

**TUGAS AKHIR**

**PENGOLAHAN AIR LIMBAH DOMESTIK MENGGUNAKAN**  
**FAKULTATIF ANAEROBIK *HORIZONTAL ROUGHING FILTER***



**KHUSNUL KHOTIMAH**

**D131 17 1003**

**DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**2022**

**TUGAS AKHIR**  
**PENGOLAHAN AIR LIMBAH DOMESTIK MENGGUNAKAN**  
**FAKULTATIF ANAEROBIK *HORIZONTAL ROUGHING FILTER***



**KHUSNUL KHOTIMAH**

**D131171003**

**DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**2022**



## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Khusnul Khotimah

NIM : D131 17 1003

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir yang berjudul **“Pengolahan Air Limbah Domestik Menggunakan Fakultatif Anaerobik *Horizontal Roughing Filter*”**, adalah hasil penelitian, pemikiran, dan pemaparan asli dari penulis sendiri dan belum pernah digunakan untuk mendapatkan gelar apapun dan dimanapun.

Karya ilmiah ini sepenuhnya milik penulis dan semua informasi yang tertulis di dalam tugas akhir yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yaitu mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu, semua penulisan dalam tugas akhir ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau ada hasil temuan dalam tugas akhir ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala risiko.

Makassar, 23 Agustus 2022

Yang membuat pernyataan



Khusnul Khotimah

D131 17 1003

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah Subhanahu Wata'ala karena atas berkat rahmat dan karunia-Nya sehingga bisa menyelesaikan dan menyusun tugas akhir dengan judul “Pengolahan Air Limbah Domestik Menggunakan Fakultatif Anaerobik *Horizontal Roughing Filter*”. Shalawat serta salam penulis curahkan kepada Rasulullah SAW, yang telah mengantar umat manusia dari masa kegelapan menuju masa yang terang benderang.

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) pada jenjang Stara-1 Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Penulis menyadari banyak kesulitan yang dihadapi selama penyusunan tugas akhir ini, namun berkat bantuan bimbingan, nasehat dan doa dari segala pihak, membuat penulis mampu menyelesaikan tugas akhir ini.

Ucapan terima kasih sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada kedua orang tua penulis yakni Bapak Djasruddin dan Ibu Acce Andriany yang telah memberikan doa, kasih sayang, dukungan dan sebagainya yang tidak bisa penulis ungkapkan semuanya. Pada kesempatan ini pula, penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc., selaku Rektor Universitas Hasanuddin.
2. Bapak Prof. Dr. Eng. Ir. Muhammad Isran Ramli, S.T., M.T. dan Bapak Prof. Baharuddin Hamzah, ST., MT., M.Arch selaku Dekan dan Wakil Dekan 1 Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
3. Ibu Dr. Eng. Muralia Hustim, S.T., M.T., selaku Ketua Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
4. Prof. Dr. Ir. Mary Iskandar Selintung, M.Sc., selaku Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan arahan dan bimbingan kepada saya.
5. Ibu Nurjannah Oktorina, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing II yang senantiasa meluangkan waktu, membimbing dan memperhatikan penulis selama penyelesaian tugas akhir.

6. Seluruh Bapak/Ibu dosen Departemen Teknik Lingkungan dan Departemen Teknik Sipil yang telah memberikan ilmu dan masukan terhadap tugas akhir ini.
7. Bapak Syarif selaku laboran Laboratorium Kualitas Air yang telah membantu penulis selama penelitian yang dilakukan di laboratorium.
8. Seluruh staff dan karyawan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin, terkhusus Ibu Sumi dan Kak Olan yang telah sabar membantu penulis dalam proses administrasi.
9. Teman-teman Teknik Lingkungan 2017 terkhusus kepada teman Lab Riset Kualitas Air yang sama-sama berjuang dari awal hingga akhir.
10. Alya, Jaji, dan Uchoi yang telah memberikan support penuh pada masa-masa akhir perkuliahan penulis.
11. Byun Baek Hyun dan Woozi dengan karyanya yang menjadi penyemangat penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.

Serta kepada seluruh pihak yang membantu selama penyelesaian tugas akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu. Semoga Allah SWT membalas kebaikan kalian. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir ini masih terdapat banyak kekurangan. Untuk itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari semua pihak demi penyempurnaan tugas akhir ini. Besar harapan penulis, bahwa tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi lingkungan akademis Fakultas Teknik Departemen Teknik Lingkungan. Penulis juga memohon maaf atas kesalahan dan kekurangan selama penyusunan tugas akhir ini.

Makassar, 7 Juli 2022

Penulis

## ABSTRAK

KHUSNUL KHOTIMAH. *Pengolahan Limbah Domestik Menggunakan Fakultatif Anaerobik Horizontal Roughing Filter* (dibimbing oleh Mary Selintung dan Nurjannah Oktorina).

Air limbah di Indonesia saat ini masih menjadi masalah yang serius. Umumnya air limbah domestik mengandung bahan pencemar seperti BOD (*Biological Oxygen Demand*), COD (*Chemical Oxygen Demand*), TSS (*Total Suspended Solid*), total coliform, amoniak, minyak dan lemak yang kadarnya telah melewati baku mutu air limbah domestik. Sumber pencemar seperti ini jika tidak dikelola sebagaimana mestinya akan membahayakan kesehatan lingkungan sekitar. Dalam penelitian ini dilakukan pengolahan limbah domestik menggunakan Fakultatif Anaerobik *Horizontal Roughing Filter*. Pengolahan air limbah dengan menggunakan fakultatif anaerobik *horizontal roughing filter* yaitu memadukan pengolahan fakultatif anaerobik dengan cara menumbuhkan biofilm pada media *roughing*.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektifitas variasi jenis media dan debit aliran pada Fakultatif Anaerobik *Horizontal Roughing Filter* terhadap penyisihan kadar pencemaran air limbah domestik. Dengan variabel bebas yakni variasi jenis media batu kerikil (R1) dan batu apung (R2) serta variasi debit aliran yakni 30 mL/menit (T1) dan 22,5 mL/menit (T2). Karakteristik dari air limbah domestik diantaranya adalah mempunyai nilai pH 7, BOD sebesar 168 mg/L, COD 713 mg/L, TSS 385 mg/L, Minyak dan Lemak 1108 mg/L. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi terbaik dalam penyisihan kadar pencemar yakni jenis media batu kerikil (R1) dan debit aliran 22,5 mL/menit (T2), dengan efisiensi tertinggi dalam menurunkan kadar BOD, COD, TSS, Minyak & Lemak berturut turut adalah 89,87%, 93,30%, 97,66% dan 81,80%.

**Kata Kunci** : *Horizontal Roughing Filter*, Fakultatif Anaerobik, Air Limbah Domestik

## *ABSTRACT*

KHUSNUL KHOTIMAH. Domestic Waste Treatment Using Facultative Anaerobic Horizontal Roughing Filter (guided by Mary Selintung and Nurjannah Oktorina).

The problem of wastewater in Indonesia is still a serious problem. Generally, domestic wastewater contains pollutants such as BOD (Biological Oxygen Demand), COD (Chemical Oxygen Demand), TSS (Total Suspended Solid), total coliform, ammonia, oil and grease whose levels have passed the domestic wastewater quality standard. Sources of pollutants like this if not managed properly will endanger the health of the surrounding environment. In this study, domestic waste treatment was carried out using a Facultative Anaerobic Horizontal Roughing Filter. Wastewater treatment using facultative anaerobic horizontal roughing filter is a combination of facultative anaerobic treatment by growing biofilm on roughing media.

This study aims to determine the effectiveness of variations in media types and flow rate on Facultative Anaerobic Horizontal Roughing Filters on the removal of domestic wastewater pollution levels. The independent variables are variations in media type, gravel (R1) and pumice (R2) and also variations in flow rate, 30 mL/minute (T1) and 22.5 mL/minute (T2). The characteristics of domestic wastewater include having a pH value of 7, BOD of 168 mg/L, COD 713 mg/L, TSS 385 mg/L, Oil and Grease 1108 mg/L. The results showed that the best variation in the removal of pollutant levels was gravel media (R1) and flow rate 22.5 mL/minute (T2), with the highest efficiency in reducing the levels of BOD, COD, TSS, Oil and Grease, respectively 89,87%, 93.30%, 97.66% and 81.80%.

**Keywords** : Horizontal Roughing Filter, Facultative Anaerobic, Domestic Wastewater

## DAFTAR ISI

	<b>halaman</b>
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan Penelitian	4
D. Manfaat Penelitian	4
E. Ruang Lingkup	5
F. Sistematika Penulisan	5
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b>	<b>7</b>
A. Air Limbah	7
1. Sumber Air Limbah	7
2. Karakteristik Air Limbah Domestik	9
3. Baku Mutu Air Limbah Domestik	16
B. Metode Filtrasi	17
C. <i>Roughing Filter</i>	18
1. Roughing Filter Aliran Vertikal	19

2. Roughing Filter Aliran Horizontal	20
D. Mekanisme Penyaringan <i>Roughing Filter</i>	20
E. Proses Biologis Dalam <i>Roughing Filter</i>	22
F. Fakultatif Anaerobik	23
G. Batu Kerikil	25
H. Batu Apung	27
I. Metode Pengolahan Data	28
J. Jurnal Penelitian Terdahulu	29
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	<b>33</b>
A. Diagram Alir Penelitian	33
B. Rancangan Penelitian	34
C. Matriks Penelitian	35
D. Lokasi dan Waktu Penelitian	35
E. Penyediaan Air Baku Limbah Domestik	36
F. Alat dan Bahan Penelitian	36
G. Pelaksanaan Penelitian	37
H. Teknik Pengumpulan Data	44
I. Analisis Respon Secara Statistik	45
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>46</b>
A. Gambaran Umum Penelitian	46
B. Karakteristik Air Limbah Domestik	49
C. Pengaruh Jenis Media Dan Debit Aliran	52
D. Efisiensi Jenis Media Dan Debit Aliran	80
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>90</b>
A. Kesimpulan	90
B. Saran	91
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR TABEL

<b>nomor</b>	<b>halaman</b>
1. Karakteristik Tipikal Air Limbah Domestik	9
2. Komposisi Air Limbah <i>Black Water</i>	10
3. Baku Mutu Air Limbah Domestik	16
4. Baku Mutu Air Limbah Domestik di Sulawesi Selatan	17
5. Perbedaan Ukuran Media <i>Roughing Filter</i>	18
6. Perbandingan Efisiensi Media Pada <i>Roughing Filter</i>	27
7. Jurnal Terdahulu yang Relevan dengan Penelitian	30
8. Variasi Perlakuan	34
9. Matriks Penelitian	35
10. Pengolahan Data	45
11. Karakteristik Air Limbah Domestik	50
12. Hasil Pengujian Parameter pH Pada Variasi Jenis Media	52
13. Hasil Pengujian Parameter BOD Pada Variasi Jenis Media	53
14. Analisis Pengaruh Jenis Media Terhadap Penyisihan Kontaminan BOD	55
15. Hasil Pengujian Parameter COD Pada Variasi Jenis Media	56
16. Analisis Pengaruh Jenis Media Terhadap Penyisihan Kontaminan COD	58
17. Hasil Pengujian Parameter TSS Pada Variasi Jenis Media	60
18. Analisis Pengaruh Jenis Media Terhadap Penyisihan Kontaminan TSS	61
19. Hasil Pengujian Parameter Minyak Dan Lemak Pada Variasi Jenis Media	63
20. Analisis Pengaruh Jenis Media Terhadap Penyisihan Kontaminan Minyak Dan Lemak	64
21. Hasil Pengujian Parameter pH Pada Variasi Jenis Debit	66
22. Hasil Pengujian Parameter BOD Pada Variasi Jenis Debit	68
23. Analisis Pengaruh Debit Aliran Terhadap Penyisihan Kontaminan BOD	69
24. Hasil Pengujian Parameter COD Pada Variasi Jenis Debit	71
25. Analisis Pengaruh Debit Aliran Terhadap Penyisihan Kontaminan COD	73
26. Hasil Pengujian Parameter TSS Pada Variasi Jenis Debit	74

<b>27. Analisis Pengaruh Debit Aliran Terhadap Penyisihan Kontaminan TSS</b>	<b>76</b>
<b>28. Hasil Pengujian Parameter Minyak Dan Lemak Pada Variasi Jenis Debit</b>	<b>77</b>
<b>29. Analisis Pengaruh Debit Aliran Terhadap Penyisihan Kontaminan Minyak Dan Lemak</b>	<b>79</b>

## DAFTAR GAMBAR

<b>nomor</b>	<b>halaman</b>
1. Ukuran Material Filter Pada <i>Roughing Filter</i>	19
2. <i>Roughing Filter</i> Aliran Vertikal Downflow dan Upflow	20
3. <i>Roughing Filter</i> Aliran Vertikal	20
4. Mekanisme Penyaringan Dalam <i>Roughing Filter</i>	21
5. Tahap Pembentukan Biofilm	24
6. Batu Kerikil	25
7. Batu Apung	27
8. Diagram Alir Penelitian	33
9. Desain 3D Reaktor	37
10. Jenis Media Tiap Reaktor	38
11. Sketsa Perletakan Reaktor	38
12. Pengujian pH	39
13. Pengujian BOD	40
14. Pengujian COD	41
15. Pengujian TSS	41
16. Pengujian Minyak dan Lemak	42
17. Hasil Analisis pH Pada Proses <i>Seeding</i>	46
18. Hasil Analisis Suhu Pada Proses <i>Seeding</i>	47
19. Hasil Analisis COD Pada Proses Aklimatisasi	49
20. Grafik Perbandingan Penurunan Konsentrasi BOD Dengan Baku Mutu Untuk Variasi Jenis Media	54
21. Penyisihan BOD Pada Variasi Jenis Media	55
22. Grafik Perbandingan Penurunan Konsentrasi COD Dengan Baku Mutu Untuk Variasi Jenis Media	57
23. Penyisihan COD Pada Variasi Jenis Media	59
24. Grafik Perbandingan Penurunan Konsentrasi TSS Dengan Baku Mutu Untuk Variasi Jenis Media	61
25. Penyisihan TSS Pada Variasi Jenis Media	62

<b>26. Grafik Perbandingan Penurunan Konsentrasi Minyak dan Lemak Dengan Baku Mutu Untuk Variasi Jenis Media</b>	<b>64</b>
<b>27. Penyisihan Minyak dan Lemak Pada Variasi Jenis Media</b>	<b>65</b>
<b>28. Grafik Perbandingan Penurunan Konsentrasi BOD Dengan Baku Mutu Untuk Variasi Debit</b>	<b>69</b>
<b>29. Penyisihan BOD Pada Variasi Debit</b>	<b>70</b>
<b>30. Grafik Perbandingan Penurunan Konsentrasi COD Dengan Baku Mutu Untuk Variasi Debit</b>	<b>72</b>
<b>31. Penyisihan COD Pada Variasi Debit</b>	<b>73</b>
<b>32. Grafik Perbandingan Penurunan Konsentrasi TSS Dengan Baku Mutu Untuk Variasi Debit</b>	<b>75</b>
<b>33. Penyisihan TSS Pada Variasi Debit</b>	<b>76</b>
<b>34. Grafik Perbandingan Penurunan Konsentrasi Minyak Dan Lemak Dengan Baku Mutu Untuk Variasi Debit</b>	<b>78</b>
<b>35. Penyisihan Minyak dan Lemak Pada Variasi Debit</b>	<b>79</b>
<b>36. Efisiensi Penyisihan BOD Setiap Waktu Pengamatan</b>	<b>81</b>
<b>37. Efisiensi Penyisihan COD Setiap Waktu Pengamatan</b>	<b>83</b>
<b>38. Efisiensi Penyisihan TSS Setiap Waktu Pengamatan</b>	<b>85</b>
<b>39. Efisiensi Penyisihan Minyak Dan Lemak Setiap Waktu Pengamatan</b>	<b>87</b>

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **A. Latar Belakang**

Air limbah di Indonesia saat ini masih menjadi masalah yang serius. Air limbah merupakan cairan yang berasal dari hasil atau cairan dari proses pembuangan yang tidak memiliki nilai, dalam massa dan jumlah tertentu, akan berdampak negatif terhadap lingkungan di sekitar aliran, tumbuhan dan hewan, utamanya pada kesehatan manusia. Air limbah merupakan distribusi air/cairan tercemar, yang tergantung pada aliran air, polutan, sifat polutan, dan kualitas badan air (Ingrao, 2018). Besarnya sumbangan air limbah terhadap lingkungan seiring dengan jumlah populasi manusia dan perkembangan industri dewasa ini.

Komposisi air limbah 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. Air limbah ini dapat dibagi menjadi 2 (dua) yaitu air limbah kakus yang umum disebut *black water* dan air limbah dari mandi-cuci yang disebut *grey water*. *Black water* oleh sebagian penduduk dibuang melalui *septic tank*, namun sebagian dibuang langsung ke sungai, sedangkan *gray water* hampir seluruhnya dibuang ke sungai-sungai melalui saluran (Abdurrahman, dkk, 2019).

Buangan rumah tangga, baik berupa air cucian kamar mandi serta buangan tinja yang dibuang ke badan air akan mempengaruhi kondisi badan air tersebut. Semakin padat penduduk yang berada di suatu permukiman akan semakin banyak limbah yang dikendalikan (Nababan, dkk, 2019). Umumnya air limbah domestik mengandung bahan pencemar seperti BOD (*Biological Oxygen Demand*), COD (*Chemical Oxygen Demand*), TSS, total coliform, amoniak, minyak dan lemak yang kadarnya telah melewati baku mutu air limbah domestik. Sumber pencemar seperti ini jika tidak dikelola sebagaimana mestinya akan membahayakan kesehatan lingkungan sekitar (Kholif dan Rhenny, 2020).

Hasil analisa air limbah domestik di Kabupaten Maros oleh Natsir dan kawan-kawan tahun 2021 menunjukkan kisaran nilai untuk parameter BOD 134,9 mg/L–197,32 mg/L; COD 320,54 mg/L–360,78mg/L; dan TSS 85 mg/L – 137 mg/L. Hasil analisis ini bila dibandingkan dengan Permen LHK No. 68 Tahun 2016 belum memenuhi baku mutu yang diperbolehkan. Tingginya hasil pengukuran dari parameter BOD, COD, dan TSS air limbah domestik di Kabupaten Maros menyebabkan perlunya dilakukan pengolahan terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan.

BTN Cinranae merupakan salah satu perumahan yang ada di Kabupaten Maros, Sulawesi Selatan. Umumnya, masyarakatnya membuang langsung limbah *grey water* ke selokan tanpa diolah terlebih dahulu. Mereka beranggapan bahwa air limbah yang dibuang langsung ke selokan tidak akan menimbulkan dampak negatif. Sedangkan untuk *black water*, masyarakat masih mengandalkan *septic tank* konvensional dimana mempunyai risiko tinggi dapat mencemari tanah. Sebab sisa-sisa penguraian limbah yang dikerjakan oleh bakteri lama-kelamaan bisa meresap ke dalam pori-pori tanah, kemudian memenuhi area sekelilingnya. Dilain pihak, penelitian mengenai limbah domestik di Kabupaten Maros masih sangat minim.

Salah satu alternatif pengolahan untuk menurunkan konsentrasi pencemar dalam air limbah domestik dapat dilakukan adalah pengolahan dengan fakultatif anaerobik *horizontal roughing filter*. *Roughing filter* adalah salah satu pengolahan pendahuluan yang dapat digunakan pada air buangan karena mudah dan murah. *Horizontal roughing filter* merupakan sebuah unit berbentuk kotak yang terdiri dari 3-4 kompartemen dan berisi butiran yang ukurannya semakin kecil disetiap kompartemen (Sarwono, dkk, 2017). Sedangkan fakultatif anaerobik yakni pengolahan dengan penumbuhan biofilm untuk mendegradasi pencemar air limbah dimana proses yang terjadi campuran antara proses anaerob dan aerob.

Penelitian-penelitian tentang *roughing filter* terus dilakukan hingga saat ini. Seperti penelitian pada tahun 2017 Edhi Sarwono dan kawan-kawan melakukan penelitian untuk mengolah air Sungai Karang Mumus di Kota Samarinda dengan menggunakan *Horizontal Roughing Filter* yang terdiri tiga

kompartemen dengan panjang 1 meter dan berisi media batu kerikil, batu bata, dan pipa PVC. Dari penelitian tersebut diperoleh adanya penurunan dari kandungan TSS, BOD, dan total coliform yang banyak terkandung dalam air sungai tersebut.

Adapun penelitian terbaru terkait *Horizontal Roughing Filter* dilakukan oleh Heni Widyaningrum dan Yayok Suyono pada tahun 2020 terkait penurunan BOD, COD, dan MLSS pada air limbah tahu menggunakan Fakultatif Anaerobik *Horizontal Roughing Filter* dapat menurunkan parameter BOD sebesar 76-88%, parameter COD sebesar 83-89% dan parameter MLSS sebesar 50-80%. Perbedaan penelitian kali ini dengan yang pernah dilakukan sebelumnya adalah dari air limbah yang diolah dan variasi jenis media untuk parameter pH, BOD, COD, TSS, serta minyak dan lemak.

Berdasarkan uraian di atas, maka dilakukan penelitian terkait “Pengolahan Air Limbah Domestik Menggunakan Fakultatif Anaerobik *Horizontal Roughing Filter*” sebagai unit pengolahan biologis memadukan pengolahan fakultatif anaerob dengan cara menumbuhkan biofilm pada media *roughing* dalam skala laboratorium sehingga kedepannya dapat dikembangkan untuk mencapai efisiensi tinggi dan dapat dimanfaatkan secara komersial.

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan pada latar belakang penelitian ini maka permasalahan yang dapat di rumuskan yakni:

1. Bagaimana karakteristik air limbah domestik di BTN Cinrae Maros?
2. Bagaimana pengaruh jenis media dan debit pada fakultatif anaerobik *horizontal roughing filter* dalam mendegradasi pencemar pada air limbah domestik?
3. Bagaimana tingkat efisiensi jenis media dan debit yang digunakan pada fakultatif anaerobik *horizontal roughing filter* untuk mendegradasi pencemar pada air limbah domestik?

### **C. Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dilakukannya penelitian ini yakni:

1. Menganalisis karakteristik dari air limbah domestik BTN Cinranae Maros.
2. Menganalisis pengaruh jenis media dan debit pada fakultatif anaerobik *horizontal roughing filter* dalam mendegradasi pencemar pada air limbah domestik.
3. Menganalisis efisiensi jenis media dan debit pada fakultatif anaerobik *horizontal roughing filter* untuk mendegradasi pencemar pada air limbah domestik.

### **D. Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat penelitian ini dilakukan yakni:

1. Bagi Penulis  
Sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan studi dan mendapat gelar sarjana di Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
2. Bagi Universitas  
Dapat dijadikan sebagai referensi untuk penerapan ilmu pengetahuan di dalam bidang Teknik Lingkungan khususnya bagi mahasiswa yang mengambil konsentrasi keairan.
3. Bagi Masyarakat  
Memberikan pengetahuan bagi masyarakat terkait pengolahan air limbah domestik menggunakan *Fakultatif Anaerob Horizontal Roughing Filter*.

## **E. Ruang Lingkup**

Adapun ruang lingkup dari pelaksanaan penelitian ini sebagai berikut :

1. Penelitian yang dilakukan berupa penelitian eksperimental pada skala laboratorium.
2. Media yang digunakan dalam Fakultatif Anaerobik *Horizontal Roughing Filter* adalah batu kerikil dan batu apung.
3. Sampel air limbah domestik yang digunakan adalah limbah *black water* dan *grey water*.
4. Variabel yang digunakan adalah variasi media dan debit.
5. Parameter yang akan di pantau adalah pH, BOD, COD, TSS, serta Minyak dan Lemak.

## **F. Sistematika Penulisan**

Penulisan tugas akhir ini terdiri dari beberapa bab, dimana masing-masing bab membahas masalah tersendiri, selanjutnya sistematika laporan ini sebagai berikut:

### **BAB I : PENDAHULUAN**

Bab ini berisi mengenai latar belakang, identifikasi permasalahan, maksud dan tujuan penulisan, manfaat penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan.

### **BAB II : LANDASAN TEORI**

Bab ini berisi pembahasan teori-teori yang akan digunakan dalam penyelesaian dari permasalahan yang ada.

### **BAB III : METODE PENELITIAN**

Bab ini menguraikan kerangka fikir, ruang lingkup, metode pengumpulan data, dan analisis data pada permasalahan yang diteliti.

### **BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini menyajikan data-data hasil penelitian yang telah dikumpulkan, analisis data, hasil analisis data serta pembahasannya.

## **BAB V : PENUTUP**

Bab ini mencakup hal-hal yang menjadi kesimpulan dan saran-saran terkait penelitian yang dilakukan.

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **A. Air Limbah**

Saat ini air limbah menjadi permasalahan seiring semakin meningkatnya kepadatan penduduk. Tingginya pertumbuhan penduduk ini berbanding lurus dengan peningkatan pemakaian air dalam rumah tangga sehingga menyebabkan peningkatan jumlah limbah cair atau air limbah. Setiap rumah tangga yang tinggal di perkotaan pastinya membutuhkan tempat pembuangan air limbah. Sebagian besar air limbah domestik rumah tangga biasanya dibuang ke sungai, got, selokan, atau badan air lainnya.

Limbah merupakan sampah cair dari suatu lingkungan masyarakat terutama terdiri dari air yang telah dipergunakan dengan hampir 0,1% dari padanya yaitu benda padat yang berasal dari zat organik maupun anorganik. Sedangkan air limbah merupakan air dari suatu daerah permukaan yang telah dipergunakan untuk berbagai keperluan, harus dikumpulkan dan dibuang untuk menjaga lingkungan hidup yang sehat (Abdurrahman, dkk, 2019).

Menurut Permen LHK No.68 Tahun 2016, limbah cair adalah sisa yang dihasil oleh buangan pada setiap proses produksi atau aktivitas yang berupa cairan. Limbah cair dapat berupa air beserta bahan buangan lain yang tercampur, tersuspensi maupun terlarut dalam air yang biasa disebut air limbah. Air limbah tersebut mengandung beban pencemar yang dapat merusak ekosistem perairan.

#### **1. Sumber Air Limbah**

Limbah merupakan sumber daya alam yang telah kehilangan fungsinya, yang keberadaannya dapat mengganggu kenyamanan dan keindahan lingkungan. Limbah dihasilkan dari sisa produksi baik industri maupun domestik atau rumah tangga. Sumber air limbah dikelompokkan menjadi tiga kategori yaitu:

a. Air limbah domestik

Air buangan yang bersumber dari rumah tangga (*domestic waste water*), yaitu air limbah yang berasal dari permukiman penduduk. Limbah domestik mengandung bahan-bahan pencemar organik, non-organik, dan bakteri yang sangat potensial untuk mencemari badan air. Sumber utama air limbah rumah tangga masyarakat berasal dari perumahan dan daerah perdagangan.

Secara umum air limbah rumah tangga dapat dikelompokkan dalam dua jenis yaitu *black water* dan *grey water*. Air limbah *black water* berasal dari buangan toilet sebanyak 20% dari total air limbah, sedangkan air limbah *grey water* berasal dari buangan dapur, kamar mandi dan tempat cuci sebanyak 80% dari total air limbah (Aji dan Nyoman, 2017).

*Grey water* merupakan limbah yang berasal dari dapur, air bekas cuci pakaian dan air mandi yang banyak mengandung unsur minyak dan lemak. Sedangkan *black water* adalah air limbah yang berasal dari air sisa kakus manusia yang berbentuk tinja atau cairan lain, air ini lebih banyak mengandung kadar organik dan suspensi yang tinggi. Air limbah domestik umumnya terdiri dari limbah yang sebagian berbentuk larutan dan sebagian lagi merupakan larutan suspensi. Serta air limbah juga mengandung zat organik yang berguna bagi mikroorganisme *saprophytic*, yaitu organisme pembusuk (Kholif dan Rhenny, 2020).

b. Air limbah industri

Air limbah industri merupakan limbah yang berasal dari daerah bukan pemukiman seperti pabrik, rumah sakit, pertanian, dan lain sebagainya. Air limbah yang dihasilkan oleh industri dapat berasal dari proses produksi maupun dari proses lainnya. Sehingga, jumlah aliran air limbah yang berasal dari industri tergantung dari jenis dan besar kecilnya industri.

Zat-zat yang terkandung di dalamnya juga sangat bervariasi sesuai dengan bahan baku yang dipakai oleh masing-masing industri, seperti nitrogen, sulfida, amoniak, lemak, garam-garam, zat pewarna, mineral, logam berat, zat pelarut, dan sebagainya.

c. Air limbah rembesan dan tambahan

Ketika hujan turun di suatu daerah, maka air turun secara cepat dan mengalir masuk ke dalam saluran air hujan. Apabila saluran air hujan tidak mampu menampungnya, maka limpahan air hujan akan digabung dengan saluran air limbah yang menjadi tambahan yang sangat besar. Selain air masuk melalui limpahan, maka terdapat air hujan yang menguap, diserap oleh tumbuh-tumbuhan dan ada pula yang merembes ke dalam tanah. Air yang merembes ini akan masuk ke dalam tanah yang akhirnya menjadi air tanah. Apabila permukaan air tanah bertemu dengan saluran air limbah, maka bukanlah tidak mungkin terjadi penyusupan air tanah tersebut ke saluran air limbah melalui sambungan-sambungan pipa atau melalui celah-celah yang ada karena rusaknya pipa saluran (Gultom, 2017).

## 2. Karakteristik Air Limbah Domestik

Berdasarkan sumbernya air limbah mempunyai komposisi yang sangat bervariasi dari setiap tempat dan setiap waktu. Akan tetapi, secara garis besar air limbah terdiri atas air dan padatan, dimana padatan terdiri dari zat organik yang berupa karbohidrat, lemak, dan protein serta zat anorganik yang berupa garam-garam, logam-logam, dan butiran. Air limbah dari segi karakteristiknya biasanya terdiri dari air limbah industri dan air limbah domestik. Karakteristik limbah domestik secara umum dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Karakteristik Tipikal Air Limbah Domestik

No	Parameter	Satuan	Konsentrasi		
			Rendah	Sedang	Tinggi
1	<i>Biological Oxygen Demand (BOD)</i>	mg/l	110	190	350
2	<i>Chemical Oxygen Demand (COD)</i>	mg/l	250	430	800
3	<i>Total Suspended Solid (TSS)</i>	mg/l	120	210	400
4	Minyak & Lemak	mg/l	50	90	100
5	Amoniak	mg/l	12	25	45
6	Total Coliform	Jml/100 ml	$10^6$ - $10^8$	$10^7$ - $10^9$	$10^7$ - $10^{10}$

Sumber: Tchobahoglous, et al (2004)

Sedangkan untuk air limbah yang berasal dari kamar mandi dan WC (*black water*), mempunyai komposisi seperti pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Komposisi Air Limbah *Black Water*

Uraian	Feses	Air Seni
Jumlah per orang hari (dalam keadaan basah)	135-270 gr	1-1,31 gr
Jumlah per orang hari (dalam keadaan kering)	20-35 gr	0,5-0,7 gr
Uap air (kelembapan)	66-80 %	93-96 %
Bahan organik	88-97 %	93-96 %
Nitrogen	5-7 %	15-19 %
Fosfor (sebagai P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	3-5,4 %	2,5-5 %
Potassium (sebagai K <sub>2</sub> O)	1-2,5 %	3-4,5 %
Karbon	44-55 %	11-17 %
Kalsium (sebagai CaO)	4,5-5 %	4,5-6 %

Sumber: Ronny Gultom, 2017

Karakteristik air limbah diperlukan untuk menentukan cara pengolahan yang tepat sehingga efektivitas dan efisiensinya dapat tercapai. Secara umum menurut Puji dan Rahmi (2010) sifat air limbah domestik terbagi atas tiga karakteristik, yaitu karakteristik fisik, kimia, dan biologi.

a. Karakteristik Fisik

Tingkat pencemaran air limbah sangat dipengaruhi oleh adanya karakteristik fisik yang mudah terlihat. Adapun karakteristik fisik yang penting adalah kandungan zat padat sebagai efek estetika, kejernihan, temperatur, serta bau dan warna.

1) Padatan (*Solid*)

Air limbah mengandung berbagai macam zat padat dari material organik maupun anorganik yang kasar sampai dengan material yang bersifat koloidal. Padatan dapat mempengaruhi kualitas limbah dengan berbagai cara. Pada penelitian tahun 2020 yang dilakukan oleh Natsir dan kawan-kawan diperoleh nilai TSS (Total Suspended Solid) air limbah domestik di Kabupaten Maros yakni 111 mg/L yang melebihi baku mutu Permen LH Tahun 2016.

2) Kekeruhan (*Turbidity*)

Kekeruhan sifat optis air yang akan membatasi pencahayaan kedalam air. Kekeruhan terjadi karena adanya zat-zat koloid yang melayang dan zat-zat yang terurai menjadi ukuran yang lebih (tersuspensi) oleh

binatang, zat-zat organik, jasad renik, lumpur, tanah, dan benda-benda lain yang melayang. Tidak dapat dihubungkan secara langsung antara kekeruhan dengan kadar semua jenis zat suspensi, karena tergantung juga kepada ukuran dan bentuk butir.

3) Bau (*Odor*)

Bau merupakan petunjuk adanya pembusukan air limbah. Penyebab adanya bau pada air limbah karena adanya bahan volatile, gas terlarut dan hasil samping dari pembusukan bahan organik. Bau yang dihasilkan oleh air limbah pada umumnya berupa gas yang dihasilkan dari penguraian zat organik yang terkandung dalam air limbah, seperti Hidrogen sulfida ( $H_2S$ ).

4) Warna (*Color*)

Air murni tidak berwarna tetapi seringkali diwarnai oleh benda asing. Karakteristik yang sangat mencolok pada limbah cair adalah berwarna yang umumnya disebabkan oleh zat organik dan algae. Air limbah yang baru biasanya berwarna abu-abu.

5) Temperatur

Limbah cair umumnya mempunyai temperatur lebih tinggi dari pada temperatur udara setempat. Temperatur limbah cair dan air merupakan parameter sangat penting sebab efeknya pada kehidupan dalam air, meningkatkan reaksi kimia, dan mengurangnya spesies ikan dalam air.

b. Karakteristik Kimia

Kandungan bahan kimia yang ada di dalam air limbah dapat merugikan lingkungan melalui berbagai cara. Bahan organik terlarut dapat menghabiskan oksigen dalam limbah serta akan menimbulkan rasa dan bau yang tidak sedap. Selain itu, akan lebih berbahaya apabila bahan tersebut merupakan bahan yang beracun.

Pada umumnya karakteristik kimia yang penting di dalam air buangan diantaranya adalah bahan organik yang terdiri dari protein, karbohidrat, minyak lemak, *volatile organic compound* dan pestisida. Sedangkan pengukurannya dilakukan dalam bentuk BOD dan COD. Kemudian bahan

kimia organik yang terdiri dari logam berat, gas, DO, hidrogen sulfide dan metan.

1) *Biological Oxygen Demand (BOD)*

*Biological Oxygen Demand (BOD)* atau Kebutuhan Oksigen Biologis adalah suatu analisa empiris yang mencoba mendekati secara global proses-proses mikrobiologis yang benar-benar terjadi dalam air. Angka BOD adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh bakteri (aerobik) untuk menguraikan (mengoksidasikan) hampir semua zat organik yang terlarut dan sebagian zat-zat organik yang tersuspensi dalam air. Parameter BOD adalah parameter yang paling banyak digunakan dalam pengujian air limbah dan air permukaan. Penentuan ini melibatkan pengukuran oksigen terlarut yang digunakan oleh mikroorganisme untuk menguraikan bahan-bahan organik.

Pada penelitian tahun 2020 yang dilakukan oleh Natsir dan kawan-kawan diperoleh nilai BOD air limbah domestik di Kabupaten Maros 167 mg/L yang melebihi baku mutu Permen LH Tahun 2016.

2) *Chemical Oxygen Demand (COD)*

Analisis COD adalah menentukan banyaknya oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi senyawa organik secara kimiawi. *Chemical Oxygen Demand (COD)* atau Kebutuhan Oksigen Kimia adalah jumlah oksigen (mg O<sub>2</sub>) yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik. Angka COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat-zat organik yang secara alamiah dapat dioksidasikan melalui proses mikrobiologis, dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut di dalam air.

Pada penelitian tahun 2020 yang dilakukan oleh Natsir dan kawan-kawan diperoleh nilai COD air limbah domestik di Kabupaten Maros 344 mg/L yang melebihi baku mutu Permen LH Tahun 2016.

3) Protein

Protein merupakan bagian yang penting dari makhluk hidup, termasuk di dalamnya tanaman, dan hewan bersel satu. Protein mengandung

karbon, hidrogen, dan oksigen yang mempunyai bobot molekul sangat tinggi. Struktur kimianya sangat kompleks dan tidak stabil serta mudah terurai, sebagian ada yang larut dalam air, tetapi ada yang tidak. Susunan protein sangat majemuk dan terdiri dari beribu-ribu asam amino dan merupakan bahan pembentuk sel dan inti sel.

4) Karbohidrat

Karbohidrat antara lain gula, pati, selulosa dan benang-benang kayu terdiri dari unsur karbon, hidrogen, dan oksigen. Gula dalam limbah cair cenderung terdekomposisi oleh enzim dari bakteri-bakteri tertentu dan ragi menghasilkan alkohol dan gas CO<sub>2</sub> melalui proses fermentasi.

5) Minyak dan Lemak

Minyak adalah lemak yang bersifat cair. Keduanya mempunyai komponen utama karbon dan hidrogen yang mempunyai sifat tidak larut dalam air. Bahan-bahan tersebut banyak terdapat pada makanan, hewan, manusia dan bahkan ada dalam tumbuh-tumbuhan sebagai minyak nabati. Sifat lainnya adalah relatif stabil, tidak mudah terdekomposisi oleh bakteri.

Berdasarkan penelitian tahun 2019 yang dilakukan Musawantoro dan Mustifa pada air limbah dapur Politeknik Pariwisata Makassar didapatkan kandungan minyak dan lemak sebesar 130 mg/L yang melebihi baku mutu Permen LH Tahun 2016. Sedangkan pada penelitian yang dilakukan oleh Supardi dan kawan-kawan tahun 2020 diperoleh nilai minyak dan lemak air limbah domestik di salah satu apartemen di Makassar yakni kurang dari 0,1 mg/L masih memenuhi baku mutu Permen LH Tahun 2016.

6) Deterjen

Deterjen termasuk bahan organik yang sangat banyak digunakan untuk keperluan rumah tangga, hotel, dan rumah sakit. Fungsi utama deterjen adalah sebagai pembersih dalam pencucian, sehingga tanah, lemak dan lainnya dapat dipisahkan.

7) pH

Air limbah dengan konsentrasi air limbah yang tidak netral akan menyulitkan proses biologis, sehingga mengganggu proses penjernihannya. pH yang baik bagi air limbah adalah netral. Semakin kecil nilai pH-nya, maka akan menyebabkan air tersebut berupa asam. Berdasarkan penelitian tahun 2019 yang dilakukan Musawantoro dan Mustifa pada air limbah dapur Politeknik Pariwisata Makassar didapatkan nilai pH 5,6 yang tidak memenuhi baku mutu Permen LH Tahun 2016. Sedangkan pada penelitian yang dilakukan oleh Supardi dan kawan-kawan tahun 2020 diperoleh nilai pH air limbah domestik di salah satu apartemen di Makassar yakni 7, masih memenuhi baku mutu Permen LH Tahun 2016.

8) Alkalinitas

Alkalinitas atau kebasaaan air limbah disebabkan oleh adanya hidroksida, karbonat dan bikarbonat seperti kalsium, magnesium, dan natrium atau kalium. Kebasaan adalah hasil dari adanya hidroksi karbonat dan bikarbonat yang berupa kalsium, magnesium, sodium, potasium atau amoniak. Dalam hal ini, yang paling utama adalah kalsium dan magnesium nikarbonat. Pada umumnya air limbah adalah basa yang diterima dari penyediaan air, air tanah, dan bahan tambahan selama dipergunakan dirumah.

9) Logam

Menentukan jumlah kandungan logam pada air limbah seperti nikel (Ni), magnesium (Mg), timbal (Pb), kromium (Cr), kadmium (Cd), Zeng (Zn), tembaga (Cu), besi (Fe) dan air raksa (Hg) sangat penting dikarenakan jika berlebihan maka akan bersifat racun. Akan tetapi, beberapa jenis logam biasanya dipergunakan untuk pertumbuhan kehidupan biologis, misalnya pada pertumbuhan algae apabila tidak ada logam pertumbuhannya akan terhambat.

#### 10) Gas

Banyak gas-gas terdapat didalam air, oksigen ( $O_2$ ) adalah gas yang penting. Oksigen terlarut selalu diperlukan untuk pernafasan mikro-organisme aerob dan kehidupan lainnya. Apabila oksigen berada pada ambang yang rendah, maka bau-bauan akan dihasilkan sebab unsur karbon berubah menjadi metan termasuk  $CO_2$  dan sulfur. Belerang akan menjadi amonia ( $NH_3$ ) atau teroksidasi menjadi nitrit.

#### 11) Nitrogen

Unsur nitrogen merupakan bagian yang penting untuk keperluan pertumbuhan protista dan tanaman. Nitrogen ini dikenal sebagai unsur hara atau makanan dan perangsang pertumbuhan. Nitrogen dalam limbah cair terutama merupakan gabungan dari bahan-bahan berprotein dan urea. Oleh bakteri, nitrogen ini diuraikan secara cepat dan diubah menjadi ammonia, sehingga umur dari air buangan secara relatif dapat ditunjukkan dari jumlah ammonia yang ada.

#### 12) Phospor

Unsur phospor (P) dalam air seperti juga elemen nitrogen, merupakan unsur penting untuk pertumbuhan protista dan tanaman, yang dikenal pula sebagai nutrient dan perangsang pertumbuhan. Phospor merupakan komponen yang menyuburkan algae dan organisme biologi lainnya, sehingga dapat dijadikan tolak ukur kualitas perairan.

#### c. Karakteristik Biologi

Karakteristik biologi pada air limbah merupakan hal yang penting untuk diketahui karena digunakan untuk mengontrol potensi terjadinya penyakit-penyakit bagi kehidupan manusia yang ditimbulkan oleh organisme patogen. Selain itu, reaksi-reaksi dalam air limbah seperti dekomposisi juga banyak melibatkan bakteri dan mikroorganisme lainnya. Organisme patogen yang ditemukan dalam air limbah dapat bersumber dari manusia ataupun hewan yang terinfeksi oleh penyakit tertentu, atau yang menjadi pembawa (*carier*) untuk infeksi penyakit tertentu. Organisme patogen yang ditemukan dalam air limbah dapat

diklasifikasikan menjadi 4 kategori, antara lain ialah bakteri, protozoa, helmints, dan virus.

Bakteri merupakan kelompok mikroorganismen terpenting dalam sistem penanganan limbah. Bakteri ada yang bersifat patogen sehingga merugikan dan ada yang bersifat non-patogen. Bakteri patogen bermacam-macam bentuk dan jenisnya sehingga sulit dideteksi. Yang paling berbahaya adalah bakteri coli (E-Coli dan Streptococci). Bakteri coli berasal dari usus manusia dan makhluk hidup lain (ayam, sapi, itik, babi). Selain itu pada air limbah juga ditemukan ganggang (fitoplankton) yang hidup dengan memanfaatkan nutrisi serta jamur yang bermanfaat dalam menguraikan senyawa karbon.

### 3. Baku Mutu Air Limbah Domestik

Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 68 Tahun 2016, air limbah domestik adalah air limbah yang berasal dari aktivitas hidup sehari-hari manusia yang berhubungan dengan pemakaian air. Salah satu upaya pengolahan air limbah domestik dalam menjaga kualitas air, maka dibuat standar baku mutu air limbah domestik tersendiri yang tercantum dalam Permen LHK No. 68 Tahun 2016 dapat dilihat pada Tabel 3.

Analisis kualitas air limbah domestik di salah satu perkantoran di Indonesia dilakukan dengan parameter menurut baku mutu PerMen LHK No.68 Tahun 2016 diperoleh hasil bahwa semua parameter selain pH melebihi batas baku mutu yang telah ditetapkan. Adapun konsentrasi parameter yang paling jauh dari baku mutu yakni minyak dan lemak serta total coliform.

**Tabel 3.** Baku Mutu Air Limbah Domestik

Parameter	Satuan	Baku Mutu *	Konsentrasi**
pH	-	6-9	7,36
BOD	mg/L	30	83,1
COD	mg/L	100	312
TSS	mg/L	30	34
Minyak dan Lemak	mg/L	10	3682
Amoniak	mg/L	10	226
Total Coliform	Jumlah/100 mL	3000	16 x 10 <sup>4</sup>
Debit	L/orang/hari	100	-

Sumber: \*PerMen LHK Nomor 68 (2016)

\*\* Susi dan Alifya (2019)

Sedangkan standar baku mutu air limbah domestik menurut Peraturan Gubernur Sulawesi Selatan Tahun 2010 Nomor 69 Tentang Baku Mutu dan Kriteria Kerusakan Lingkungan Hidup dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Baku Mutu Air Limbah Domestik di Sulawesi Selatan

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum		
		A	B	C
pH	-	6-9	6-9	6-9
BOD	mg/L	25	40	75
COD	mg/L	80	100	125
TSS	mg/L	20	35	50
Minyak dan Lemak	mg/L	5	8	10
Total Coliform	Jumlah/100 mL	2500	5000	5000

Sumber: PerGub SulSel Nomor 69 Tahun 2010

Keterangan:

Kategori A : Kawasan Permukiman (Real Estate) dengan ukuran >200 Ha

Kategori B : Kawasan Permukiman (Real Estate) dengan ukuran 16-200 Ha

Kategori C : Kawasan Permukiman (Real Estate) dengan ukuran <14 Ha

## B. Metode Filtrasi

Filtrasi atau penyaringan adalah suatu bentuk perlakuan untuk memisahkan padatan terlarut yang ada dalam air. Proses filtrasi dengan media zeolit, pasir, dan kerikil berperan memisahkan air dari polutan mikro, misalnya zat organik, deterjen, senyawa phenol serta untuk menyerap logam berat. Partikel-partikel yang cukup besar tersaring pada media filter. Media filter mempunyai ruang antar rongga yang berfungsi sebagai tempat mengendapnya butiran terlarut. Bahan-bahan terlarut banyak yang tidak dapat membentuk flok, pengendapan gumpalan-gumpalan masuk kedalam media filter dan tersaring (Sulianto, 2020).

Pada proses penyaringan, partikel-partikel yang cukup besar akan tersaring pada media pasir, sedangkan bakteri dan bahan koloid yang berukuran lebih kecil tidak tersaring seluruhnya. Ruang antara butiran berfungsi sebagai sedimentasi dimana butiran terlarut mengendap. Bahan-bahan koloid yang terlarut kemungkinan akan ditangkap karena adanya gaya elektrokinetik. Banyak bahan-bahan yang terlarut tidak dapat membentuk flok dan pengendapan gumpalan-gumpalan masuk ke dalam filter dan tersaring. Faktor yang mempengaruhi efisiensi penyaringan ada 4 (empat) yaitu:

1. Kualitas air baku, semakin baik kualitas air baku yang diolah maka akan baik pula hasil penyaringan yang diperoleh.
2. Suhu, suhu yang baik yaitu antara 20-30°C, temperatur akan mempengaruhi kecepatan reaksi-reaksi kimia.
3. Kecepatan Penyaringan, pemisahan bahan-bahan tersuspensi dengan penyaringan tidak dipengaruhi oleh kecepatan penyaringan. Berbagai hasil penelitian menyatakan bahwa kecepatan penyaringan tidak mempengaruhi terhadap kualitas effluent. Kecepatan penyaringan lebih banyak terhadap masa operasi saringan.
4. Diameter butiran, secara umum kualitas effluent yang dihasilkan akan lebih baik bila lapisan saringan pasir terdiri dari butiran-butiran halus. Jika diameter butiran yang di gunakan kecil maka yang terbentuk juga kecil.

### C. *Roughing Filter*

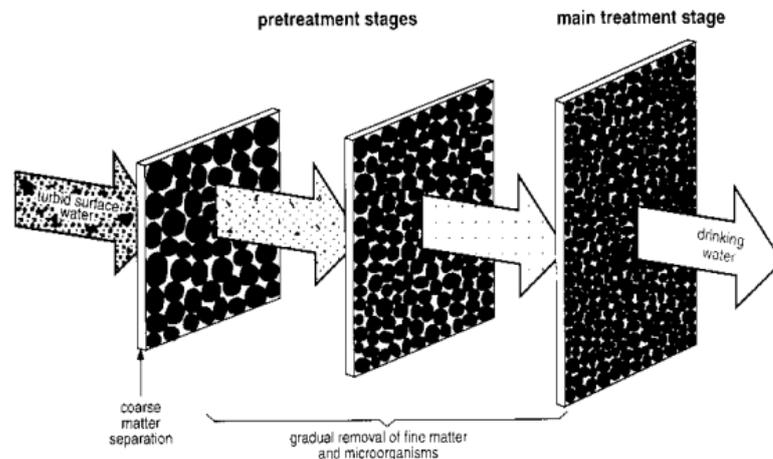
*Roughing Filter* merupakan salah satu jenis pengolahan pendahuluan yang paling umum dipakai untuk penyediaan air minum. *Roughing filter* menggunakan media dengan ukuran yang jauh lebih kasar dibandingkan dengan *slow filtration* maupun *rapid filtration*. Ukuran diameter media *slow filtration* berkisar antara 0,15 mm sampai 0,35 mm, diameter media *rapid filtration* berkisar antara 0,5 mm sampai 2,0 mm, dan diameter media *roughing filter* lebih besar dari 2,0 mm (Rooklidge, dkk dalam Triwardani, 2011).

**Tabel 5.** Perbedaan Ukuran Media *Roughing Filter*

Deskripsi <i>Roughing Filter</i>	Kompartemen Pertama (mm)	Kompartemen Kedua (mm)	Kompartemen Ketiga (mm)
Kasar	24-16	18-12	12-8
Normal	18-12	12-8	8-4
Halus	12-8	8-4	4-2

Sumber: Nkwonta, 2009

*Roughing filter* biasanya terdiri dari material filter dengan ukuran yang berbeda dan secara berturut-turut mengecil searah dengan aliran. Bagian terbesar padatan dipisahkan oleh media filter kasar yang ditempatkan setelah inlet. Yang berikutnya adalah media medium dan media filter yang lebih halus selanjutnya akan mengurangi konsentrasi padatan tersuspensi.

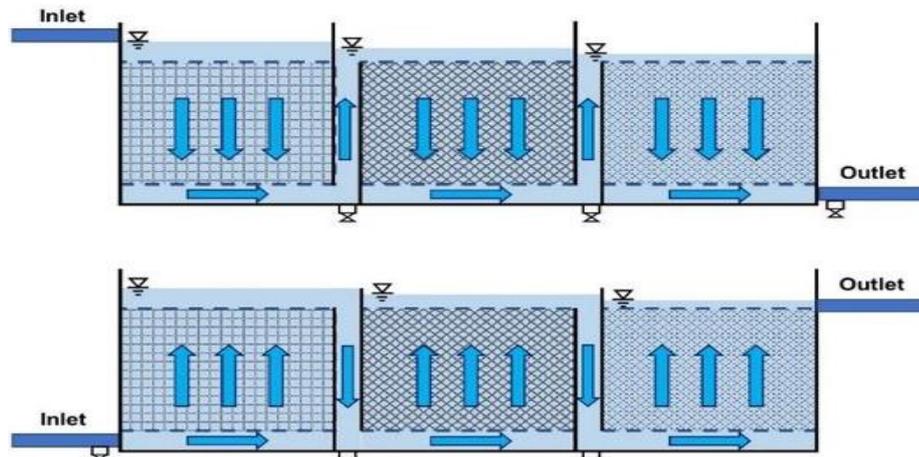


**Gambar 1.** Ukuran Material Filter Pada *Roughing Filter*

Media filter dari *roughing filter* terdiri dari material yang relatif kasar berukuran 24-2 mm. Gravel umumnya digunakan sebagai media filter. Efisiensi removal padatan secara signifikan hanya bisa dicapai pada kondisi aliran laminar sejak sedimentasi merupakan proses utama pada penyaringan kasar. Oleh karena itu, *Roughing Filter* dioperasikan pada beban hidroulik yang kecil. Kecepatan filtrasi biasanya berkisar 0,3-1,5 m/h. Pada dasarnya ada dua jenis *roughing filter* yang dibedakan oleh arah alirannya, yaitu *roughing filter* aliran vertikal dan *roughing filter* aliran horizontal.

### 1. *Roughing Filter* Aliran Vertikal

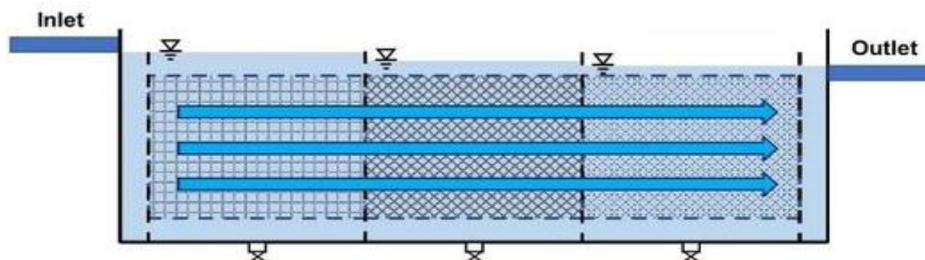
*Roughing filter* aliran vertikal dibedakan menjadi *roughing filter* aliran ke bawah (*Downflow*) dan aliran ke atas (*Upflow*). Rate filtrasi pada media kerikil *upflow* filter relatif tinggi, mencapai 20 m/jam, karena besarnya rongga pori pada media filter sehingga tidak cepat terjadi *clogging*. Rate *backwashing* yang digunakan rendah karena tidak bermaksud membuat lapisan media terekspansi, tetapi biasanya perlu waktu yang lebih panjang untuk membersihkan kerikil (kira-kira 20-30 menit).



**Gambar 2.** *Roughing Filter* Aliran Vertikal *Downflow* dan *Upflow*

## 2. *Roughing Filter* Aliran Horizontal

*Roughing filter* aliran horizontal adalah proses dimana air mengalir secara horizontal. Pada *horizontal roughing filter* memungkinkan penggunaan panjang filter yang tidak terbatas tetapi dengan rate filtrasi *roughing filter* yang rendah dan biasanya pembersihan dilakukan secara manual.



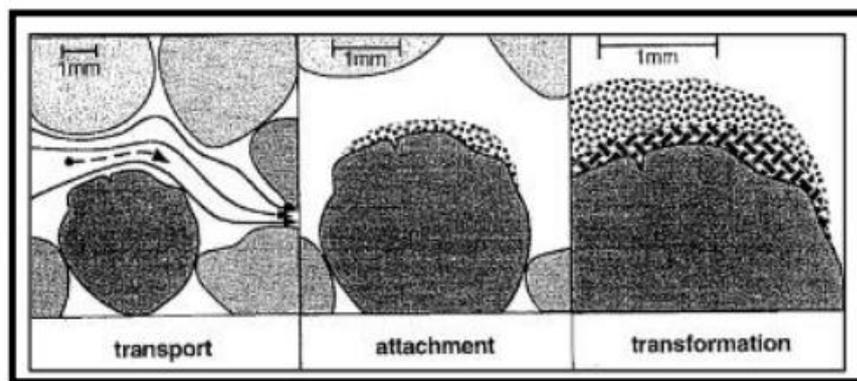
**Gambar 3.** *Roughing Filter* Aliran Horizontal

### D. Mekanisme Penyaringan *Roughing Filter*

Air yang masuk ke *roughing filter* dapat mencakup bahan-bahan kecil seperti daun, batu-batu kecil dan lain sebagainya. Proses penyaringan bisa menghapus partikel yang lebih besar dari ukuran pori media filter. Karena sebagian besar partikel tersuspensi yang bergerak dalam air tidak lebih besar dari ukuran pori media, maka partikel tersebut tidak dapat dihilangkan dengan mekanisme penyaringan. Namun, ukuran pori media semakin menurun karena pertumbuhan biofilm. Oleh karena itu, penyaringan menjadi lebih efektif karena

ukuran pori menurun dan lebih efektif dalam menangkap partikel yang ukurannya lebih kecil daripada ukuran pori awal.

Penyisihan padatan oleh *roughing filter* adalah suatu proses yang agak kompleks yang meliputi sedimentasi, biologi dan adsorpsi seperti halnya aktivitas biokimia. Yang pada dasarnya partikel padat ditransfer ke permukaan dan sisa-sisa yang mendempet sebelumnya diubah oleh proses biologi dan kimia. Yang kemudian juga penting untuk meremoval padatan. Saringan kerikil kasar sebagian besar meningkatkan kualitas air secara fisik sebagaimana filter kerikil pasir memisahkan padatan dan mengurangi kekeruhan.



**Gambar 4.** Mekanisme Penyaringan Dalam *Roughing Filter*

Menurut Huisman dalam Silvia (2019), mekanisme penyaringan terdiri dari lima kegiatan antara lain:

- a. Pengendapan. Pada proses ini terjadi pemisahan partikel yang lebih besar karena mengendap, yang membedakan jika dalam bak pengendap terbentuk di dasar bak sedangkan dalam penyaringan terjadi pada seluruh permukaan media saring.
- b. Penahanan secara mekanis. Pada proses ini terjadi pemisahan partikel dalam air dimana partikel-partikel tersebut terlalu besar untuk melewati celah-celah diantara butir-butir media saring.
- c. Adsorpsi yaitu kegiatan yang terpenting pada proses penyaringan karena dalam proses ini dapat menghilangkan bahan-bahan yang melayang, bau, warna, serta dapat menghimpun bahan-bahan organik sampai sekecil-kecilnya. Hal ini terjadi karena adanya gaya tarik-menarik yang muatan listriknya berbeda.

- d. Aktifitas kimia. Aktifitas kimia terjadi karena adanya oksidasi oleh oksigen bebas diudara sehingga terurai menjadi bahan yang berbahaya dan akibatnya akan mengendap
- e. Aktifitas biologi. Terjadi karena kegiatan dari kehidupan di air yang melekat pada media saring membentuk lapisan film karena adanya proses penahanan mekanis, endapan dan adsorpsi.

### **E. Proses Biologis Dalam *Roughing Filter***

Proses yang terjadi pada *roughing filter* serupa dengan *trickling filter*. Kandungan bahan organik di dalam air buangan didegradasikan oleh sejumlah mikroorganisme pada media filter. Bahan organik diadsorb ke dalam lapisan slime, sedang degradasi secara aerob terjadi pada lapisan luar slime. Seiring dengan pertumbuhan mikroorganisme, maka ketebalan slime-pun meningkat. Oksigen terdifusi telah habis dikonsumsi sebelum sempat mencapai bagian dalam media, karenanya lingkungan anaerobik terdapat pada bagian sebelah dalam media.

Semakin menebalnya lapisan slime menyebabkan bahan organik teradsorpsi dan mengalami metabolisme sebelum mencapai mikroorganisme pada permukaan media, sebagai akibatnya mikroorganisme tidak memperoleh sumber organik eksternal untuk sel karbon dan mikroorganisme mengalami fase endogenous lalu kehilangan kemampuan menempel pada media. Air yang mengalir akan menggerus lapisan slime untuk selanjutnya terbentuk lapisan slime baru. Keadaan dimana tergerus inilah yang dikenal sebagai clogging.

Komunitas biologis yang hidup di dalam filter terdiri dari mikroorganisme perintis baik aerobik, anaerobik maupun fakultatif, juga terdapat bakteri, jamur, algae dan protozoa. Mikroorganisme tingkat tinggi yang terdapat adalah serangga, larva, siput dan cacing. Namun bakteri fakultatif merupakan mikroorganisme paling dominan yang biasa hidup dalam *trickling filter*.

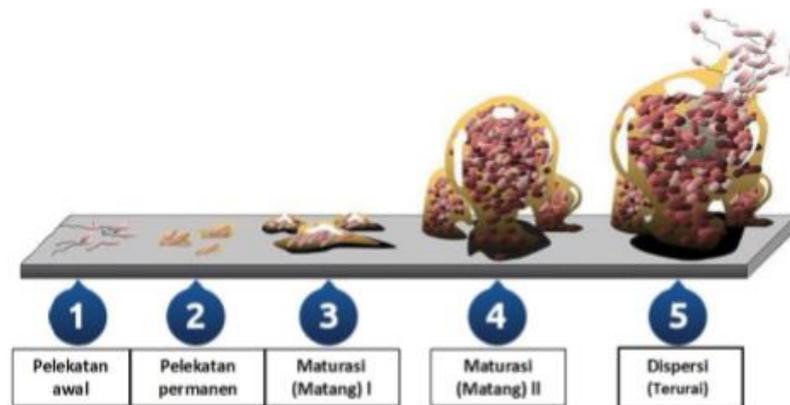
## F. Fakultatif Anaerobik

Pengolahan air limbah dengan menggunakan fakultatif anaerobik *horizontal roughing filter* yaitu memadukan pengolahan fakultatif anaerobik dengan cara menumbuhkan biofilm pada media *roughing*. Dimana media tersebut nantinya berfungsi sebagai tempat melekatnya mikroorganisme. Mikroorganisme yang melekat pada lapisan media lama-kelamaan akan membentuk lapisan biofilm yang berfungsi untuk mendegradasi senyawa organik pada air limbah.

Pada *roughing filter*, mikroorganisme akan berkembang dan tumbuh pada media penyangga yang digunakan. Media yang dapat digunakan sebagai tempat melekatnya atau tumbuhnya mikroorganismepun bermacam-macam seperti media yang terbuat dari plastik ataupun kerikil. Selanjutnya air limbah yang telah kontak dengan media baik secara terendam ataupun hanya dilewati saja akan membentuk lapisan seperti lendir yang melekat pada media yang digunakan sehingga akan terbentuk juga biofilm pada media (Hadiwidodo, 2012).

Biofilm memerangkap nutrisi untuk pertumbuhan populasi mikroorganisme dan membantu mencegah lepasnya sel-sel dari permukaan pada sistem yang mengalir. Permukaan sendiri adalah habitat yang penting bagi mikroorganisme karena nutrisi dapat terjebak pada permukaan sehingga kandungan nutrisinya dapat lebih tinggi daripada di dalam larutan. Konsekuensinya, jumlah dan aktivitas mikroba pada permukaan biasanya lebih tinggi daripada di air (Madigan, 2006). Ada 5 tahap pembentukan biofilm yaitu:

1. Pelekatan awal: mikrob melekat pada permukaan suatu benda dan dapat diperantarai oleh fili (rambut halus sel) contohnya pada *P.aeruginosa*.
2. Pelekatan permanen: mikrob melekat dengan bantuan eksopolisakarida (EPS).
3. Maturasi I: proses pematangan biofilm tahap awal.
4. Maturasi II: proses pematangan biofilm tahap akhir, mikrob siap untuk menyebar.
5. Dispersi: sebagian bakteri akan menyebar dan berkolonisasi di tempat lain.



**Gambar 5.** Tahap Pembentukan Biofilm

Apabila pada media terbentuk lapisan lendir yang berwarna hitam kecoklatan serta tidak mudah terlepas dari media, maka dapat dipastikan bahwa telah tumbuh mikroorganisme pada media. Sampai mikroorganisme tumbuh diperlukan waktu selama 2 minggu. Hal tersebut dilakukan untuk didapatkan hasil sampai terjadi steady state pada kondisi air limbah (Herlambang, 2002).

Bakteri merupakan mikroba prokariotik uniseluler, termasuk kelas berkembang biak secara aseksual dengan pembelahan sel. Bakteri tidak berklorofil kecuali beberapa yang bersifat fotosintesis. Cara hidup bakteri ada yang dapat hidup bebas, parasitic, saprofitik, patogen pada manusia, hewan, dan tumbuhan. Habitatnya tersebar luas di alam dalam tanah, atmosfer, di dalam lumpur, dan di laut (Ika, 2016).

Bakteri mempunyai bentuk dasar bulat, batang, dan lengkung. Bentuk bakteri juga dapat dipengaruhi oleh umur dan syarat pertumbuhan tertentu. Bakteri dapat mengalami involusi yaitu perubahan bentuk yang disebabkan faktor makanan suhu dan lingkungan yang kurang menguntungkan bagi bakteri. Selain itu dapat mengalami pleomorfi yaitu bentuk yang bermacam-macam dan teratur walaupun ditumbuhkan pada syarat pertumbuhan yang sesuai.

Berdasarkan kebutuhan oksigen bakteri dibagi menjadi empat kelompok yaitu aerobik, anaerobik, anaerobik fakultatif dan mikroaerofilik. Bakteri fakultatif anaerobik merupakan bakteri yang membuat energi ATP melalui respirasi aerobik jika ada oksigen di lingkungannya, tetapi bias berganti respirasi anaerobik atau fermentasi jika tidak ada oksigen. Proses yang terjadi pada fakultatif anaerobik ini adalah campuran antara proses anaerob dan aerob.

Salah satu bakteri fakulatif anaerobik yakni E.coli sehingga dapat hidup dalam kondisi aerob maupun anaerob. Bakteri E.coli merupakan bakteri yang berbentuk batang pendek memiliki panjang sekitar 2  $\mu\text{m}$ , diameter 0,7  $\mu\text{m}$ , dan lebar 0,4-0,7 $\mu\text{m}$ . Bakteri ini merupakan bakteri Gram Negatif. E.coli dapat tumbuh dalam suhu 10-40<sup>0</sup>C dengan suhu optimal 37<sup>0</sup>C, dengan pH optimum 7,0-7,5 dan dapat hidup di tempat yang lembab.

Bakteri ini dapat tumbuh dengan baik pada hampir seluruh media yang bisa dipakai untuk isolasi bakteri enteric. Koloni E.coli pada media tampak bulat berukuran kecil hingga sedang, basah, halus, memiliki permukaan licin, pinggiran yang rata dan berwarna keabuabuan atau kilap logam (Lubis, 2015).

### **G. Batu Kerikil**

Batu kerikil adalah butiran batu lebih besar daripada pasir dan lebih kecil daripada kerakal (kira-kira sebesar biji kacang tanah atau biji nangka) dan Geo endapan batuan yang komponennya bercampur dengan tanah liat dan pasir. Batu kerikil sebenarnya menunjukkan besaran butir pasir, dapat dikategorikan sebagai batu pasir yang banyak mengandung silika. Umumnya bertekstur halus dan berbentuk bulat terbentuk akibat dari pecahan batu gunung yang kemudian terseret air hingga ke laut dan selama ribuan tahun saling beradu sesamanya dan terkikis air, karena itu diperoleh di daerah pesisir pantai. Fungsi kerikil untuk filter air yakni sebagai celah agar air dapat mengalir melalui lubang. Kerikil juga berguna sebagai media penyangga dan penyaring kotoran (Fajri dkk, 2017).



**Gambar 6.** Batu Kerikil

Menurut Metcalf & Eddy dalam Silviani (2019) proses filtrasi menggunakan media kerikil terdiri beberapa mekanisme yaitu:

1. Proses penyaringan adalah proses pemurnian air dari partikel-partikel zat tersuspensi yang terlalu besar dengan jumlah pemisahan melalui celah-celah diantara butiran kerikil yang berlangsung diantara permukaan kerikil.
2. Pengendapan adalah proses pengendapan yang terjadi tidak berbeda seperti pada bak pengendap biasa, tetapi pada bak pengendap biasa endapan akan berbentuk hanya pada dasar bak, sedangkan pada filtrasi endapan dapat terbentuk pada seluruh permukaan butiran, dimana pada proses filtrasi ini terjadi benturan antara partikel-partikel yang melayang atau terkandung dalam air baku dengan butiran kerikil sebagai media saring.
3. Penahanan adalah tertahannya partikel partikel solid pada media saring.
4. Penyerapan dapat terjadi akibat tumbukan antara partikel-partikel tersuspensi dengan butiran kerikil saringan, merupakan hasil daya tarik menarik antara partikel-partikel yang bermuatan listrik berlawanan.

Media kerikil yang bersih mempunyai muatan listrik negatif dengan demikian mampu mengadsorpsi partikel-partikel positif. Melekatnya partikel yang lebih halus pada permukaan butiran kerikil dapat juga disebabkan oleh adanya ikatan fisik dan kimia antar partikel air permukaan dan adanya gerak brown yaitu gerak zig-zag dengan arah yang tidak menentu terhadap partikel-partikel koloid akan menyebabkan terjadinya tumbukan antar partikel sehingga diameter partikel bertambah besar kemudian partikel dapat ditahan oleh celah antar butiran kerikil.

Kelebihan media batu kerikil yaitu mudah didapatkan dan ekonomis, bersifat inert artinya tidak mudah untuk terurai, tidak korosif, tahan terhadap perusakan kimia dan pembusukan serta memiliki kekuatan mekanikal yang baik sehingga tidak mudah hancur dan terpecah belah. Media batu kerikil juga memiliki sifat kebasahan yang baik sehingga mikroorganisme dapat menempel, tumbuh, serta berkembang biak pada permukaan media. Adapun menurut Heni dan Yayok (2020), efisiensi penyisihan kontaminan media batu kerikil pada fakultatif anaerobik *horizontal roughing filter* lebih baik dibandingkan dengan media batu bata dan arang, dapat dilihat pada Tabel 6.

**Tabel 6.** Perbandingan Efisiensi Media Pada *Roughing Filter*

Parameter	Batu Kerikil	Batu Bata	Arang
BOD	88,02%	82,15%	86,85%
COD	88,76%	87,14%	88,01%
MLSS	80,14%	72,47%	56,16%

Sumber: Heni dan Yayok (2020)

## H. Batu Apung

Batu apung merupakan salah satu bahan adsorben yaitu zat yang mempunyai sifat mengikat molekul pada permukaannya dan sifat adsorben ini yaitu mempunyai permukaan yang luas, berpori-pori, aktif dan murni dan tidak bereaksi dengan adsorbat. Adsorben umumnya berbentuk padatan yang mempunyai sifat mengikat zat, padatan berpori. Berbagai macam adsorben yang dapat dipakai untuk serapan adalah pumice (breksi batu apung), zeolit, tuf, arang atau karbon dan silika gel. Pemilihan adsorben pada proses adsorbs sangat mempengaruhi kapasitas adsorbs. Adapun faktor yang mempengaruhi kapasitas adsorbs adalah ukuran partikel, luas permukaan, volume pori dan ukuran pori.



**Gambar 7.** Batu Apung

Batu apung terbentuk ketika lava panas bercampur dengan air dan mengeras, menghasilkan material berpori. Batu apung (*pumice*) adalah jenis batuan yang berwarna terang, mengandung buih yang terbuat dari gelembung berdinding gelas, dan biasanya disebut juga sebagai batuan gelas vulkanik silikat. Batuan ini terbentuk dari magma asam oleh aksi letusan gunung api yang

mengeluarkan materialnya ke udara, kemudian mengalami transportasi secara horizontal dan terakumulasi sebagai batuan piroklastik.

Kelebihan media batu apung yaitu relatif mudah didapatkan dan ekonomis, memiliki berat cukup ringan, serta memiliki luas pori yang cukup besar sehingga memudahkan tumbuh dan berkembang biak mikroorganisme. Batu apung dapat digunakan sebagai media filter dalam pengolahan air limbah sebagai tempat berkembangbiaknya mikroorganisme dalam sistem pengolahan air limbah, dengan rongga berlimpah yang membuatnya tergolong dalam material ringan dengan pori yang cukup banyak (volume pori hingga 85%) dengan densitas sekitar 0,5-1 kg/l. Porositas yang tinggi dari batu apung berbanding lurus dengan rasio yang tinggi antara luas permukaan dan ukuran partikel. Batu apung memiliki pori-pori dengan bentuk yang beragam yang biasanya tidak terhubung satu sama lain (Sirajuddin dan Muhammad, 2020).

Di dalam batu apung terdapat berbagai mineral diantaranya manmorilionit, felsper, kalsit, lilit dan zeolit. Batu apung mempunyai sifat vesicular yang tinggi, mengandung jumlah sel yang banyak (berstruktur selular) akibat ekspansi buih gas alam yang terkandung di dalamnya, dan pada umumnya terdapat sebagai bahan lepas atau fragmen-fragmen dalam breksi gunung api. Pumice berwarna putih abu-abu, kekuningan sampai merah tekstur vesikuler dengan ukuran lubang yang bervariasi baik berhubungan satu sama lain atau tidak struktur skorious dengan lubang yang terorientasi. Kadang-kadang lubang tersebut terisi oleh zeolite atau kalsit.

## **I. Metode Pengolahan Data**

Pengolahan data merupakan salah satu proses dalam sebuah penelitian yang dilakukan setelah semua data yang diperlukan telah terkumpul. Pengolahan data atau analisis data diperlukan untuk memecahkan permasalahan yang diteliti sudah diperoleh secara lengkap.

## 1. Analisis Deskriptif

Analisis statistik deskriptif adalah statistik yang digunakan untuk menganalisis data dengan cara mendeskripsikan atau menggambarkan data yang telah terkumpul sebagaimana adanya tanpa bermaksud membuat kesimpulan yang berlaku untuk umum atau generalisasi. Analisis ini hanya berupa akumulasi data dasar dalam bentuk deskripsi semata dalam arti tidak mencari atau menerangkan saling hubungan, menguji hipotesis, membuat ramalan, atau melakukan penarikan kesimpulan.

## 2. Analisis Regresi Linear

Regresi merupakan suatu studi statistik untuk menjelaskan hubungan dua variabel atau lebih yang dinyatakan dalam bentuk persamaan. Salah satu variabel merupakan variabel dependen sedangkan semua variabel yang lain merupakan variabel independen. Variabel dependen yang biasanya dinyatakan dengan simbol  $Y$  disebut juga variabel tidak bebas karena nilainya dipengaruhi oleh nilai variabel-variabel yang lain. Variabel independen yang biasanya dinyatakan dengan simbol  $X$ , atau  $X_1, X_2, \dots, X_n$ , disebut juga variabel prediktor, yaitu variabel bebas karena nilainya tidak dipengaruhi oleh nilai variabel-variabel yang lain (Dewanti, 2014).

Regresi linear adalah bentuk hubungan antara variabel dependen dan variabel independen yang masing-masing berpangkat satu. Analisis regresi linier digunakan untuk peramalan, dimana dalam model terdapat variabel bebas  $X$  dan variabel bebas  $Y$ . Regresi linier itu menentukan satu persamaan dan garis yang menunjukkan hubungan antara variabel bebas dan variabel tak bebas yang merupakan persamaan penduga yang berguna untuk menaksir/meramalkan variabel tak bebas. Untuk mempelajari hubungan-hubungan antara variabel bebas, analisis ini terdiri dari dua bentuk, yaitu analisis regresi sederhana (*Simple Analisis Regresi*) dan analisis regresi berganda (*Multiple Analisis Regresi*).

Regresi sederhana merupakan suatu prosedur untuk mendapatkan hubungan matematis dalam berbentuk suatu persamaan antara variabel tak bebas tunggal dengan variabel bebas tunggal. Regresi linier sederhana analisis

hanya ada satu peubah bebas X yang dihubungkan dengan satu peubah tak bebas Y. Sedangkan regresi linier berganda adalah analisis regresi yang menjelaskan hubungan antara peubah respon (*variable dependent*) dengan faktor-faktor yang mempengaruhi lebih dari satu prediktor (*variable independent*). Tujuan analisis regresi linier berganda adalah untuk mengukur intensitas hubungan antara dua variabel atau lebih dan memuat prediksi/perkiraan nilai Y atas nilai X.

## J. Jurnal Penelitian Terdahulu

Penelitian ini dilakukan tidak lepas dari hasil penelitian-penelitian terdahulu yang pernah dilakukan sebagai bahan pertimbangan dan acuan. Adapun hasil-hasil penelitian yang dijadikan perbandingan tidak lepas dari topik-topik penelitian yaitu mengenai *horizontal roughing filter*. Berikut merupakan beberapa acuan jurnal penelitian terdahulu dapat dilihat pada Tabel 7 dibawah ini.

**Tabel 7.** Jurnal Terdahulu yang Relevan dengan Penelitian

No.	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
1.	Martin Wegelin	<i>Surface Water Treatment By Roughing Filters</i>	Pengolahan air permukaan umumnya membutuhkan setidaknya dua langkah pengolahan. Langkah pertama pre-treatment, berfokus pada penghilangan padatan. Pre-filtrasi dengan filter seadanya adalah proses yang sederhana dan efisien untuk pemisahan bahan padat. Namun, roughing filter juga berkontribusi pada peningkatan kualitas air secara bakteriologis. Tahap kedua, umumnya dianggap sebagai perlakuan utama, diterapkan terutama untuk menghancurkan mikroorganisme yang tersisa dengan penyaringan pasir lambat dan klorinasi.

2.	Nkwonta, Olufayo, Ochieng, Adeyemo, Otieno	<i>Turbidity Removal: Gravel and Charcoal As Roughing Filtration Media</i>	Perbandingan antara media kerikil dan media arang yang di masukan kedalam reaktor yang terdiri dari 3 kompartemen. Dari hasil yang di dapat bahwa arang memiliki kinerja yang sedikit lebih baik dari kerikil.
3.	Adillah Silviani	Studi Penurunan Kekeruhan dan Total Suspended Solid (TSS) dengan Menggunakan <i>Horizontal Roughing Filter</i>	Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh variasi kecepatan filtrasi dan jenis media pada proses <i>Horizontal Roughing Filter</i> terhadap penyisihan kekeruhan dan TSS. Variasi kecepatan filtrasi yang digunakan adalah 0,3 dan 0,5 m/jam. Variasi jenis media yang digunakan adalah media zeolit dan media kerikil. Hasil dari penelitian menunjukkan dengan kecepatan filtrasi 0,3 m/jam menggunakan media zeolit memiliki rata-rata efisiensi kekeruhan dan TSS tertinggi yaitu sebesar 84,4% dan 88,8 %.
4.	Aloysius Oktavius Sari	Efektifitas Pengolahan Air dengan Menggunakan Reaktor Roughing Filter Aliran Horizontal dalam Menurunkan Kekeruhan dan Kesadahan Air Sungai Brantas	Hasil penelitian menunjukkan bahwa roughing filter aliran horizontal dapat menurunkan konsentrasi kekeruhan tertinggi pada variasi ketinggian media dengan perbandingan media zeolit 40cm: batu apung 40cm: arang aktif 20cm, pada waktu 8 hari dengan nilai persentase 91,73%. Untuk penurunan konsentrasi kesadahan paling tinggi diperoleh pada variasi ketinggian media cangkang kerang 40cm: batu apung 40cm: arang aktif 20cm, pada waktu operasional 8 hari dengan nilai persentase 74,42%.

5.	Edhi Sarwono, Musfik Harits, Budi Nining Widarti	Penurunan Kadar TSS, BOD <sub>5</sub> dan Total Coliform Menggunakan <i>Horizontal Roughing Filter</i>	Efisiensi penyisihan parameter TSS, BOD dan Total Coliform dari ketiga variasi media (batu kerikil, batu bata, dan pipa pvc ½) yang digunakan, yaitu untuk parameter TSS dan Total Colifom penurunan terbesar terjadi pada media pipa yaitu sebesar 93,32% dan 73,47%, untuk parameter BOD penurunan terbesar terjadi pada media batu kerikil yaitu sebesar 47,86 %
6.	Heni Widyaningrum, Yayok Suryo Purnomo	Penurunan BOD, COD, dan MLSS Pada Air Limbah Tahu Menggunakan Fakultatif Anaerobik <i>Horizontal Roughing Filter</i>	Diperoleh hasil penelitian jenis media roughing yang paling efektif untuk penurunan BOD, COD, dan MLSS pada proses pengolahan ini adalah media kerikil, dengan dengan debit yang paling kecil (22,5 ml/menit), dan waktu sampling terlama (48 jam) akan membuat kontak antara air limbah dengan biofilm mikrobiologis akan semakin lama, sehingga proses pendegradasian semakin maksimal.