

**KOMBINASI AERASI-ADSORPSI MENGGUNAKAN
DIFFUSER AERATOR DAN KARBON AKTIF TEMPURUNG
SIWALAN DALAM PENINGKATAN KUALITAS AIR TANAH**

SKRIPSI



Oleh:

ANGGIT SALIS MEDIA UTAMI

NPM. 20034010004

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

2024

**KOMBINASI AERASI-ADSORPSI MENGGUNAKAN
DIFFUSER AERATOR DAN KARBON AKTIF
TEMPURUNG SIWALAN DALAM PENINGKATAN
KUALITAS AIR TANAH**

SKRIPSI

**Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada Fakultas Teknik dan Sains Program Studi Teknik Lingkungan
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur**



Oleh:

ANGGIT SALIS MEDIA UTAMI
NPM. 20034010004

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
SURABAYA
2024**

LEMBAR PERSETUJUAN

**KOMBINASI AERASI-ADSORPSI MENGGUNAKAN *DIFFUSER*
AERATOR DAN KARBON AKTIF TEMPURUNG SIWALAN
DALAM PENINGKATAN KUALITAS AIR TANAH**

Disusun oleh:

ANGGIT SALIS MEDIA UTAMI
NPM. 20034010004

Telah disetujui untuk mengikuti Ujian Penelitian/Verifikasi Artikel Ilmiah

Menyetujui,

PEMBIMBING I

PEMBIMBING II


Mohamad Mirwan, S.T., M.T.
NIP. 19760212 202121 1 004


Rizka Novembrianto, S.T., M.T.
NPT. 20119871127216

Mengetahui,

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


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

LEMBAR PENGESAHAN

**KOMBINASI AERASI-ADSORPSI MENGGUNAKAN *DIFFUSER*
AERATOR DAN KARBON AKTIF TEMPURUNG SIWALAN
DALAM PENINGKATAN KUALITAS AIR TANAH**

Disusun oleh:

ANGGIT SALIS MEDIA UTAMI
NPM. 2003401004

Telah diuji kebenaran oleh Tim Penguji dan diterbitkan
pada Jurnal Serambi Engineering (Terakreditasi SINTA 4)
Volume X, Nomor 1, Januari 2025

PEMBIMBING I

Menyetujui,

TIM PENGUJI

1. Ketua


Mohamad Mirwan, S.T., M.T.
NIP. 19760212 202121 1 004


Prof. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, M.T.
NIP. 19681126 199403 2 001

PEMBIMBING II

2. Anggota


Rizka Novembrianto, S.T., M.T.
NPT. 20119871127216


Dr. Ir. Munawar Ali, M.T.
NIP. 19600401 198803 1 001

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

**KOMBINASI AERASI-ADSORPSI MENGGUNAKAN *DIFFUSER*
AERATOR DAN KARBON AKTIF TEMPURUNG SIWALAN
DALAM PENINGKATAN KUALITAS AIR TANAH**

Disusun oleh:

ANGGIT SALIS MEDIA UTAMI

NPM. 20034010004

Telah direvisi dan disahkan pada tanggal 24 Desember 2024

TIM PENILAI

KETUA

ANGGOTA

Prof. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, M.T.
NIP. 19681126 199403 2 001

Dr. Ir. Munawar Ali, M.T.
NIP. 19600401 198803 1 001

SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Anggit Salis Media Utami
NPM : 20034010004
Fakultas : Teknik dan Sains
Program Studi : Teknik Lingkungan
Email : anggit.salis@gmail.com
Judul Skripsi : Kombinasi Aerasi-Adsorpsi Menggunakan
Diffuser Aerator dan Karbon Aktif Tempurung
Siwalan Dalam Peningkatan Kualitas Air Tanah

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Hasil karya yang saya serahkan ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik baik di UPN "Veteran" Jawa Timur maupun di institusi pendidikan lainnya.
2. Hasil karya saya ini merupakan gagasan, rumusan, dan hasil pelaksanaan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan dari pihak lain kecuali arahan pembimbing akademik.
3. Hasil karya saya ini merupakan hasil revisi terakhir setelah diujikan yang telah diketahui dan disetujui oleh pembimbing.
4. Dalam karya saya ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis dan dipublikasikan orang lain, kecuali yang digunakan sebagai acuan dalam naskah dengan menyebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya. Apabila di kemudian hari terbukti ada penyimpangan yang ketidakbenaran dalam pernyataan ini maka saya bersedia menerima konsekuensi apapun, sesuai dengan ketentuan yang berlaku di UPN "Veteran" Jawa Timur.

Surabaya, 09 Desember 2024

Yang Menyatakan



(Anggit Safis Media Utami)

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puja dan puji syukur atas kehadiran Allah SWT. Yang telah melimpahkan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini dengan judul “Kombinasi Aerasi-Adsorpsi Menggunakan *Diffuser aerator* dan Karbon Aktif Tempurung Siwalan Dalam Peningkatan Kualitas Air Tanah”. Skripsi ini disusun guna mengikuti syarat kurikulum tingkat sarjana (S1) program studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik dan Sains, UPN “Veteran” Jawa Timur. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih belum sempurna, maka dari itu penulis menerima adanya kritik dan saran membangun untuk membenahinya.

Dalam penyusunan Skripsi ini, penulis mendapatkan banyak sekali bimbingan dan juga bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Akhmad Fauzi, MMT., IPU., selaku Rektor Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Ibu Prof. Dr. Dra. Jariyah, MP., selaku Dekan Fakultas Teknik UPN “Veteran” Jawa Timur.
3. Ibu Firra Rosariawari, S.T., M.T. selaku Koordinator Program Studi Teknik Lingkungan UPN “Veteran” Jawa Timur.
4. Bapak Mohamad Mirwan, ST., MT. dan Bapak Rizka Novembrianto, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah memberikan waktu, saran, arahan, serta bimbingan kepada penulis dengan sangat baik.
5. Ibu Prof. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT. dan Bapak Dr. Ir. Munawar Ali, MT. selaku Dosen Penguji 1 dan 2 pada Seminar Proposal, Seminar Hasil, dan Ujian Lisan yang telah meluangkan waktu serta memberikan arahan dalam pembenahan Skripsi penulis.
6. Seluruh Dosen Pengajar Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur yang telah memberikan pengetahuan serta bimbingan selama menempuh pendidikan.

7. Almarhumah Ibu Wartiyem, Bapak Suhud, dan Ibu Siti Nur Hasanah, selaku orang tua penulis yang telah memberikan dukungan moral, material, serta doa yang tiada henti.
8. Kakak-kakak penulis, Ismi Layli Fitri, Tanshanah Khoiri Sani, dan Ahmad Fahmi Rosyidi yang telah memberikan nasihat bijak, dorongan, dan bantuan selama masa perkuliahan hingga tersusunya skripsi ini.
9. Sahabat penulis, Fitriatus Sholeha, yang selalu menemani, membantu, memberikan dukungan, motivasi, doa, serta saling berbagi suka duka di masa perkuliahan.
10. Teman-teman Teknik Lingkungan angkatan 2020 dan semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu, atas dukungan serta doanya dalam kelancaran penelitian penulis.

Penulis menyadari bahwa Skripsi ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dan dapat membantu penulis di masa mendatang.

Surabaya, Desember 2024

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	x
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Tinjauan Umum.....	4
2.1.1 Air Tanah	4
2.1.2 Parameter Kualitas Air Tanah.....	5
2.1.3 Tempurung Siwalan (<i>Borassus flabellifer L.</i>).....	9
2.1.4 Karbon Aktif	11
2.2 Landasan Teori	12
2.2.1 Aerasi	12
2.2.2 Diffusers aerator.....	13
2.2.3 Adsorpsi	14
2.2.4 Model Isoterm Adsorpsi.....	16
2.3 Hasil Penelitian Sebelumnya.....	18
BAB 3 METODE PENELITIAN	22
3.1 Kerangka Penelitian	22
3.2 Bahan dan Alat	23
3.2.1 Bahan.....	23
3.2.2 Alat.....	24
3.3 Cara Kerja.....	25

3.3.1	Penelitian Pendahuluan	25
3.3.2	Penelitian Utama	27
3.4	Variabel	28
3.5	Analisis	30
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		32
4.1	Karakteristik Awal Air Tanah	32
4.2	Pengaruh Waktu Detensi Aerasi terhadap Peningkatan <i>Dissolved Oxygen</i> (DO)	34
4.3	Pengaruh Waktu Detensi Aerasi terhadap Penurunan Kontaminan (Fe, Mn, TDS, dan TOC)	36
4.3.1	Penurunan Besi (Fe) Terlarut	36
4.3.2	Penurunan Mangan (Mn) Terlarut	38
4.3.3	Penurunan <i>Total Dissolved Solids</i> (TDS)	40
4.3.4	Penurunan <i>Total Organic Carbon</i> (TOC)	43
4.4	Pengaruh Variasi Tinggi Media Adsorpsi dan Laju Aliran terhadap Penurunan Fe, Mn, TDS, dan TOC	47
4.4.1	Penurunan Besi (Fe) Terlarut	47
4.4.2	Penurunan Mangan (Mn) Terlarut	50
4.4.3	Penurunan <i>Total Dissolved Solids</i> (TDS)	53
4.4.4	Penurunan <i>Total Organic Carbon</i> (TOC)	55
4.4	Perbandingan Kemampuan Adsorpsi Karbon Aktif Tempurung Siwalan dan Karbon Aktif Komersial	59
4.5	Efisiensi Penghilangan Kontaminan dalam Air Tanah	61
4.5.1	Efisiensi Penurunan Fe, Mn, TDS, dan TOC Pada Proses Aerasi ..	61
4.5.2	Efisiensi Penurunan Fe, Mn, TDS, dan TOC Pada Proses Adsorpsi ..	64
4.6	Karakterisasi Karbon Aktif Tempurung Siwalan Menggunakan Uji SEM-EDX	65
4.5.1	Hasil Uji SEM	66
4.5.1	Hasil Uji EDX	67
4.7	Model Isoterm Adsorpsi Karbon Aktif Tempurung Siwalan	69

4.6.1	Isoterm Freundlich	69
4.6.2	Isoterm Langmuir	70
4.6.3	Isoterm BET	72
4.6.4	Perbandingan Model Isoterm Adsorpsi.....	74
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		76
5.1	Kesimpulan.....	76
5.2	Saran	77
DAFTAR PUSTAKA		78
LAMPIRAN A HASIL ANALISIS.....		86
LAMPIRAN B PERHITUNGAN		93
LAMPIRAN C DOKUMENTASI		96
LAMPIRAN D DATA PENDUKUNG.....		98

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Persyaratan Kualitas Air Tanah	5
Tabel 2. 2 Komposisi Tempurung Siwalan.....	10
Tabel 2. 3 Kriteria Desain Aerator Difusi	14
Tabel 2. 4 Hasil Penelitian Sebelumnya	18
Tabel 3. 1 Desain Dimensi Reaktor	24
Tabel 3. 2 Hasil Uji Awal Karakteristik Air Tanah	27
Tabel 3. 3 Matriks Variabel Penelitian	28
Tabel 4. 1 Hasil Uji Awal Karakteristik Air Tanah	32
Tabel 4. 2 Hasil Analisa <i>Dissolved Oxygen</i> (DO).....	34
Tabel 4. 3 Pengaruh Waktu Detensi Aerasi terhadap Penurunan Fe Terlarut	37
Tabel 4. 4 Pengaruh Waktu Detensi Aerasi terhadap Penurunan Mn Terlarut....	38
Tabel 4. 5 Pengaruh Waktu Detensi Aerasi terhadap Penurunan TDS.....	40
Tabel 4. 6 Pengaruh Waktu Detensi Aerasi terhadap Penurunan TOC	44
Tabel 4. 7 Kandungan Besi (Fe) Terlarut Berdasarkan Variasi Tinggi Media Adsorpsi dan Laju Aliran Adsorpsi.....	47
Tabel 4. 8 Kandungan Mangan (Mn) Terlarut Berdasarkan Variasi Tinggi Media Adsorpsi dan Laju Aliran Adsorpsi.....	50
Tabel 4. 9 Kandungan TDS Berdasarkan Variasi Tinggi Media Adsorpsi dan Laju Aliran Adsorpsi	53
Tabel 4. 10 Kandungan TOC Berdasarkan Variasi Tinggi Media Adsorpsi dan Laju Aliran Adsorpsi.....	56
Tabel 4. 11 Perbandingan Kemampuan Adsorpsi Karbon Aktif Tempurung Siwalan dan Karbon Aktif Komersial pada Tinggi Media 45 cm.....	59
Tabel 4. 12 Hasil Uji EDX Karbon Aktif Tempurung Siwalan.....	67
Tabel 4. 13 Hasil Perhitungan Isoterm Freundlich	70
Tabel 4. 14 Hasil Perhitungan Isoterm Langmuir	71
Tabel 4. 15 Hasil Perhitungan Isoterm BET	73

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Bentuk Siwalan	10
Gambar 2. 2 Karbon Aktif Granular dan Karbon Aktif Powder.....	11
Gambar 2. 3 Skema Aerasi Dengan Diffusers aerator	13
Gambar 3. 1 Kerangka Penelitian	23
Gambar 3. 2 Skema Susunan Reaktor.....	25
Gambar 4. 1 Grafik Pengaruh Waktu Detensi Aerasi terhadap Peningkatan DO.	34
Gambar 4. 2 Grafik Pengaruh Waktu Detensi Aerasi terhadap Penurunan Fe Terlarut.....	37
Gambar 4. 3 Grafik Pengaruh Waktu Detensi Aerasi terhadap Penurunan Mn....	39
Gambar 4. 4 Grafik Pengaruh Waktu Detensi Aerasi terhadap Penurunan TDS..	41
Gambar 4. 5 Grafik Pengaruh Waktu Detensi Aerasi terhadap Penurunan TOC .	44
Gambar 4. 6 Grafik Presentase Penurunan Fe pada Proses Adsorpsi	48
Gambar 4. 7 Grafik Persentase Penurunan Mn (%) Pada Proses Adsorpsi	51
Gambar 4. 8 Grafik Persentase Penurunan TDS (%) Pada Proses Adsorpsi	54
Gambar 4. 9 Grafik Persentase Penurunan TDS (%) Pada Proses Adsorpsi	56
Gambar 4. 10 Morfologi SEM Karbon Aktif Tempurung Siwalan pada Pembesaran (a) 1000x, (b) 1500x, (c) 2000x, dan (d) 3000x	66
Gambar 4. 11 Spektrum EDX Karbon Aktif Tempurung Siwalan	68
Gambar 4. 12 Kurva Hubungan log Qe terhadap log Ce	70
Gambar 4. 13 Kurva Hubungan 1/Qe terhadap 1/Ce	72
Gambar 4. 14 Kurva Hubungan Ce terhadap Ce/qe(Cs-Ce)	74

ABSTRAK

KOMBINASI AERASI-ADSORPSI MENGGUNAKAN *DIFFUSER AERATOR* DAN KARBON AKTIF TEMPURUNG SIWALAN DALAM PENINGKATAN KUALITAS AIR TANAH

ANGGIT SALIS MEDIA UTAMI

20034010004010004

Peningkatan kualitas air tanah yang tercemar logam berat dan zat organik terlarut menjadi prioritas dalam pengelolaan sumber daya air untuk memastikan ketersediaan air bersih. Penelitian ini mengevaluasi kombinasi metode aerasi dan adsorpsi menggunakan *diffuser aerator* serta karbon aktif tempurung siwalan. Metode aerasi dilakukan dengan variasi waktu detensi untuk meningkatkan oksigen terlarut (DO) dan menurunkan konsentrasi besi (Fe), mangan (Mn), *Total Dissolved Solids* (TDS), dan *Total Organic Carbon* (TOC). Proses adsorpsi diterapkan dengan variasi tinggi media dan laju aliran untuk mengoptimalkan penurunan kontaminan. Hasil menunjukkan aerasi meningkatkan DO hingga 5,4 mg/L dalam 60 menit serta menurunkan kadar Fe dan Mn masing-masing sebesar 53,6% dan 7,7%. Adsorpsi dengan tinggi media 45 cm dan laju aliran 10 L/jam menghasilkan penurunan Fe, Mn, TDS, dan TOC masing-masing sebesar 63,19%, 99,25%, 15,51%, dan 17,61%. Karakterisasi SEM-EDX menunjukkan karbon aktif tempurung siwalan didominasi unsur karbon, oksigen, natrium, dan kalsium, yang mendukung mekanisme adsorpsi melalui ikatan ionik dan elektrostatik. Penelitian ini membuktikan bahwa karbon aktif tempurung siwalan efektif, ramah lingkungan, dan potensial dikembangkan sebagai bahan adsorben lokal untuk sistem pengolahan air tanah yang berkelanjutan.

Kata Kunci: *aerasi, adsorpsi, diffuser aerator, tempurung siwalan, karbon aktif, kualitas Air tanah, isotherm adsorpsi*

ABSTRACT

COMBINATION OF AERATION AND ADSORPTION USING DIFFUSER AERATOR AND PALMYRA PALM SHELL ACTIVATED CARBON FOR GROUNDWATER QUALITY IMPROVEMENT

ANGGIT SALIS MEDIA UTAMI

20034010004010004

Improving the quality of groundwater contaminated with heavy metals and dissolved organic matter is a priority in water resource management to ensure the availability of clean water. This study evaluates the combination of aeration and adsorption methods using a diffuser aerator and siwalan shell activated carbon. The aeration method was conducted with variations in detention time to increase dissolved oxygen (DO) levels and reduce concentrations of Fe, Mn, Total Dissolved Solids (TDS), and Total Organic Carbon (TOC). The adsorption process was carried out with variations in media height and flow rate to optimize contaminant removal. The results showed that aeration increased DO to 5.4 mg/L within 60 minutes and reduced Fe and Mn levels by 53.6% and 7.7%, respectively. Adsorption with a media height of 45 cm and a flow rate of 10 L/h achieved reductions in Fe, Mn, TDS, and TOC concentrations by 63.19%, 99.25%, 15.51%, and 17.61%, respectively. SEM-EDX characterization revealed that siwalan shell activated carbon is dominated by carbon, oxygen, sodium, and calcium elements, supporting the adsorption mechanism through ionic bonding and electrostatic interactions. This study demonstrates that siwalan shell activated carbon is effective, environmentally friendly, and has the potential to be developed as a local adsorbent material for sustainable groundwater treatment systems.

Keywords: *aeration, adsorption, diffuser aerator, palmyra palm shell, activated carbon, groundwater quality, adsorption isotherm*