam Beberapa Siklus Adsorpsi–Desorpsi	76
4.5	Analisa Statistika.....	80
BAB V	.....	85
KESIMPULAN DAN SARAN	.....	85
5.1	Kesimpulan	85
5.2	Saran.....	86
DAFTAR PUSTAKA	.....	87
LAMPIRAN A	.....	96
LAMPIRAN B	.....	109
LAMPIRAN C	.....	116

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Pendahuluan.....	26
Tabel 3. 1 Neraca Massa Adsorpsi.....	34
Tabel 3. 2 Analisis Data.....	40
Tabel 3. 3 Jadwal Kegiatan.....	40
Tabel 3. 4 Rancangan Anggaran Biaya (RAB).....	41
Tabel 3. 5 Matriks Penelitian Adsorpsi.....	41
Tabel 4. 1 Pengaruh pH dan Waktu Kontak Terhadap Efektivitas Penyisihan Ion Cd ²⁺	44
Tabel 4. 2 Neraca Massa Proses Adsorpsi	47
Tabel 4. 3 Hasil Analisis EDX Bioadsorben Okara.....	57
Tabel 4. 4 Hasil Interpretasi Spektrum FTIR	60
Tabel 4. 5 Hasil Bilangan Gelombang dan Gugus Fungsi.....	61
Tabel 4. 6 Tabel Kinetika <i>Pseudo First Order</i> Variasi pH 5.....	68
Tabel 4. 7 Tabel Kinetika <i>Pseudo First Order</i> Variasi pH 6.....	69
Tabel 4. 8 Tabel Kinetika <i>Pseudo First Order</i> Variasi pH 8.....	70
Tabel 4. 9 Tabel Kinetika <i>Pseudo Second Order</i> Variasi pH 5.....	71
Tabel 4. 10 Tabel Kinetika <i>Pseudo Second Order</i> Variasi pH 6.....	73
Tabel 4. 11 Tabel Kinetika <i>Pseudo Second Order</i> Variasi pH 8.....	73
Tabel 4. 12 Hasil Analisis Model Kinetika Adsorpsi Ion Cd ²⁺	75
Tabel 4. 13 Tabel Kemampuan Regenerasi Bioadsorben Okara	77

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Proses Adsorpsi.....	10
Gambar 2. 2 Adsorpsi Fisika dan Adsorpsi Kimia	11
Gambar 2. 3 Okara.....	19
Gambar 2. 4 Mekanisme reaksi proses aktivasi okara dengan H_3PO_4	22
Gambar 2. 5 <i>Atomic Adsorption Spectrophotometry</i>	23
Gambar 2. 6 Prinsip Kerja Spektrofotometer FTIR	24
Gambar 2. 7 <i>Scanning Electron Microscopy</i>	26
Gambar 3. 1 Alur Kerangka Penelitian.....	31
Gambar 3. 2 Skema Alur Penelitian	33
Gambar 3. 3 Neraca Massa Adsorpsi.....	35
Gambar 3. 4 Hasil Uji SEM-EDX	35
Gambar 3. 5 Proses Adsorpsi Batch	37
Gambar 4. 1 Grafik Pengaruh pH dan Waktu Kontak Terhadap Kapasitas Adsorpsi Ion Cd^{2+}	44
Gambar 4. 3 Neraca Massa Proses Adsorpsi pH 5 Waktu Kontak 10 Menit.....	48
Gambar 4. 4 Neraca Massa Proses Adsorpsi pH 5 Waktu Kontak 20 Menit.....	49
Gambar 4. 5 Neraca Massa Proses Adsorpsi pH 5 Waktu Kontak 40 Menit.....	49
Gambar 4. 6 Neraca Massa Proses Adsorpsi pH 5 Waktu Kontak 80 Menit.....	50
Gambar 4. 7 Neraca Massa Proses Adsorpsi pH 6 Waktu Kontak 10 Menit.....	50
Gambar 4. 8 Neraca Massa Proses Adsorpsi pH 6 Waktu Kontak 20 Menit.....	51
Gambar 4. 9 Neraca Massa Proses Adsorpsi pH 6 Waktu Kontak 40 Menit.....	51
Gambar 4. 10 Neraca Massa Proses Adsorpsi pH 6 Waktu Kontak 80 Menit.....	52
Gambar 4. 11 Neraca Massa Proses Adsorpsi pH 8 Waktu Kontak 10 Menit.....	52
Gambar 4. 12 Neraca Massa Proses Adsorpsi pH 8 Waktu Kontak 20 Menit.....	53
Gambar 4. 13 Neraca Massa Proses Adsorpsi pH 8 Waktu Kontak 40 Menit.....	53
Gambar 4. 14 Neraca Massa Proses Adsorpsi pH 8 Waktu Kontak 80 Menit.....	54
Gambar 4. 15 Hasil SEM bioadsorben okara sebelum proses adsorpsi ion Cd^{2+} (a) perbesaran 1000x (b) perbesaran 3000x (c) perbesaran 5000x (d) perbesaran 7000x.....	55
Gambar 4. 16 Hasil SEM bioadsorben okara setelah proses adsorpsi ion Cd^{2+} (a) perbesaran 1000x (b) perbesaran 3000x (c) perbesaran 5000x (d) perbesaran 7000x.....	56
Gambar 4. 17 Hasil Analisis Kandungan Unsur pada Bioadsorben Okara Sebelum Adsorpsi Menggunakan EDX	58
Gambar 4. 18 Hasil Analisis Kandungan Unsur pada Bioadsorben Okara Setelah Adsorpsi Menggunakan EDX	59
Gambar 4. 19 Grafik Hasil Uji FTIR.....	62
Gambar 4. 20 Grafik Kinetika Pseudo First Order Variasi pH 5	68
Gambar 4. 21 Grafik Kinetika Pseudo First Order Variasi pH 6	70
Gambar 4. 22 Grafik Kinetika Pseudo First Order Variasi pH 8	71
Gambar 4. 23 Grafik Kinetika Pseudo Second Order Variasi pH 5.....	72

Gambar 4. 24	Grafik Kinetika Pseudo Second Order Variasi pH 6.....	73
Gambar 4. 25	Grafik Kinetika Pseudo Second Order Variasi pH 8.....	75
Gambar 4. 26	Grafik Efisiensi Desorpsi Berdasarkan Jumlah Siklus	79
Gambar 4. 27	Grafik Uji Normalitas Residual	81
Gambar 4. 28	Hasil Regresi Linear Berganda Terhadap Konsentrasi Cd ²⁺	83

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Data Hasil Penelitian

Lampiran B Perhitungan

Lampiran C Dokumentasi

ABSTRAK

Hasil penelitian menunjukkan bahwa bioadsorben okara teraktivasi memiliki potensi sebagai adsorben ramah lingkungan dan berkelanjutan untuk penyisihan ion Cd^{2+} dari air limbah artifisial. Pencemaran ion kadmium (Cd^{2+}) merupakan permasalahan lingkungan karena bersifat toksik, persisten, dan mudah terakumulasi. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh pH dan waktu kontak terhadap penyisihan Cd^{2+} , memvalidasi proses adsorpsi melalui neraca massa dan karakterisasi bioadsorben, mengkaji kinetika adsorpsi, serta mengevaluasi kemampuan regenerasi bioadsorben okara teraktivasi. Bioadsorben dibuat dari limbah okara yang diaktivasi menggunakan H_3PO_4 3 M dan diaplikasikan pada sistem adsorpsi batch dengan variasi pH 5, 6, dan 8 serta waktu kontak 10, 20, 40, dan 80 menit. Konsentrasi Cd^{2+} dianalisis menggunakan AAS, sedangkan karakterisasi bioadsorben dilakukan dengan FTIR dan SEM-EDX. Kondisi optimum diperoleh pada pH 6 dan waktu kontak 20 menit dengan efisiensi penyisihan 85,71% dan kapasitas adsorpsi 14,56 mg/g. Analisis SEM-EDX menunjukkan akumulasi Cd pada permukaan bioadsorben, sedangkan FTIR mengindikasikan keterlibatan gugus hidroksil, karbonil, karboksilat, dan ester dalam adsorpsi. Model kinetika yang paling sesuai adalah Pseudo Second Order ($R^2 = 0,9866\text{--}0,9884$), menunjukkan dominasi mekanisme kemisorpsi. Bioadsorben masih dapat diregenerasi hingga lima siklus adsorpsi–desorpsi meskipun efisiensi desorpsi menurun. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bioadsorben okara teraktivasi berpotensi sebagai adsorben ramah lingkungan untuk penyisihan ion Cd^{2+} dari air limbah artifisial.

Kata Kunci: Kadmium (Cd^{2+}), Adsorpsi, Bioadsorben Okara, Kinetika, Regenerasi.

ABSTRACT

Cadmium (Cd^{2+}) contamination in aquatic environments is a major environmental concern due to its toxicity, persistence, and bioaccumulative nature. This study investigated the effects of pH and contact time on Cd^{2+} removal, validated the adsorption process through mass balance and bioadsorbent characterization, analyzed adsorption kinetics, and evaluated the regeneration performance of activated okara bioadsorbent. The bioadsorbent was prepared from okara waste activated with 3 M H_3PO_4 and applied in a batch adsorption system at pH values of 5, 6, and 8 with contact times of 10, 20, 40, and 80 min. Cd^{2+} concentration was determined using Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS), while the bioadsorbent was characterized by FTIR and SEM-EDX. The optimum condition was achieved at pH 6 and 20 min, resulting in a removal efficiency of 85.71% and a final Cd^{2+} concentration of 7.28 mg/L. SEM-EDX confirmed Cd accumulation on the bioadsorbent surface, while FTIR indicated the involvement of hydroxyl, carbonyl, carboxylate, and ester functional groups in the adsorption process. The adsorption followed the Pseudo-Second-Order kinetic model ($R^2 = 0.9866\text{--}0.9884$), indicating a predominantly chemisorption mechanism. The bioadsorbent remained reusable for up to five adsorption–desorption cycles despite a gradual decline in desorption efficiency. These findings demonstrate that activated okara is a promising, environmentally friendly bioadsorbent for Cd^{2+} removal from artificial wastewater.

Keywords: Cadmium (Cd^{2+}), Adsorption, Biosorbent Okara, Regeneration, Kinetics.