

**EFEKTIVITAS BIOFILTER *MOVING BED BIOFILM REACTOR*  
KOMBINASI KARBON AKTIF DALAM PENGOLAHAN AIR  
LIMBAH DOMESTIK DI PULAU BARRANG LOMPO  
KOTA MAKASSAR**



**BIRGITA NATASHA ADRILA PUTRI  
K011201100**



**PROGRAM STUDI KESEHATAN MASYARAKAT  
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2024**

**EFEKTIVITAS BIOFILTER *MOVING BED BIOFILM REACTOR*  
KOMBINASI KARBON AKTIF DALAM PENGOLAHAN AIR  
LIMBAH DOMESTIK DI PULAU BARRANG LOMPO  
KOTA MAKASSAR**

**BIRGITA NATASHA ADRILA PUTRI  
K011201100**



**PROGRAM STUDI KESEHATAN MASYARAKAT  
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2024**

**LEMBAR PENGAJUAN SKRIPSI**

**EFEKTIVITAS BIOFILTER *MOVING BED BIOFILM REACTOR*  
KOMBINASI KARBON AKTIF DALAM PENGOLAHAN AIR  
LIMBAH DOMESTIK DI PULAU BARRANG LOMPO  
KOTA MAKASSAR**

BIRGITA NATASHA ADRILA PUTRI  
K011201100

Skripsi

sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Program Studi Kesehatan Masyarakat

Pada

**PROGRAM STUDI KESEHATAN MASYARAKAT  
DEPARTEMEN KESEHATAN LINGKUNGAN  
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2024**

## LEMBAR PENGESAHAN

### SKRIPSI

**EFEKTIVITAS BIOFILTER MOVING BED BIOFILM REACTOR  
KOMBINASI KARBON AKTIF DALAM PENGOLAHAN AIR  
LIMBAH DOMESTIK DI PULAU BARRANG LOMPO  
KOTA MAKASSAR**

**BIRGITA NATASHA ADRILA PUTRI  
K011201100**

Skripsi,

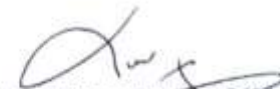
Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Sarjana Kesehatan Masyarakat pada  
26 Juni 2024 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan  
Pada

Program Studi Fakultas Kesehatan Masyarakat  
Fakultas Kesehatan Masyarakat  
Universitas Hasanuddin  
Makassar

Mengesahkan:

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

  
Dr. Agus Bintang Birawida, S.Kel., M.Kes  
NIP: 198208032008121003

  
Basir, S.KM., M.Sc  
NIP: 7371130705940008

Mengetahui:  
Ketua Program Studi,

  
Dr. Hasnawati Amqam, SKM., M.Sc  
NIP: 197604182005012001

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

### PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, skripsi berjudul "EFEKTIVITAS BIOFILTER MOVING BED BIOFILM REACTOR KOMBINASI KARBON AKTIF DALAM PENGOLAHAN AIR LIMBAH DOMESTIK DI PULAU BARRANG LOMPO KOTA MAKASSAR" adalah benar karya saya dengan arahan dari pembimbing Dr. Agus Bintara Birawida, S.Kel., M.Kes sebagai Pembimbing Utama dan Basir, S.KM., M.Sc sebagai Pembimbing Pendamping. Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka skripsi ini. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini adalah karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut berdasarkan aturan yang berlaku.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta (hak ekonomis) dari karya tulis saya berupa skripsi ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, 25 Juni 2024



Birgita Natasha Adrila Putri  
K011201100

## UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur yang besar penulis panjatkan kepada Tuhan Yesus Kristus atas segala limpahan berkat, Roh Kudus, dan penyertaan kasih-Nya yang luar biasa di sepanjang kehidupan penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “**Efektivitas *Biofilter Moving Bed Biofilm Reactor* Kombinasi Karbon Aktif Dalam Pengolahan Air Limbah Domestik Di Pulau Barrang Lompo Kota Makassar**” ini sebagai salah satu syarat untuk memenuhi penyelesaian Studi Strata Satu (S1) pada Program Studi Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin. Penulis menyadari bahwa dalam pelaksanaan penelitian dan penyusunan skripsi ini penulis mendapatkan banyak bantuan dari segi moril dan materil. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang tulus kepada:

1. Kedua orangtua penulis, Ayahanda Lamba Tiranda dan Ibunda Merry yang tiada henti selalu mendoakan, memberi motivasi dan juga dukungan dalam segi apapun kepada penulis.
2. Bapak Dr. Agus Bintara Birawida, S.Kel.,M.Kes selaku dosen pembimbing pertama yang telah memberikan ilmu, arahan, nasihat, dukungan, dan juga waktunya untuk membimbing penulis dalam penyelesaian skripsi ini.
3. Bapak Basir, SKM., M.Sc selaku dosen pembimbing kedua yang juga telah memberikan ilmu, arahan, nasihat, dukungan, dan juga waktunya untuk membimbing penulis dalam penyelesaian skripsi ini.
4. Bapak Ruslan, SKM.,MPH selaku dosen penguji internal dan Bapak Mahfuddin Yusbud, SKM., MKM selaku dosen penguji eksternal yang senantiasa memberikan saran dan kritik yang membangun dalam penyelesaian skripsi ini.
5. Bapak Budirman yang sudah bersedia meminjamkan alat penelitian dan berbagi ilmunya kepada penulis selama masa penelitian, dan juga segenap dosen dan mahasiswa Poltekkes Kemenkes Makassar yang telah membantu penelitian penulis.
6. Seluruh staf Kecamatan Kepulauan Sangkarrang, staf Kelurahan, dan Bapak Babinsa Barrang Lompo yang telah membantu penulis dalam pengambilan sampel penelitian.
7. Teman-teman (Naya, Meca, Ayu, Mimi, Caca, Andira, Pijah, Nore, dan Dindot) yang senantiasa membantu dan memberikan *support* dalam berbagai bentuk bagi penulis dalam penyelesaian skripsi ini.
8. Teman-teman Kesling '20 dan Posko 21 PBL yang sudah saling kebersamai dan memberi semangat satu sama lain.
9. Seluruh pihak yang telah memberikan bantuan kepada penulis dalam proses penyelesaian skripsi ini yang tidak sempat penulis sebutkan satu-persatu.

Makassar, 20 Juni 2024

Birgita Natasha Adrila Putri

## ABSTRAK

BIRGITA NATASHA ADRILA PUTRI. **Efektivitas Biofilter *Moving Bed Biofilm Reactor* Kombinasi Karbon Aktif Dalam Pengolahan Air Limbah Domestik Di Pulau Barrang Lompo Kota Makassar** (dibimbing oleh Agus Bintara Birawida dan Basir)

**Latar Belakang:** Polusi air dari limbah domestik, berdampak negatif pada ekosistem perairan dan kesehatan manusia. Limbah domestik di kepulauan memiliki karakteristik yang membedakannya dari limbah domestik di daerah perkotaan, terutama karena keterbatasan akses ke sistem pengolahan limbah skala besar. Di Indonesia, seperti di Pulau Barrang Lompo, banyak limbah domestik tidak diolah dan langsung dibuang ke lingkungan, menimbulkan risiko kesehatan dan kerusakan ekosistem. Praktik membuang limbah ini langsung ke lingkungan telah menyebabkan pencemaran perairan yang serius, mengancam kesehatan publik dan kelangsungan hidup biota akuatik. Penggunaan biofilter *Moving Bed Biofilm Reactor* (MBBR) yang dikombinasikan dengan karbon aktif bisa menjadi pendekatan yang efektif.

**Tujuan:** Untuk mengetahui efektifitas biofilter MBBR kombinasi karbon aktif dalam menurunkan kadar BOD, COD, dan TSS pada air limbah domestik di Pulau Barrang Lompo.

**Metode:** Jenis penelitian yang digunakan adalah *quasi experimental designs* dengan menggunakan rancangan berupa *pre test-post test*. Sampel penelitian ini adalah limbah cair domestik yang diambil pada IPAL komunal RW 1 di Pulau Barrang Lompo sebagai sampel *pre-test* dan limbah cair domestik yang diambil pada outlet biofilter MBBR kombinasi karbon aktif setelah pengolahan sebagai sampel *post-test*.

**Hasil:** Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar BOD mengalami penurunan dengan persentase sebesar 66,65% dari kadar awal, kadar COD mengalami penurunan dengan persentase sebesar 75,55% dari kadar awal, kadar TSS mengalami penurunan dengan persentase sebesar 45,3% dari kadar awal.

**Kesimpulan:** Biofilter MBBR kombinasi karbon aktif efektif dalam menurunkan kadar BOD dan COD dan cukup efektif dalam menurunkan kadar TSS.

**Kata Kunci:** BOD, COD, TSS, *Moving Bed Biofilm Reactor* (MBBR), Karbon Aktif

## ABSTRACT

BIRGITA NATASHA ADRILA PUTRI. ***Effectiveness of the Moving Bed Biofilm Reactor Biofilter Combined with Activated Carbon in Domestic Wastewater Treatment on Pulau Barrang Lompo, Makassar City*** (supervised by Agus Bintara Birawida and Basir)

**Background:** Water pollution from domestic waste negatively impacts aquatic ecosystems and human health. Domestic waste in the islands has characteristics that distinguish it from urban domestic waste, primarily due to limited access to large-scale waste treatment systems. In Indonesia, such as on Barrang Lompo Island, much domestic waste is untreated and directly discharged into the environment, posing health risks and damaging ecosystems. The practice of disposing of waste directly into the environment has caused severe water pollution, threatening public health and the survival of aquatic biota. The use of Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR) biofilters combined with activated carbon could be an effective approach.

**Purpose:** To determine the effectiveness of MBBR biofilters combined with activated carbon in reducing BOD, COD, and TSS levels in domestic wastewater on Barrang Lompo Island.

**Method:** This research uses quasi-experimental designs with a pre-test-post-test design. The research samples are domestic wastewater taken from the communal IPAL RW 1 on Barrang Lompo Island as the pre-test sample and domestic wastewater taken from the outlet of the MBBR biofilter combined with activated carbon after treatment as the post-test sample.

**Results:** The study results showed that the BOD level decreased by 66.65% from the initial level, the COD level decreased by 75.55% from the initial level, and the TSS level decreased by 45.3% from the initial level.

**Conclusion:** The MBBR biofilter combined with activated carbon is effective in reducing BOD and COD levels and is quite effective in reducing TSS levels.

**Keywords:** BOD, COD, TSS, Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR), Activated Carbon



## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGAJUAN SKRIPSI</b> .....	iii
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	iv
<b>PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI</b> .....	v
<b>UCAPAN TERIMA KASIH</b> .....	vi
<b>ABSTRAK</b> .....	vii
<b>ABSTRACT</b> .....	viii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	ix
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	x
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan Penelitian .....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
1.5 Kerangka Teori .....	6
1.6 Kerangka Konsep.....	7
1.7 Hipotesis Penelitian .....	7
<b>BAB II METODE PENELITIAN</b> .....	9
2.1 Jenis Penelitian .....	9
2.2 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	9
2.3 Populasi dan Sampel .....	9
2.4 Alat, Bahan, dan Cara Kerja.....	10
2.5 Pengumpulan Data.....	14
2.6 Pengolahan dan Analisis Data.....	14
2.7 Penyajian Data.....	14
<b>BAB III HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	15
3.1 Hasil Penelitian.....	15
3.2 Pembahasan .....	21
3.3 Keterbatasan Penelitian .....	26
<b>BAB IV PENUTUP</b> .....	27
6.1 Kesimpulan .....	27
6.2 Saran .....	27
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	28
<b>LAMPIRAN</b> .....	34

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 1. Hasil Uji Laboratorium Air Limbah Domestik di Pulau Barrang Lompo Tahun 2024.....</b>	<b>16</b>
<b>Tabel 2. Parameter BOD dan Persentase Efektivitas Sesudah Pengolahan dengan Biofilter Moving Bed Biofilm Reactor Kombinasi Karbon Aktif Pada Air Limbah Domestik Tahun 2024.....</b>	<b>19</b>
<b>Tabel 3. Parameter COD dan Persentase Efektivitas Sesudah Pengolahan dengan Biofilter Moving Bed Biofilm Reactor Kombinasi Karbon Aktif Pada Air Limbah Domestik Tahun 2024.....</b>	<b>20</b>
<b>Tabel 4. Parameter TSS dan Persentase Efektivitas Sesudah Pengolahan dengan Biofilter Moving Bed Biofilm Reactor Kombinasi Karbon Aktif Pada Air Limbah Domestik Tahun 2024.....</b>	<b>20</b>

**DAFTAR GAMBAR**

<b>Gambar 1. Kerangka Teori .....</b>	<b>6</b>
<b>Gambar 2. Kerangka Konsep.....</b>	<b>7</b>
<b>Gambar 3. Prototype Rancangan Biofilter MBBR Kombinasi Karbon Aktif ....</b>	<b>10</b>
<b>Gambar 4. Peta Lokasi Titik Pengambilan Sampel Air Limbah Domestik di Pulau Barrang Lompo Kota Makassar .....</b>	<b>15</b>
<b>Gambar 5. Ukuran Reaktor Bak Biofilter MBBR Kombinasi Karbon Aktif .....</b>	<b>17</b>

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Permohonan Izin Penelitian dari FKM Unhas Ke Dinas Penanaman Modal dan Pelayanan Terpadu Satu Pintu (PTSP) ...	47
Lampiran 2. Surat Izin Penelitian dari PTSP kepada Walikota Makassar .....	35
Lampiran 3. Surat Keterangan Penelitian dari Dinas Penanaman Modal dan Pelayanan Terpadu Satu Pintu Kota Makassar .....	36
Lampiran 4. Surat Permohonan Izin Uji Laboratorium di Poltekkes Kemenkes Makassar .....	37
Lampiran 5. Hasil Pemeriksaan Laboratorium .....	38
Lampiran 6. Dokumentasi Penelitian .....	39
Lampiran 7. Riwayat Hidup Peneliti .....	41

**DAFTAR SINGKATAN**

<b>Istilah/Singkatan</b>	<b>Pengertian/Kepanjangan</b>
BOD	<i>Biochemical Oxygen Demand</i>
COD	<i>Chemical Oxygen Demand</i>
IPAL	Instalasi Pengolahan Air Limbah
MBBR	<i>Moving Bed Biofilm Reactor</i>
PermenLHK	Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan
TSS	<i>Total Suspended Solid</i>
WHO	World Health Organization

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Ketersediaan air bersih yang aman dan bermutu sangat penting dalam meningkatkan kesejahteraan manusia. World Health Organization (WHO) memimpin upaya global untuk mencegah penyebaran penyakit melalui air dan memperbaiki kualitas air. Upaya ini mencakup promosi peraturan kesehatan dan kolaborasi dengan mitra untuk meningkatkan manajemen risiko di penyedia air, masyarakat, dan rumah tangga. Hal ini juga merupakan salah satu metode efektif untuk meningkatkan kesehatan dan mengurangi kemiskinan (Kurniawati et al., 2020).

Perubahan dalam kualitas air dapat terjadi ketika bahan-bahan tertentu masuk, seperti bahan organik yang bisa mencemari perairan. Hal ini menghasilkan produk dekomposisi seperti ammonia ( $\text{NH}_3$ ),  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ , dan asam asetat yang bisa berpotensi menjadi racun bagi makhluk hidup di dalam air, serta menurunkan kualitas perairan yang mengakibatkan gangguan pada kehidupan biota akuatik. Jika limbah ini terus dialirkan ke sungai secara berkelanjutan, akan memiliki dampak buruk pada lingkungan perairan, serta membuat ekosistem lingkungan perairan menjadi tidak stabil (Pagoray et al., 2021).

Air limbah domestik merupakan air limbah yang berasal dari usaha dan/atau kegiatan pemukiman, rumah makan, perkantoran, perniagaan, apartemen, dan asrama. Berdasarkan pengertian tersebut dapat disimpulkan bahwa air yang berasal dari sisa kebersihan aktivitas sehari-hari pada pemukiman yaitu limbah dapur, kamar mandi, toilet, cucian, dan sebagainya merupakan air limbah domestik (Uyun et al., 2019). Komposisi limbah cair rata-rata mengandung bahan organik dan senyawa mineral yang berasal dari sisa makanan, urin, dan sabun. Sebagian limbah rumah tangga berbentuk suspensi lainnya dalam bentuk bahan terlarut (Novilyansa et al., 2020).

Jenis limbah cair yang dihasilkan terbagi menjadi dua jenis yaitu *black water* dan *grey water*. *Black water* merupakan limbah yang berasal dari proses pembuangan feses atau kotoran manusia yang diolah di *septic tank* sehingga tidak membutuhkan proses lebih lanjut (Maliga et al., 2022). *Grey water* merupakan limbah cair domestik yang berasal dari kegiatan mencuci seperti mencuci piring, mandi, dan mencuci pakaian. *Grey water* yang merupakan limbah domestik ini biasanya tidak diolah lebih lanjut sehingga seringkali dibuang langsung melalui selokan ataupun dibiarkan meresap ke dalam tanah (Natsir et al., 2021).

Menurut data yang diperoleh dari India, setiap tahun sekitar 50.000 miliar liter air limbah dihasilkan dari daerah perkotaan, baik dari industri maupun domestik. Di India, hanya sekitar 2,8% limbah cair domestik dan 60% limbah cair industri yang dapat diolah oleh infrastruktur pengolahan air limbah yang ada. Oleh karena itu, banyak limbah cair yang tidak diolah dan langsung dibuang ke

sungai. Dampak dari limbah cair yang dibuang ke sungai dapat menyebabkan pencemaran lingkungan dan membahayakan kesehatan masyarakat yang menggunakan air sungai sebagai sumber air minum (Astuti et al., 2022).

Negara-negara berkembang seperti Indonesia menghadapi kebutuhan yang kritis akan peningkatan akses dalam upaya pengelolaan air limbah domestik. Temuan dari penelitian WHO menjadi sorotan yang menunjukkan bahwa keadaan yang kurang memadai dalam pengelolaan air limbah domestik memunculkan angka tinggi, yakni 85% hingga 90%, dari keseluruhan kasus penyakit diare yang terjadi di negara-negara berkembang. Dampak dari kondisi ini juga menjadi perhatian serius karena setiap tahunnya menyumbang terhadap kematian tragis sebanyak 1,6 juta anak yang masih berusia di bawah lima tahun (Wirawan, 2019).

Salah satu langkah yang dapat diterapkan untuk menangani permasalahan limbah domestik yaitu dengan sistem pengolahan air limbah. Sistem pengolahan air limbah dapat terbagi menjadi 3 jenis, yaitu fisik, kimia, dan biologi. Proses pengolahan air limbah secara fisika melibatkan metode seperti sedimentasi, penyaringan, *screening*, dan lainnya dengan prinsip utama menghilangkan padatan tersuspensi dalam air. Sedangkan proses pengolahan air limbah secara kimia melibatkan penambahan bahan kimia untuk mengubah atau menghancurkan kontaminan, dan metode yang digunakan termasuk koagulasi dan adsorpsi, di mana koagulasi digunakan untuk mengendapkan partikel yang tersuspensi dengan bahan kimia, sementara adsorpsi melibatkan penghilangan molekul yang terlarut dengan menempelkannya pada permukaan adsorben (Indrastuti et al., 2021).

Proses biologis umumnya memanfaatkan mikroorganisme sebagai zat pengurai, aktivitas tersebut biasa disebut dengan proses biologis. Proses pengolahan air limbah secara biologis tersebut dapat dilakukan dalam kondisi aerob (dengan udara), kondisi anaerob (tanpa udara), atau kondisi anaerob dan aerob. Hambatan terbesar untuk pengolahan biologis adalah lambatnya proses degradasi mikroba pencemar organik (Nurrachma & Prayitno, 2023).

Teknologi pengolahan air limbah telah berkembang secara signifikan sejak awal penggunaannya, menyesuaikan diri dengan kebutuhan yang terus bertambah dan standar lingkungan yang lebih ketat. Dari metode tradisional yang sederhana seperti sedimentasi dan filtrasi hingga teknologi canggih seperti osmosis terbalik, pengolahan biologis, dan proses oksidasi lanjutan, evolusi teknologi ini mencerminkan upaya global untuk mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan dan meningkatkan kualitas air. Perkembangan ini tidak hanya fokus pada efisiensi penghapusan polutan tetapi juga pada keberlanjutan operasi pengolahan air limbah. Inovasi seperti penggunaan mikroorganisme dalam pengolahan biologis, penerapan teknologi membran untuk pemurnian air, dan integrasi sistem pengolahan berbasis energi terbarukan menjadi bukti kemajuan dalam bidang ini (Ismail et al., 2020).

Sistem pengolahan air limbah di Indonesia sendiri terdapat banyak macamnya, misalnya Penerapan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL)

domestik melalui proses biologi dengan teknologi *Moving Bed Biofilm Reactor* (MBBR). Teknologi MBBR merupakan salah satu unit pengolahan biologis yang memanfaatkan *biofilm* atau mikroorganisme yang tumbuh pada media (Romy Solichin, 2023). MBBR merupakan proses pengolahan limbah dengan lumpur aktif yang dimodifikasi dengan menambahkan media (*carrier*) untuk memaksimalkan luas permukaan *biofilm* dalam reaktor. MBBR menggunakan seluruh volume reaktor untuk pertumbuhan biomassa dan tidak memerlukan daur ulang lumpur aktif (Farahdiba et al., 2021).

Teknologi MBBR berbeda dari biofilter umum dalam beberapa aspek. MBBR menggunakan *biocarrier* yang mendukung pertumbuhan *biofilm*, meningkatkan efisiensi proses, terutama dalam penghilangan nutrisi seperti COD, BOD, nitrogen, dan fosforus. Karakteristik operasional MBBR, seperti fraksi pengisian, properti pencampuran, dan kebutuhan oksigen, disesuaikan untuk mengoptimalkan proses pengolahan. Sebaliknya, biofilter tradisional umumnya melibatkan media tetap tempat *biofilm* tumbuh, dan efisiensinya dapat terbatas oleh area permukaan dan kondisi dalam filter. Desain MBBR menawarkan keuntungan dalam hal fleksibilitas, efisiensi, dan kemampuan adaptasi terhadap berbagai kebutuhan pengolahan air limbah (di Biase et al., 2019).

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Aniriani G. A., dkk, pada tahun 2022, penambahan MBBR efektif dalam menurunkan kadar BOD, COD, dan TSS pada IPAL Pondok Pesantren Mahasiswa Universitas Islam Lamongan. Pada hasil pengukuran BOD, diketahui mengalami penurunan sebesar 62.40% setelah ditamapkannya MBBR, dan lebih efektif menggunakan media kaldness dengan perlakuan MBBR. Sedangkan untuk parameter COD didapatkan penurunan sebesar 37.5%, dan penurunan sebesar 22.58% untuk parameter TSS (Aniriani et al., 2022).

Karbon aktif merupakan senyawa karbon yang telah ditingkatkan adsorpsinya dengan melakukan proses karbonisasi dan aktivasi. Karbon aktif merupakan bahan adsorben yang sangat efektif dan banyak digunakan dalam teknologi pengolahan air limbah karena luas permukaan yang besar dan kemampuannya yang tinggi dalam mengadsorpsi berbagai jenis polutan. Penggunaan karbon aktif dalam pengolahan air limbah menawarkan solusi yang efisien untuk mengurangi kontaminan organik dan anorganik, termasuk logam berat, klorin, pestisida, dan bahan organik lainnya dari air (Susmanto et al., 2020).

*Biochemical Oxygen Demand* atau sering disebut sebagai BOD merupakan jumlah oksigen terlarut yang diperlukan oleh mikroorganisme untuk mendekomposisi bahan organik dalam kondisi aerobik. Nilai BOD tidak menunjukkan jumlah bahan organik yang sebenarnya, melainkan hanya mengukur jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mendekomposisi bahan organik tersebut (Bayu et al., 2020). Parameter BOD adalah parameter yang paling banyak digunakan dalam pengujian air limbah dan air permukaan. Penentuan ini melibatkan pengukuran oksigen terlarut yang digunakan oleh



mikro-organisme untuk menguraikan bahan-bahan organik (Sulistia & Septisya, 2020).

COD (*Chemical Oxygen Demand*) sering disebut sebagai Kebutuhan Oksigen Kimiawi (KOK) merupakan jumlah oksigen dalam ppm atau mg/l yang dibutuhkan dalam kondisi khusus untuk menguraikan benda organik secara kimiawi. Pengujian COD digunakan untuk mengukur padanan oksigen dari bahan organik dalam air limbah yang dapat dioksidasi secara kimiawi dengan penggunaan dikromat pada larutan asam. Peningkatan COD akan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut di dalam air (Ramayanti & Amna, 2019).

*Total Suspended Solid* (TSS) merupakan zat halus yang terdapat di dalam air dan terdiri dari campuran lanau, bahan organik, mikroorganisme, limbah industri, serta limbah rumah tangga. Kandungan TSS dapat diukur dengan cara menyaring air melalui kertas filter berukuran 0.042 mm dan menimbanginya. Konsentrasi TSS yang tinggi dalam air dapat menurunkan aktivitas fotosintesis dan penyerapan panas di permukaan air, sehingga oksigen yang dikeluarkan oleh tumbuhan air menjadi berkurang. Penting untuk mengontrol konsentrasi TSS dalam air agar dapat mempertahankan kualitas air yang baik dan mendukung keberlangsungan kehidupan di dalamnya (Bermuli et al., 2023).

Beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa penurunan parameter BOD, COD, dan TSS di atas 50% bisa dikatakan efektif dalam pengolahan air limbah. Penelitian oleh N. Obeidat et al. (2024) dalam jurnal "*Performance of decentralized wastewater treatment system employing Upflow anaerobic sludge blanket and Vertical Flow Constructed Wetland*" menyatakan bahwa teknologi ini, meskipun memerlukan input energi besar, berhasil mencapai pengurangan dengan penurunan BOD dan COD sebesar 50%, yang dianggap signifikan untuk pengolahan air limbah (Obeidat et al., 2024).

Limbah domestik di kepulauan memiliki karakteristik yang membedakannya dari limbah domestik di daerah perkotaan, terutama karena keterbatasan akses ke sistem pengolahan limbah skala besar dan sumber daya seperti air tawar. Ini menimbulkan tantangan dalam pengelolaan limbah yang efektif dan efisien di pulau, di mana solusi pengolahan limbah yang lebih kecil dan terdesentralisasi sering kali menjadi pilihan utama. Berbeda dengan daerah perkotaan, di mana infrastruktur pengolahan limbah yang lebih maju tersedia, memungkinkan pengolahan limbah yang lebih efisien. Perbedaan ini penting untuk diakui dalam pengembangan strategi pengelolaan limbah domestik, memastikan bahwa pendekatan yang diambil sesuai dengan kondisi geografis dan sumber daya yang tersedia (Samosir et al., 2022).

Pulau Barrang Lompo, terletak di daerah Spermonde, memiliki perairan luas dengan terumbu karang yang kaya akan berbagai jenis ikan karang yang bisa dimanfaatkan untuk konsumsi dan sebagai ikan hias. Di dalam kepulauan Spermonde, Pulau Barrang Lompo menjadi bagian yang kaya akan biota laut, termasuk beragam *Echinodermata* seperti bulu babi, bintang laut, teripang, dan

lainnya. Potensi terumbu karang yang melimpah di sekitar Pulau Barrang Lompo memberikan kesempatan bagi banyak jenis ikan karang yang berguna sebagai ikan konsumsi dan hias (Mujahid et al., 2022).

Syamsir dan Muis dalam penelitiannya pada tahun 2019 di Pulau Barrang Lompo, Kota Makassar mendapatkan bahwa mayoritas masyarakat Pulau Barrang Lompo mengalirkan limbah rumah tangganya ke lahan di luar lingkaran rumah. Khusus untuk masyarakat yang tinggal di pulau kecil, kebiasaan membuang limbah rumah tangga tanpa diolah menjadi permasalahan yang harus segera diatasi. Penataan pemukiman di wilayah pesisir dan pulau kecil merupakan salah satu solusi yang diterapkan untuk mengurangi pencemaran di wilayah tersebut. Penerapan teknologi sanitasi seperti pengelolaan limbah rumah tangga dapat mengurangi beban lingkungan akibat limbah rumah tangga di wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil (Syamsir & Muis, 2019).

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka perlu untuk melakukan penelitian mengenai Efektivitas Biofilter *Moving Bed Biofilm Reactor* (MBBR) Kombinasi Karbon Aktif Dalam Pengolahan Air Limbah Domestik di Pulau Barrang Lompo Kota Makassar.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas dirumuskan masalah penelitian yaitu untuk mengetahui efektifitas Biofilter *Moving Bed Biofilm Reactor* Kombinasi Karbon Aktif dalam pengolahan air limbah domestik di Pulau Barrang Lompo Kota Makassar.

## **1.3 Tujuan Penelitian**

### **1.3.1 Tujuan Umum**

Mengetahui Efektivitas Biofilter *Moving Bed Biofilm Reactor* (MBBR) Kombinasi Karbon Aktif Dalam Pengolahan Air Limbah Domestik di Pulau Barrang Lompo Kota Makassar.

### **1.3.2 Tujuan Khusus**

- a. Mengetahui Efektivitas Biofilter *Moving Bed Biofilm Reactor* Kombinasi Karbon Aktif dalam menurunkan kadar BOD pada air limbah domestik di Pulau Barrang Lompo Kota Makassar.
- b. Mengetahui Efektivitas Biofilter *Moving Bed Biofilm Reactor* Kombinasi Karbon Aktif dalam menurunkan kadar COD pada air limbah domestik di Pulau Barrang Lompo Kota Makassar.
- c. Mengetahui Efektivitas Biofilter *Moving Bed Biofilm Reactor* Kombinasi Karbon Aktif dalam menurunkan kadar TSS pada air limbah domestik di Pulau Barrang Lompo Kota Makassar.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

### **1.4.1 Manfaat Ilmiah**

Penelitian ini diharapkan memberikan pengetahuan dan dapat digunakan sebagai referensi penelitian selanjutnya mengenai Efektivitas Biofilter *Moving Bed Biofilm Reactor* Kombinasi Karbon Aktif Dalam

Pengolahan Air Limbah Domestik di Pulau Barrang Lompo Kota Makassar.

#### 1.4.2 Manfaat Institusi

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan masukan bagi Pemerintah dan Masyarakat Daerah Pesisir dalam rangka peningkatan kualitas kesehatan. Selain itu, dapat menjadi bahan referensi dan bahan bacaan yang diharapkan bermanfaat dalam menambah pengetahuan mahasiswa FKM Unhas.

#### 1.4.3 Manfaat Praktis

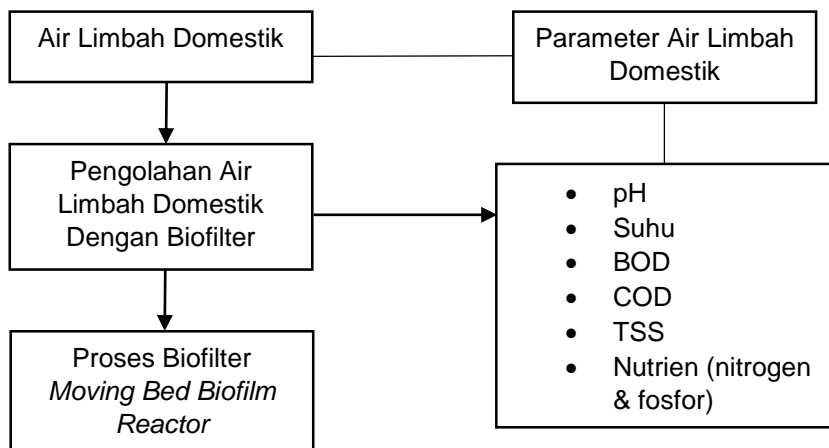
Pembaca dapat menambah wawasan dan pengalaman. Selain itu penelitian ini merupakan salah satu syarat kelulusan di bagian Departemen Kesehatan Lingkungan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin.

#### 1.4.4 Manfaat untuk Penulis

Peneliti memperoleh pengetahuan baru dan pengalaman berharga dari penelitian ini yang dapat diterapkan dalam praktik setelah mengikuti pendidikan, serta memperluas pemahaman tentang pengolahan air limbah domestik melalui penggunaan alat yang tepat dan praktis.

### 1.5 Kerangka Teori

Teori yang menjadi landasan dalam penelitian ini mengacu pada teori modifikasi dari Asmadi & Suharno mengenai air limbah domestik (Asmadi & Suharno, 2012), Sawyer dkk mengenai Parameter Air Limbah Domestik (Sawyer et al., 2003), dari Metcalf & Eddy mengenai pengolahan air limbah domestik dengan biofilter (Metcalf & Eddy, 2003), dan dari Henze mengenai proses biofilter menggunakan MBBR (Henze et al., 2008).

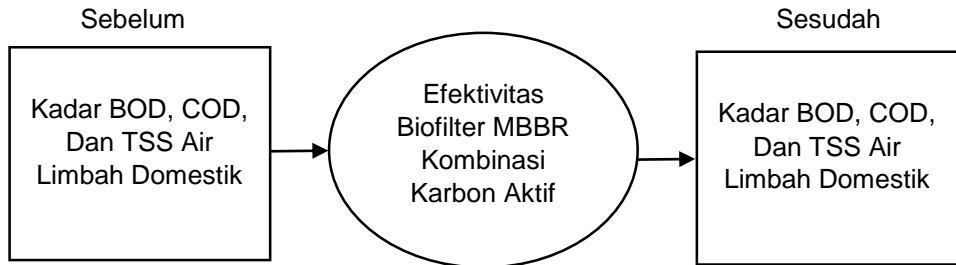


**Gambar 1. Kerangka Teori**

Modifikasi dari Asmadi & Suharno (2012), Sawyer, dkk (2003), Metcalf & Eddy (2003), dan Henze (2008)

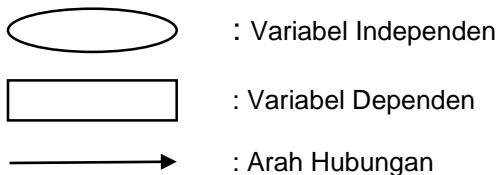
## 1.6 Kerangka Konsep

Terdapat dua variabel pada penelitian ini, yaitu variabel independen dan dependen. Efektivitas Biofilter *Moving Bed Biofilm Reactor* Kombinasi Karbon Aktif termasuk ke dalam variabel independen, sedangkan kadar BOD, COD, dan TSS baik sebelum dan sesudah pengolahan termasuk ke dalam variabel dependen.



**Gambar 2. Kerangka Konsep**

**Keterangan:**



## 1.7 Hipotesis Penelitian

Hipotesis dalam penelitian ini, yaitu:

1. Hipotesis Null ( $H_0$ )
  - a. Biofilter *Moving Bed Biofilm Reactor* Kombinasi Karbon Aktif tidak menunjukkan perubahan dalam penurunan kadar BOD pada air limbah domestik.
  - b. Biofilter *Moving Bed Biofilm Reactor* Kombinasi Karbon Aktif tidak menunjukkan perubahan dalam penurunan kadar COD pada air limbah domestik.
  - c. Biofilter *Moving Bed Biofilm Reactor* Kombinasi Karbon Aktif tidak menunjukkan perubahan dalam penurunan kadar TSS pada air limbah domestik.
2. Hipotesis Alternatif ( $H_1$ )
  - a. Biofilter *Moving Bed Biofilm Reactor* Kombinasi Karbon Aktif menunjukkan perubahan dalam penurunan kadar BOD pada air limbah domestik.
  - b. Biofilter *Moving Bed Biofilm Reactor* Kombinasi Karbon Aktif menunjukkan perubahan dalam penurunan kadar COD pada air limbah domestik.

- c. Biofilter *Moving Bed Biofilm Reactor* Kombinasi Karbon Aktif menunjukkan perubahan dalam penurunan kadar TSS pada air limbah domestik.