

**PERBANDINGAN KOAGULAN KOMERSIAL DAN  
BIOKOAGULAN BIJI PEPAYA PADA FLOKULASI  
HYDROCYCLONE TERBUKA DALAM MENURUNKAN  
PARAMETER *TOTAL SUSPENDED SOLID* (TSS)**

**SKRIPSI**



Oleh:

**MAULANA ROHMAN BAHARI**

NPM: 20034010017

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

**PERBANDINGAN KOAGULAN KOMERSIAL DAN  
BIOKOAGULAN BIJI PEPAYA PADA FLOKULASI  
HYDROCYCLONE TERBUKA DALAM MENURUNKAN  
PARAMETER *TOTAL SUSPENDED SOLID* (TSS)**

**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:

**MAULANA ROHMAN BAHARI**

**NPM. 20034010017**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR**

**FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS  
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
SURABAYA**

**2024**

**LEMBAR PERSETUJUAN**

**PERBANDINGAN KOAGULAN KOMERSIAL DAN  
BIOKOAGULAN BIJI PEPAYA PADA FLOKULASI  
HYDROCYCLONE TERBUKA DALAM MENURUNKAN  
PARAMETER *TOTAL SUSPENDED SOLID (TSS)***

Disusun Oleh:

**MAULANA ROHMAN BAHARI**

**NPM. 20034010017**

**Telah disetujui untuk mengikuti Ujian Penelitian/Verifikasi Artikel Ilmiah**

Menyetujui,

**PEMBIMBING**

**Aussie Amalia, S.T., M.Sc.**

**NPT. 172 1992 1124 059**

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**  
**PERBANDINGAN KOAGULAN KOMERSIAL DAN**  
**BIOKOAGULAN BIJI PEPAYA PADA FLOKULASI**  
**HYDROCYCLONE TERBUKA DALAM MENURUNKAN**  
**PARAMETER TOTAL SUSPENDED SOLID (TSS)**

Disusun Oleh:

**MAULANA ROHMAN BAHARI**

**NPM. 20034010017**

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

Menyetujui,

**PEMBIMBING**

**TIM PENGUJI**

1. Ketua

  
**Angie Amalia, S.T., M.Sc.**  
**NPT. 17219921124059**

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

2. Anggota

  
**Ir. Yayok Suryo Purnomo, M.S.**  
**NIP. 19600601 198703 1 001**

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**

**PERBANDINGAN KOAGULAN KOMERSIAL DAN  
BIOKOAGULAN BIJI PEPAYA PADA FLOKULASI  
HYDROCYCLONE TERBUKA DALAM MENURUNKAN  
PARAMETER *TOTAL SUSPENDED SOLID (TSS)***

Disusun Oleh:

**MAULANA ROHMAN BAHARI**

**NPM. 20034010017**

**Telah direvisi dan disahkan pada tanggal 11 Desember 2024**

**TIM PENILAI**

**KETUA**

**ANGGOTA**

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

**Ir. Yayok Survo Purnomo, M. S.**  
**NIP. 19600601 198703 1 001**

## SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Maulana Rohman Bahari  
NPM : 20034010017  
Fakultas : Teknik dan Sains  
Program Studi : Teknik Lingkungan  
Email : 20034010017@student.upnjatim.ac.id  
Judul Skripsi/Tugas Akhir : Perbandingan Koagulan Komersial Dan Biokoagulan Biji Pepaya Pada Flokulasi *Hydrocyclone* Terbuka Dalam Menurunkan Parameter *Total Suspended Solid* (TSS)

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 pihak lain kecuali arahan pembimbing akademik.
3. Hasil karya saya ini merupakan hasil revisi akhir setelah diujikan yang telah diketahui dan disetujui oleh pembimbing.
4. Dalam karya saya ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau 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 dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini maka saya bersedia menerima konsekuensi apa pun, sesuai ketentuan yang berlaku di UPN "Veteran" Jawa Timur.

Surabaya, Desember 2024



(Maulana Rohman Bahari)

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat dan berkat-Nya penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul “Perbandingan Koagulan Komersil dan Biokoagulan Biji Pepaya pada Flokulasi *Hydrocyclone* untuk Menurunkan *Total Suspended Solid* (TSS)” ini dengan baik. Dalam penyusunan laporan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P., selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur;
2. Firra Rosariawari, S.T., M.T., selaku Koordinator Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur;
3. Aussie Amalia, S.T., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing yang senantiasa membantu dan mengarahkan dalam setiap proses pengerjaan skripsi ini;
4. Seluruh Dosen dan Staff Pengajar Program Studi Teknik Lingkungan yang telah membagikan ilmu di dalam kelas maupun saat diskusi;
5. Kedua orang tua penulis, Iswahyudi dan Siti Nurjanah, yang selalu memberikan kasih sayang, doa, nasehat, serta kesabarannya dalam setiap langkah hidup penulis.
6. Kedua saudara penulis, M. Wahyu R. I. T. dan Syifa Al Bukhori. Terimakasih atas doa dan segala dukungannya
7. Seluruh teman-teman Program Studi Teknik Lingkungan Angkatan 2020 yang telah memberikan dukungan dan selalu membantu satu sama lain selama berkuliah serta saat penyusunan laporan akhir skripsi.
8. Teman-teman baik penulis, Brillyan K.P., Steven A. C. P., Hammam F., M. B. Scheva P. M., A. Aufinal M., Aurelia A. Z., Firza R., RR Galuh., Komang T., Nara N., Naura N. H., dan A. Afandi O. yang memberikan warna dan kebahagiaan selama masa perkuliahan.
9. Serta pihak lainnya yang tidak dapat disebutkan satu per satu atas bantuannya secara langsung maupun tidak langsung.

Akhir kata penulis menyampaikan terima kasih dan maaf akan banyaknya kekurangan dalam penyusunan laporan akhir skripsi ini. Penulis juga sangat mengharapkan adanya kritik dan saran yang bersifat membangun demi perbaikan penyusunan berikutnya.

Surabaya, Desember 2024

Penulis



## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>i</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>viii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>ix</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>x</b>
1.1    Latar Belakang .....	x
1.2    Rumusan Masalah .....	2
1.3    Tujuan Penelitian.....	3
1.4    Manfaat Penelitian.....	3
1.5    Lingkup Penelitian .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
2.1    Proses Koagulasi-Flokulasi.....	5
2.1.1    Koagulasi .....	8
2.1.2    Flokulasi.....	9
2.1.3    Faktor-faktor yang Mempengaruhi Proses Koagulasi .....	12
2.1.4    Faktor-faktor yang Mempengaruhi Proses Flokulasi .....	14
2.2    Koagulan Kimia .....	14
2.3    Biokoagulan .....	15
2.4 <i>Hydrocyclone</i> .....	18
2.5    Penelitian Terdahulu .....	21
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>23</b>
3.1    Kerangka Penelitian.....	23
3.1.1    Ide Penelitian.....	25
3.1.2    Studi Literatur .....	27
3.1.3    Judul Penelitian .....	27
3.1.4    Penentuan Variabel .....	27
3.1.5    Penelitian Pendahuluan.....	27
3.1.6    Penelitian Utama .....	28

3.1.7	Metode Pengumpulan Data .....	28
3.1.8	Analisis Data .....	28
3.1.9	Kesimpulan dan Saran .....	29
3.2	Persiapan Alat dan Bahan .....	29
3.3	Cara Kerja .....	29
3.3.1	Pembuatan Reaktor <i>Hydrocyclone</i> Terbuka .....	29
3.3.2	Persiapan Air Sampel.....	30
3.3.3	Pembuatan Larutan Tawas dan PAC.....	30
3.3.4	Pembuatan Biokoagulan Biji Pepaya.....	31
3.3.5	Penentuan Dosis Optimum.....	31
3.3.6	Prosedur Penelitian .....	31
3.4	Analisis .....	32
3.4.1	Analisis Data Tiap Parameter .....	32
3.4.2	Uji Statistika .....	32
3.5	Variabel.....	33
3.5.1	Variabel Tetap.....	33
3.5.2	Variabel Bebas.....	33
3.5.3	Variabel Terikat .....	33
3.5.4	Matriks Penelitian.....	34
3.6	Jadwal Penelitian.....	35
3.7	Rencana Anggaran Biaya (RAB) .....	36
<b>BAB 4</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>38</b>
4.1	Analisis Penurunan Kadar TSS .....	38
4.1.1	Analisis Penurunan TSS pada Air dengan TSS Tinggi (>100 mg/L) 39	
4.1.2	Analisis Penurunan TSS pada Air dengan TSS Sedang (50-100) ....	43
4.1.3	Analisis Penurunan TSS pada Air dengan TSS rendah (<50 mg/L)..	44
4.2	Analisis Perubahan Kadar pH .....	46
4.3	Analisis Perubahan Kadar DHL .....	49
4.4	Analisis ANOVA Hasil Pengujian % Penyisihan TSS .....	51
4.5	Analisis ANOVA Hasil Pengujian Parameter pH.....	55
4.6	Analisis ANOVA Hasil Pengujian Parameter DHL .....	59
<b>BAB V</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>65</b>

5.1	KESIMPULAN .....	65
5.2	SARAN.....	65
	<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>67</b>
	<b>Lampiran A .....</b>	<b>71</b>
	<b>Lampiran B .....</b>	<b>72</b>
	<b>Lampiran C .....</b>	<b>76</b>
	<b>Lampiran D .....</b>	<b>77</b>
	<b>Lampiran E .....</b>	<b>78</b>
	<b>Lampiran F .....</b>	<b>80</b>
	<b>Lampiran G.....</b>	<b>83</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Peralatan Jar Test .....	5
Gambar 2. 2 Pengadukan Cepat dengan Terjunan .....	9
Gambar 2. 3 Pengadukan Cepat Secara Pneumatis .....	9
Gambar 2. 4 Gambaran Proses Koagulasi-Flokulasi .....	10
Gambar 2. 5 Tipe Paddle .....	11
Gambar 2. 6 Tipe Turbine .....	11
Gambar 2. 7 Tipe Propeller .....	11
Gambar 2. 8 Baffle Channel .....	12
Gambar 2. 9 Prinsip Kerja <i>Hydrocyclone</i> .....	17
Gambar 3.1 Kerangka Penelitian.....	19
Gambar 3.2. Reaktor <i>Hydrocyclone</i> .....	26
Gambar 4.1 Grafik % Penyisihan TSS Pada Air Sampel dengan TSS Tinggi ....	39
Gambar 4.2 Cara Kerja Hydrocyclone.....	41
Gambar 4.3 Grafik % Penyisihan TSS Pada Air Sampel dengan TSS Sedang ...	42
Gambar 4.4 Grafik % Penyisihan TSS Pada Air Sampel dengan TSS Rendah ..	44

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Jenis Koagulan dalam Proses Pengolahan Air .....	7
Tabel 3.1 Matriks Penelitian.....	30
Tabel 3. 2 Jadwal Penelitian .....	31
Tabel 4.1 Data % Penyisihan TSS pada Air Sampel dengan TSS Tinggi .....	38
Tabel 4.2 Data % Penyisihan TSS pada Air Sampel dengan TSS Sedang.....	42
Tabel 4.3 Data % Penyisihan TSS pada Air Sampel dengan TSS Rendah .....	43
Tabel 4.4 Hasil Uji Perubahan pH pada Air Baku Air dengan TSS Rendah, Sedang, dan Tinggi .....	46
Tabel 4.5 Hasil Uji Perubahan DHL pada Air Baku Air dengan TSS Rendah, Sedang dan Tinggi .....	48

## ABSTRAK

# PERBANDINGAN KOAGULAN KOMERSIAL DAN BIOKOAGULAN BIJI PEPAYA PADA FLOKULASI *HYDROCYCLONE* TERBUKA DALAM MENURUNKAN *TOTAL SUSPENDED SOLID* (TSS)

MAULANA ROHMAN BAHARI

20034010017

Metode pengolahan air bersih telah berkembang seiring dengan kebutuhan masyarakat dan jenis parameter yang harus diolah. Salah satu metode yang paling umum digunakan adalah koagulasi-flokulasi, yang terbukti efektif untuk menghilangkan TSS dan kekeruhan. Untuk meningkatkan efisiensi, modifikasi seperti penggunaan flokulator *hydrocyclone* telah dikembangkan, meskipun kinerjanya sangat bergantung pada ukuran dan densitas partikel dalam air. Koagulan kimia seperti alum dan PAC sering digunakan karena efisiensinya, tetapi residu yang dihasilkan dapat menimbulkan toksisitas. Sebagai alternatif, biokoagulan seperti biji pepaya menawarkan solusi yang lebih aman dan ramah lingkungan, karena residunya bersifat biodegradable. Penelitian ini bertujuan membandingkan efisiensi alum, PAC, dan biokoagulan pada flokulator *hydrocyclone*. Proses penelitian dilakukan secara kontinyu, dengan pengambilan sampel air dilakukan pada menit ke-0 (serta pada menit ke-5, 10, 15, dan 20. Hasil penelitian menunjukkan bahwa PAC secara keseluruhan memberikan efisiensi tertinggi, yaitu 78,9% untuk air dengan TSS tinggi, 75% untuk TSS sedang, dan 70,8% untuk TSS rendah. Penelitian juga mengungkap bahwa penggunaan PAC dan alum menyebabkan penurunan pH, sementara penambahan ketiga jenis koagulan baik PAC, alum, dan biokoagulan biji pepaya meningkatkan DHL air, dengan peningkatan tertinggi tercatat pada biokoagulan biji pepaya.

Kata kunci : flokulasi, flokulator *hydrocyclone*, koagulasi, DHL, pH, TSS.

## ABSTRACT

# PERBANDINGAN KOAGULAN KOMERSIAL DAN BIOKOAGULAN BIJI PEPAYA PADA FLOKULASI *HYDROCYCLONE* TERBUKA DALAM MENURUNKAN *TOTAL SUSPENDED SOLID* (TSS)

MAULANA ROHMAN BAHARI

20034010017

*Clean water treatment methods have developed along with the needs of the community and the types of parameters that must be treated. One of the most commonly used methods is coagulation-flocculation, which has been shown to be effective in removing TSS and turbidity. To improve efficiency, modifications such as the use of hydrocyclone flocculators have been developed, although their performance is highly dependent on the size and density of particles in the water. Chemical coagulants such as alum and PAC are often used for their efficiency, but the resulting residue can cause toxicity. Alternatively, biocoagulants such as papaya seeds offer a safer and more environmentally friendly solution, as the residue is biodegradable. This study aims to compare the efficiency of alum, PAC, and biocoagulants in hydrocyclone flocculators. The research process was carried out continuously, with water sampling carried out at minute 0 (as well as at minutes 5, 10, 15, and 20). The results showed that PAC overall provided the highest efficiency, namely 78.9% for water with high TSS, 75% for medium TSS, and 70.8% for low TSS. The study also revealed that the use of PAC and alum led to a decrease in pH, while the addition of all three types of coagulants both PAC, alum, and papaya seed biocoagulant increased water DHL, with the highest increase recorded in papaya seed biocoagulant.*

*Keywords : Flocculation, hydrocyclone flocculator, coagulation, conductivity, pH, TSS*