

**SKRIPSI**

**PERBANDINGAN PENGGUNAAN MEDIA *BIOBALL* DAN  
SARANG TAWON PADA METODE BIOFILTER AEROB  
DALAM PENGOLAHAN LIMBAH CAIR *GREY WATER***

**Oleh:**

**NIKKI REALLYARI**

**2026015**



**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

**2024**

LEMBAR PERSETUJUAN

SKRIPSI

PERBANDINGAN PENGGUNAAN MEDIA *BIOBALL* DAN SARANG  
TAWON PADA METODE BIOFILTER AEROB DALAM PENGOLAHAN  
LIMBAH CAIR *GREY WATER*

Disusun Oleh:


NIKKI REALYARI

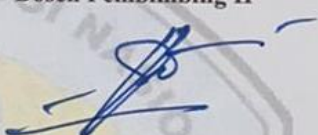
20.26.015

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

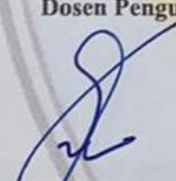
Dosen Pembimbing II

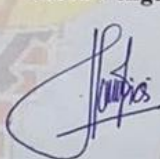
  
Dr. Evy Hendriarianti, ST., M.MT.  
NIP.P. 1030300382

  
Dr. Ir. Herv Setvobudiarso, M.Sc  
NIP. 1961062019911031002

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II

  
Candra Dwi Ratna, ST., MT.  
NIP.Y.1030000349

  
Anis Artivani, ST., MT  
NIP.P. 1030300384

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Lingkungan



Dr. Evy Hendriarianti, ST., M.MT.  
NIP.P. 1030300382



PT. BNI (PERSERO) MALANG  
BANK NIAGA MALANG

PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145  
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

**BERITA ACARA SKRIPSI**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**

NAMA : NIKKI REALLYARI  
NIM : 2026015  
PROGRAM STUDI : TEKNIK LINGKUNGAN  
JUDUL : PERBANDINGAN PENGGUNAAN MEDIA *BIOBALL*  
DAN SARANG TAWON PADA METODE BIOFILTER  
AEROB DALAM PENGOLAHAN LIMBAH CAIR *GREY WATER*

Dipertahankan dihadapan Tim Penguji Ujian Skripsi Jenjang Program Strata Satu (S-1), pada:

Hari : Jum'at  
Tanggal : 9 Agustus 2024  
Dengan Nilai : 80,41 (A)

**Panitia Ujian Skripsi**

**Ketua,**

**Sekretaris,**



**Dr. Evi Hendrianti, S.T., M.M.T.**  
NIP.P. 1030300382

**Vitha Rachmawati, S.T., M.T.**  
NIP.P. 1031900560

**Tim Penguji**

**Dosen Penguji I,**

**Dosen Penguji II,**

**Candra Dwi Ratna, S.T., M.T.**  
NIP.Y. 1030000349

**Anis Artivani, S.T., M.T.**  
NIP.P. 1030300384

## PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Nikki Reallyari

NIM : 2026015

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Skripsi yang saya susun dan saya tulis dengan judul “Perbandingan Penggunaan Media *Bioball* dan Sarang Tawon pada Metode Biofilter Acrob dalam Pengolahan Limbah Cair *Grey Water*” adalah benar-benar merupakan hasil pemikiran, penelitian, serta kaya intelektual saya sendiri dan bukan merupakan karya pihak lain.
  2. Semua sumber referensi yang dikutip dan dirujuk tertulis dalam lembar daftar pustaka.
  3. Apabila kemudian hari diketahui terjadi penyimpangan dari pernyataan yang saya buat, maka saya siap menerima sanksi sebagaimana aturan yang berlaku.
- Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya tanpa ada tekanan dari pihak manapun.

Malang, 12 Agustus 2024

Menyatakan,



Nikki Reallyari  
NIM. 2026015

# PERBANDINGAN PENGGUNAAN MEDIA *BIOBALL* DAN SARANG TAWON PADA METODE BIOFILTER AEROB DALAM PENGOLAHAN LIMBAH CAIR *GREY WATER*

Nikki Reallyari

Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Nasional Malang

## ABSTRAK

Limbah cair *grey water* merupakan limbah yang berasal dari aktivitas rumah. Limbah ini sebelum dibuang ke lingkungan perlu dilakukan pengolahan terlebih dahulu. Pengolahan limbah cair *grey water* dilakukan dengan metode biofilter aerob. Metode ini memanfaatkan mikroorganisme yang melekat pada media dengan membentuk *biofilm*. Proses pengolahan dengan biofilter dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti jenis media dan waktu detensi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jenis media terhadap penurunan BOD dan COD serta efisiensi penurunan BOD dan COD hasil pengolahan dengan biofilter aerob. Jenis media yang digunakan adalah media *bioball* dan media sarang tawon. Pengolahan ini menggunakan metode *batch* dengan melakukan proses *seeding* selama 7 hari dan aklimatisasi selama 3 hari sebelum dilakukan proses *running*. Pengambilan sampel untuk dianalisis sesuai dengan waktu detensi yang ditentukan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis media berpengaruh terhadap kinerja pengolahan biofilter aerob yakni semakin luas permukaan spesifik media maka semakin besar penurunan konsentrasi BOD dan COD. Hasil efisiensi optimum didapatkan pada reaktor bermedia *bioball* pada waktu detensi selama 12 jam dengan persentase efisiensi penurunan berturut-turut sebesar 82,43% dari konsentrasi awal sebesar 174,56 mg/L menjadi 30,67 mg/L dan pada konsentrasi COD sebesar 76,16% dari konsentrasi awal 348,16 mg/L menjadi 83,00 mg/L. Hasil penurunan terbaik pada parameter BOD belum memenuhi standar baku mutu, akan tetapi pada parameter COD sudah memenuhi standar baku mutu Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. P 68 Tahun 2016. Berdasarkan hasil tersebut pengolahan limbah cair *grey water* sebaiknya dilakukan pengolahan lanjutan dan menambah waktu detensi agar dapat memaksimalkan penurunan parameter pencemar.

**Kata Kunci:** *Bioball*, Biofilter Aerob, BOD, COD, Limbah Cair *Grey Water*, Sarang Tawon.

# **COMPARISON OF BIOBALL AND HONEY COMB MEDIA IN THE AEROBIC BIOFILTER FOR GREY WATER TREATMENT**

**Nikki Reallyari**

**Environmental Engineering Study Program Civil Engineering and Planning  
Faculty  
National Institute of Technology Nasional**

## **ABSTRACT**

Grey water is wastewater originating from household activities. Before being discharged into the environment, this wastewater needs to be treated first. Treatment of grey water is performed using the aerobic biofilter method. This method utilizes microorganisms attached to the media, forming a biofilm. The treatment process with biofilters is influenced by several factors such as the type of media and detention time. This study aims to determine the effect of media type on the reduction of BOD and COD as well as the efficiency of BOD and COD reduction in aerobic biofilter treatment. The types of media used are bioball and wasp nest media. The treatment uses a batch method with a seeding process for 7 days and acclimatization for 3 days before the running process. Samples are taken for analysis according to the specified detention time. The results show that the type of media affects the performance of the aerobic biofilter treatment, with a larger specific surface area of the media resulting in greater reductions in BOD and COD concentrations. The optimum efficiency results are obtained with the bioball media reactor at a 12-hour detention time, with a reduction efficiency of 82.43% from an initial concentration of 174.56 mg/L to 30.67 mg/L for BOD, and 76.16% reduction from an initial concentration of 348.16 mg/L to 83.00 mg/L for COD. The reduction results for BOD do not meet the quality standard, but the COD parameter meets the quality standard as per the Ministry of Environment and Forestry Regulation No. P 68 of 2016. Based on these results, further treatment of grey water and an extended detention time are recommended to maximize pollutant parameter reduction.

**Keywords: Bioball, Biofilter Aerob, BOD, COD, Grey Water Wastewater, Honey Comb**

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena berkat Rahmat-Nyalah saya dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul “Perbandingan Penggunaan Media *Bioball* dan Sarang Tawon pada Metode Biofilter Aerob dalam Pengolahan Limbah Cair *Grey Water*” skripsi ini diajukan untuk memenuhi syarat kelulusan mata kuliah Skripsi di Program Studi Teknik Lingkungan Institut Teknologi Nasional Malang. Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari dukungan berbagai pihak yang senantiasa memberikan bimbingan dan motivasi bagi penyusun. Oleh karena itu sudah sepantasnya penyusun dengan penuh hormat mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Dr. Evy Hendriarianti, ST., MMT selaku selaku Dosen Pembimbing I yang telah bersedia memberikan waktu dan senantiasa memberikan masukan yang membangun kepada penyusun dalam proses ini.
2. Bapak Dr. Ir. Hery Setyobudiarso, M.Sc selaku Dosen Pembimbing II yang telah bersedia memberikan waktu dan senantiasa memberikan masukan yang membangun kepada penyusun dalam proses ini.
3. Ibu Candra Dwi Ratna, S.T., M.T dan Ibu Anis Artiyani S.T., M.T selaku dosen penguji skripsi yang telah bersedia meluangkan waktu dan memberikan masukan pada skripsi saya.
4. Ayah, Ibuk, dan keluarga yang selalu mendoakan, mensupport, moril, dan materil sehingga penyusun bisa sampai pada tahap ini.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada:

5. Teman-teman Teknik Lingkungan ITN Malang Angkatan 2019 dan 2020 yang telah membantu dan meberikan semangat sehingga skripsi ini dapat tersusun.
6. Nesya Richma Yunifa & Erlangga Wahyu Utomo yang selalu menjadi pendengar dan membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi.
7. Malvin Dharma Pradipta, yang menjadi *support system* penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
8. Pihak-pihak lain yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu yang telah memberikan sedikit atau banyak andil dan doa kepada saya dalam menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi ini.

Malang, Agustus 2024

Penyusun



## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PERSETUJUAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>BERITA ACARA SKRIPSI.....</b>	<b>iii</b>
<b>PERNYATAAN ORISINALITAS.....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xiii</b>
<b>BAB I.....</b>	<b>1</b>
<b>PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1    Latar Belakang.....	1
1.2    Rumusan Masalah .....	3
1.3    Tujuan.....	3
1.4    Manfaat.....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>4</b>
2.1    Pengertian Umum Tentang Air Limbah.....	4
2.1.1    Pengertian Tentang Air Limbah Domestik.....	4
2.1.2    Sumber Air Limbah Domestik .....	4
2.1.3    Karakteristik Limbah Cair <i>Grey Water</i> .....	4
2.1.4    Baku Mutu Air Limbah Domestik.....	5
2.2    Tahapan Pengolahan Air Limbah .....	5
2.2.1    Metode Pengolahan Air Limbah .....	7
2.2.2    Pengolahan Air Limbah dengan Proses Biologis.....	8
2.2.3    Pengolahan Secara Anaerob .....	9
2.2.4    Pengolahan Secara Aerob.....	9
2.2.5    Pengolahan Limbah Cair dengan Biofilter.....	9
2.2.6    Kriteria Desain Biofilter Aerob.....	10
2.3    Aerasi dalam Pengolahan Limbah Cair.....	10
2.4    Media Biofilter .....	11
2.4.1    Jenis Media Biofilter .....	11
2.4.2    Media <i>Bioball</i> .....	12

2.4.3	Media <i>Honey Comb</i> (Sarang Tawon).....	12
2.5	<i>Biofilm</i> .....	12
2.6	<i>Seeding</i> dan Aklimatisasi.....	13
2.7	Analisis Data .....	14
2.7.1	Analisis Statistika.....	14
2.8	Hasil <i>Review</i> Jurnal .....	15
<b>BAB III</b>	.....	<b>18</b>
<b>METODE PENELITIAN</b>	.....	<b>18</b>
3.1	Lokasi Pengambilan Sampel dan Lokasi Penelitian.....	18
3.2	Alat dan Bahan .....	18
3.2.1	Alat.....	18
3.2.2	Bahan.....	19
3.3	Variabel Penelitian.....	19
3.4	Kerangka Penelitian.....	20
3.5	Pelaksanaan Penelitian .....	21
3.5.1	Tahap Pendahuluan .....	21
3.5.2	Tahap Penelitian.....	21
<b>BAB IV</b>	.....	<b>27</b>
<b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	.....	<b>27</b>
4.1	Karakteristik Limbah Cair <i>Grey Water</i> .....	28
4.2	Proses Pengolahan Limbah Cair <i>Grey Water</i> .....	28
4.2.1	Proses <i>Seeding</i> .....	28
4.2.2	Aklimatisasi.....	33
4.3	Analisis Deskriptif.....	39
4.3.1	<i>Biological Oxygen Demand (BOD)</i> .....	39
4.3.2	<i>Chemical Oxygen Demand (COD)</i> .....	42
4.3.3	Hasil Analisis pH dan Suhu pada Proses <i>Running</i> .....	44
4.4	Analisis ANOVA <i>One Way</i> .....	47
4.4.1	Uji Normalitas.....	47
4.4.2	Uji Homogenitas .....	48
4.4.3	Analisis ANOVA <i>One-Way Biological Oxygen Demand (BOD)</i> ....	49
4.4.4	Analisis ANOVA <i>One-Way Chemical Oxygen Demand (COD)</i> .....	51

4.4.5	Uji Regresi Linear Sederhana BOD Media <i>Bioball</i> .....	52
4.4.6	Uji Regresi Linear Sederhana BOD Media Sarang Tawon.....	53
4.4.7	Uji Regresi Linear Sederhana COD Media <i>Bioball</i> .....	54
4.4.8	Uji Regresi Linear Sederhana COD Media Sarang Tawon.....	55
4.5	Pembahasan .....	56
4.5.1	Penyisihan BOD ( <i>Biological Oxygen Demand</i> ).....	57
4.5.2	Penyisihan COD ( <i>Chemical Oxygen Demand</i> ).....	60
4.5.3	Kinerja Pengolahan Air Limbah.....	62
<b>BAB V.....</b>		<b>64</b>
<b>KESIMPULAN.....</b>		<b>64</b>
5.1	Kesimpulan.....	64
5.2	Saran.....	65
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>		<b>65</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Baku Mutu Air Limbah Domestik.....	5
Tabel 2.2 Kriteria Perencanaan Biofilter Aerob .....	10
Tabel 2.3 Hasil <i>Review</i> Jurnal .....	15
Tabel 3.1 Parameter dan Metode Pengukuran.....	27
Tabel 4.1 Karakteristik Awal Air Limbah <i>Grey Water</i> .....	28
Tabel 4.2 Penurunan COD Proses <i>Seeding</i> pada Reaktor Bermedia <i>Bioball</i> .....	30
Tabel 4.3 Penurunan COD Proses <i>Seeding</i> pada Reaktor Bermedia Sarang Tawon .....	30
Tabel 4.4 Nilai pH pada Proses <i>Seeding</i> .....	31
Tabel 4.5 Nilai Suhu pada Proses <i>Seeding</i> .....	32
Tabel 4.6 Hasil Analisis dan Persentase Efisiensi Penurunan COD Proses Aklamatisasi pada Reaktor Media <i>Bioball</i> .....	34
Tabel 4.7 Hasil Analisis dan Persentase Efisiensi Penurunan COD Proses Aklamatisasi pada Reaktor Media Sarang Tawon .....	35
Tabel 4.8 Nilai pH pada Proses Aklamatisasi .....	37
Tabel 4.9 Nilai Suhu pada Proses Aklamatisasi.....	38
Tabel 4.10 Hasil Penyisihan BOD pada Reaktor Media <i>Bioball</i> .....	39
Tabel 4.11 Hasil Penurunan Konsentrasi BOD dan Persentase Efisiensi Penurunan pada Reaktor Media Sarang Tawon .....	40
Tabel 4.12 Hasil Penurunan Konsentrasi dan Persentase Efisiensi Penurunan COD pada Reaktor Media <i>Bioball</i> .....	42
Tabel 4.13 Hasil Penyisihan COD pada Reaktor Media Sarang Tawon .....	42
Tabel 4.14 Nilai pH pada Proses <i>Running</i> .....	45
Tabel 4.15 Nilai Suhu pada <i>Running</i> .....	46
Tabel 4.16 Hasil Uji Homogenitas <i>Biological Oxygen Demand</i> (BOD).....	48
Tabel 4.17 Hasil Uji Homogenitas <i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD).....	49
Tabel 4.18 Hasil Analisis ANOVA <i>One Way</i> Persentase Penurunan BOD .....	49
Tabel 4.19 Hasil Uji <i>Tukey</i> Persentase Efisiensi Penurunan BOD terhadap Jenis Media.....	50
Tabel 4.20 Hasil Analisis ANOVA <i>One Way</i> Persentase Penurunan COD .....	51

Tabel 4.21 Hasil Uji <i>Tukey</i> Persentase Efisiensi Penurunan COD terhadap Jenis Media.....	52
Tabel 4.22 Hasil Uji Regresi Linear Sederhana Waktu Detensi terhadap Efisiensi Penurunan Konsentrasi BOD pada Media <i>Bioball</i> .....	53
Tabel 4.23 Hasil Uji Regresi Linear Sederhana Waktu Detensi terhadap Efisiensi Penurunan Konsentrasi BOD pada Media Sarang Tawon .....	53
Tabel 4.24 Hasil Uji Regresi Linear Sederhana Waktu Detensi terhadap Efisiensi Penurunan Konsentrasi COD pada Media <i>Bioball</i> .....	54
Tabel 4.25 Hasil Uji Regresi Linear Sederhana Waktu Detensi terhadap Efisiensi Penurunan Konsentrasi COD pada Media Sarang Tawon .....	55
Tabel 4.26 Hasil Penurunan Konsentrasi Terbaik .....	63

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Lokasi Pemukiman X.....	18
Gambar 3.2 Kerangka Penelitian .....	20
Gambar 3.3 Reaktor Biofilter Aerob.....	22
Gambar 3.4 Tampak Atas Reaktor Biofilter Aerob .....	23
Gambar 4.1 Lapisan <i>Biofilm</i> pada media <i>bioball</i> dan media sarang tawon.....	29
Gambar 4.2 Grafik Nilai pH pada Proses <i>Seeding</i> .....	32
Gambar 4.3 Grafik Nilai Suhu pada Proses <i>Seeding</i> Reaktor Bermedia <i>Bioball</i> dan Reaktor Bermedia Sarang Tawon.....	33
Gambar 4.4 Grafik Efisiensi Penurunan COD pada Proses Aklimatisasi.....	36
Gambar 4.5 Grafik Nilai pH pada Proses Aklimatisasi.....	37
Gambar 4.6 Grafik Nilai Suhu pada Proses Aklimatisasi .....	39
Gambar 4.7 Grafik Penurunan Konsentrasi BOD.....	41
Gambar 4.8 Grafik Persentase Efisiensi Penurunan BOD .....	41
Gambar 4.9 Grafik Penurunan Konsentrasi COD.....	43
Gambar 4.10 Grafik Persentase Penurunan COD .....	44
Gambar 4.11 Grafik Nilai pH pada Proses <i>Running</i> .....	45
Gambar 4.12 Grafik Nilai Suhu Proses <i>Running</i> pada Reaktor Bermedia <i>Bioball</i> dan Reaktor Bermedia Sarang Tawon.....	46
Gambar 4.13 Grafik Uji Normalitas BOD .....	47
Gambar 4.14 Grafik Uji Normalitas BOD .....	48

## DAFTAR LAMPIRAN

Gambar 1. Persiapan Reaktor.....	80
Gambar 2. Pengambilan Sampel.....	80
Gambar 3. Proses Pra Sedimentasi.....	81
Gambar 4. Proses <i>Seeding</i> .....	81
Gambar 5. Proses Aklimatisasi .....	82
Gambar 6. Proses <i>Running</i> .....	82
Gambar 7. Proses Analisis Laboratorium.....	83