

**ANALISIS PERBANDINGAN KARBON AKTIF TEMPURUNG
KELUAK (*Pangium edule*) DAN KOMERSIAL DENGAN
AKTIVATOR HCL DAN KOH DALAM MENURUNKAN
KROM HEKSAVALEN DAN TEMBAGA DIVALEN PADA
LIMBAH ELEKTROPLATING**

SKRIPSI



Oleh :

FAJAR TEGAR RAMADHANI
NPM 19034010096

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

2025

**ANALISIS PERBANDINGAN KARBON AKTIF TEMPURUNG
KELUAK (*Pangium edule*) DAN KOMERSIAL DENGAN
AKTIVATOR HCL DAN KOH DALAM MENURUNKAN
KROM HEKSAVALEN DAN TEMBAGA DIVALEN PADA
LIMBAH ELEKTROPLATING**

SKRIPSI

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

Diajukan Oleh :

FAJAR TEGAR RAMADHANI

NPM 19034010096

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

2025

LEMBAR PERSETUJUAN

**ANALISIS PERBANDINGAN KARBON AKTIF TEMPURUNG
KELUAK (*Pangium edule*) DAN KOMERSIAL DENGAN
AKTIVATOR HCL DAN KOH DALAM MENURUNKAN
KROM HEKSAVALEN DAN TEMBAGA DIVALEN PADA
LIMBAH ELEKTROPLATING**

Disusun Oleh:



FAJAR TEGAR RAMADHANI
NPM 19034010096

Telah disetujui untuk mengikuti Ujian Penelitian

Menyetujui,

Pembimbing



Mohamad Mirwan, ST., MT.
NIP./NPT. 19760212 202121 1 004

Mengetahui,

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



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

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISIS PERBANDINGAN KARBON AKTIF TEMPURUNG
KELUAK (*Pangium edule*) DAN KOMERSIAL DENGAN
AKTIVATOR HCL DAN KOH DALAM MENURUNKAN
KROM HEKSAVALEN DAN TEMBAGA DIVALEN PADA
LIMBAH ELEKTROPLATING**

Disusun Oleh:

FAJAR TEGAR RAMADHANI

NPM 19034010096

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

Menyetujui,

Pembimbing

Mohamad Mirwan, ST., MT.
NIP./NPT. 19760212 202121 1 004

TIM PENGUJI
1. Ketua

Ir. Tuhu Agung Rachmanto, M.T.
NIP./NPT. 19620501 198803 1 001

2. Anggota

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

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

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

LEMBAR REVISI

**ANALISIS PERBANDINGAN KARBON AKTIF TEMPURUNG
KELUAK (*Pangium edule*) DAN KOMERSIAL DENGAN
AKTIVATOR HCL DAN KOH DALAM MENURUNKAN
KROM HEKSAVALEN DAN TEMBAGA DIVALEN PADA
LIMBAH ELEKTROPLATING**

Disusun Oleh:



FAJAR TEGAR RAMADHANI

NPM 19034010096

Telah direvisi dan disahkan pada tanggal 01 Desember 2025

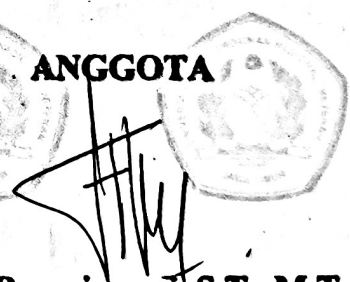
TIM PENILAI

KETUA



**Ir. Tuhu Agung Rachmanto, M.T
NIP./NPT. 19620501 198803 1 001**

ANGGOTA



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

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Fajar Tegar Ramadhani
NPM : 19034010096
Program : Sarjana (S1)
Program Studi : Teknik Lingkungan
Fakultas : Teknik dan Sains

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah Tugas Akhir/Skripsi ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain 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 ditemulan 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, 01 Desember 2025
Yang Membuat Pernyataan



Fajar Tegar Ramadhani
NPM.19034010096

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT karena dengan segala limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul **“Analisis Perbandingan Karbon Aktif Tempurung Keluak (Pangium Edule) dan Komersial Dengan Aktivator HCL dan KOH dalam Menurunkan Krom Heksavalen dan Tembaga Divalen pada Limbah Elektroplating”**. Penulisan skripsi ini bertujuan untuk memenuhi persyaratan dalam memperoleh gelar sarjana bagi mahasiswa S1 pada program studi Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur. Skripsi ini tidak lepas dari bantuan dari berbagai pihak yang terlibat baik berupa materi, dan moral. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P. selaku Dekan Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Ibu Firra Rosariawari, ST., MT. selaku Koordinator Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur serta dosen penguji yang telah memberikan saran dan masukan untuk menjadikan skripsi yang disusun menjadi lebih baik
3. Bapak Mohamad Mirwan, ST., MT selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah membantu serta meluangkan banyak waktu dan tenaga untuk mengarahkan serta membimbing penyusunan ide hingga laporan akhir.
4. Seluruh dosen Program Studi Teknik Lingkungan dan Staf Fakultas Teknik dan Sains Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur

Akhir kata, penulis menyampaikan terima kasih dan memohon maaf atas kekurangan penulisan skripsi ini yang tentunya masih belum sempurna sehingga diperlukan kritik dan saran dari berbagai pihak.

Surabaya, 10 Maret 2025

Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

Pengerjaan skripsi ini juga tidak lepas dari peran berbagai pihak. Maka dari itu penulis juga ingin berterima kasih kepada:

1. Bapak Mohommad Ilham, Ibu Supeni selaku orang tua dan seluruh keluarga besar tercinta yang selalu memberikan doa dan dukungan serta menemani dalam setiap proses pengerjaan skripsi ini.
2. Teman – teman seperjuangan Teknik Lingkungan 2019, 2020, 2021 yang memberikan semangat dan bantuin dalam proses pengerjaan skripsi ini.
3. Serta pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu per satu atas bantuannya secara langsung maupun tidak langsung.

Semoga dukungan, doa, dan bantuan yang telah diberikan kepada penulis dapat membawa berkah bagi semua pihak

ABSTRAK

Pesatnya perkembangan industri elektroplating telah menarik perhatian sehingga menimbulkan limbah cair yang berpotensi dapat mencemari lingkungan. Adapun penelitian ini memanfaatkan biomassa tempurung keluak sebagai adsorben pada proses adsorpsi secara kontinyu menggunakan sistem kontinyu. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kemampuan adsorben dari tempurung keluak dalam menurunkan kadar parameter Cr^{6+} dan Cu. Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimental dengan menggunakan limbah elektroplating dari Industri di Sidoarjo. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan karbon aktif tempurung keluak yang diaktivasi menggunakan larutan HCL 1 M dan KOH 5% serta karbon aktif komersil sebagai pembanding yang divariasikan menggunakan waktu sampling 30 menit, 60 menit, 90 menit, dan 120 menit. Dari hasil penelitian didapatkan penerapan biomassa tempurung kluak teraktivasi HCL 1 M, KOH 5%, dan komersil sebagai adsorben menghasilkan nilai penurunan konsentrasi optimal berturut turut sebesar Cr^{6+} 23,9 mg/L; Cu 0,7593mg/L; Cr^{6+} 56,8 mg/L; Cu 0,7593mg/L; Cr^{6+} 55,4 mg/L; Cu 0,7593mg/L. Nilai tersebut didapatkan dari variasi waktu sampling 30 dan 60 menit, dimana pada menit awal memiliki laju adsorpsi cukup besar dikarenakan seluruh permukaan adsorben masih kosong, sehingga meningkatkan efisiensi penyisihannya.

Kata Kunci: Limbah Elektroplating, Adsorpsi, Tempurung Keluak, Aktivasi, Cr^{6+} , Cu

ABSTRACT

The rapid development of the electroplating industry has attracted attention due to the generation of liquid waste that poses a potential threat to the environment. This study utilized keluak shell biomass as an adsorbent in a continuous adsorption process using a fixed-bed column. The objective of this research was to analyze the adsorption capacity of keluak shell in reducing Cr^{6+} and Cu concentrations. The research method employed was experimental, using electroplating wastewater obtained from an industry in Sidoarjo. The study was conducted with activated carbon derived from keluak shells, activated with 1 M HCl and 5% KOH solutions, as well as commercial activated carbon for comparison. The variations were based on sampling times of 30, 60, 90, and 120 minutes. The results showed that the application of keluak shell biomass activated with 1 M HCl, 5% KOH, and commercial activated carbon as adsorbents yielded optimal concentration reductions of Cr^{6+} 23.9 mg/L; Cu 0.7593 mg/L; Cr^{6+} 56.8 mg/L; Cu 0.7593 mg/L; Cr^{6+} 55.4 mg/L; Cu 0.7593 mg/L, respectively. These values were obtained at 30 and 60 minutes sampling intervals, where the initial adsorption rate was relatively high due to the unoccupied surface of the adsorbent, thereby enhancing removal efficiency.

Keywords: Electroplating Wastewater, Adsorption, Keluak Shell, Activation, Cr^{6+} , Cu

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
UCAPAN TERIMA KASIH	ii
ABSTRAK.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	ix
BAB 1	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Lingkup Penelitian	4
BAB 2	5
2.1 Limbah Elektroplating	5
2.1.1. Karakteristik Limbah Elektroplating	6
2.1.2 Kromium Heksavalen (Cr^{6+}).....	6
2.1.3 Tembaga (Cu).....	8
2.2 Karbon Aktif	9
2.2.1 Biomassa	9
2.2.2 Proses Pembuatan Karbon Aktif,.....	11
2.2.2 Kualitas Karbon Aktif.....	13
2.3 Adsorpsi	15
2.3.1 Mekanisme Adsorpsi Secara Umum.....	16
2.3.2 Jenis Adsorpsi	17

2.3.3 Metode Adsorpsi	18
2.3.4 Faktor yang Mempengaruhi Adsorpsi.....	19
2.4 Mekanisme Adsorpsi Terhadap Logam Berat	20
2.5 Pemodelan Thomas	22
2.6 Penelitian Terdahulu	24
BAB 3	27
3.1 Kerangka Penelitian	27
3.2 Alat, Bahan, dan Skema Reaktor	28
3.2.1 Alat Penelitian	28
3.2.2 Bahan Penelitian	28
3.2.3 Skema Reaktor	29
3.3 Cara Kerja	30
3.3.1 Data Karakteristik Awal	30
3.3.2 Preparasi Karbon Aktif Tempurung Keluak.....	31
3.3.3 Karakterisasi Karbon Aktif	32
3.3.4 Pengujian Kemampuan Adsorpsi Tempurung Keluak dan Komersial terhadap Krom Heksavalen dan Tembaga pada Limbah Elektroplating.....	33
3.4 Variabel Penelitian	33
3.5 Analisis Penelitian.....	34
3.6 Jadwal Penelitian	35
BAB 4	36
4.1 Potensi Karbon Aktif Tempurung Keluak.....	36
4.1.1 Analisa Awal	36
4.1.2 Karakteristik Karbon Aktif	36
4.2 Penyisihan Logam Berat Kromium Heksavalen (Cr 6+) dan Tembaga (Cu)	38
4.2.1 Penyisihan Logam Berat Kromium Heksavalen (Cr 6+).....	38
4.2.2 Penyisihan Logam Berat Tembaga (Cu)	40

4.3 Pemodelan Thomas	41
BAB 5	46
5.1 Kesimpulan	46
5.2 Saran	47
LAMPIRAN A	53
A.1 Pengujian Kadar Air	53
A.2 Pengujian Kadar Abu	53
A.3 Pengujian Daya Serap Iod.....	53
LAMPIRAN B	54
LAMPIRAN C	60
LAMPIRAN D.....	66

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Baku Mutu limbah Industri Pelapisan Logam (<i>Electroplating</i>).....	6
Gambar 2. 2 Tempurung Keluak.....	10
Gambar 2. 3 Mekanisme Adsopsi pada permukaan adsorben	17
Gambar 2. 4 Proses Reduksi Kromium Heksavalen.....	21
Gambar 3. 1 Kerangka Penelitian	27
Gambar 3. 2 Skema Proses Adsorpsi	29
Gambar 3. 3 Kerangka Pembuatan Karbon Aktif	31
Gambar 4 1 Hubungan Konsentrasi Akhir Cr^{6+} terhadap Waktu Sampling.....	39
Gambar 4 2 Hubungan Konsentrasi Akhir Tembaga (Cu) terhadap Waktu Sampling.....	41
Gambar 4 3 grafik hubungan waktu dan $\ln(\text{Co}/\text{Ct}-1)$ pada penyisihan Cr^6	42
Gambar 4 4 grafik hubungan waktu dan $\ln(\text{Co}/\text{Ct}-1)$ pada penyisihan Cu.....	43

DAFTAR TABEL

Tabel 2 1 Komponen Kimia Cangkang Keluak	11
Tabel 2 2 Persyaratan Mutu Karbon Aktif Menurut SNI No. 06-3730-1995	14
Tabel 3. 1 Karakteristik Awal Limbah Elektroplating	30
Tabel 3. 2 Matriks Penelitian	34
Tabel 4 1 Hasil Analisa Awal Limbah Elektroplating	36
Tabel 4 2 Karakteristik Karbon Aktif.....	37
Tabel 4 3 Hasil Adsorpsi Cr^{6+} pada Limbah Elektroplating	38
Tabel 4 4 Hasil Adsorpsi Cu pada Limbah Elektroplating	40
Tabel 4 5 Perhitungan Hasil model Thomas pada parameter Cr^{6+}	43
Tabel 4 6 Pemodelan Thomas Parameter Cu	44