

**PENGARUH JENIS MEDIA *TRICKLING FILTER*
TERHADAP PENGOLAHAN AIR
LIMBAH USAHA MIKRO KECIL DAN MENENGAH**

TUGAS AKHIR

**Disusun Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik (S.T)**

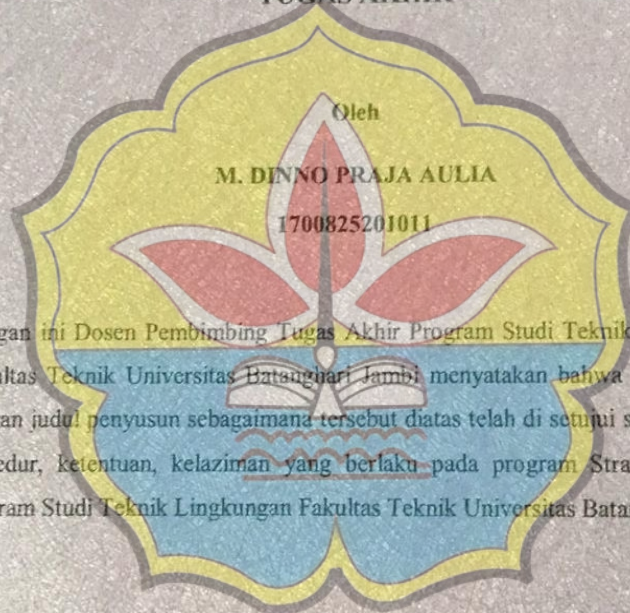


**PROGAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BATANGHARI
JAMBI
2022**

HALAMAN PERSETUJUAN

**PENGARUH JENIS MEDIA *TRICKLING FILTER*
TERHADAP PENGOLAHAN AIR
LIMBAH USAHA MIKRO KECIL DAN MENENGAH**

TUGAS AKHIR



Oleh

M. DINNO PRAJA AULIA

1700825201011

Dengan ini Dosen Pembimbing Tugas Akhir Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Batanghari Jambi menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul penyusun sebagaimana tersebut diatas telah di setujui sesuai dengan prosedur, ketentuan, kelaziman yang berlaku pada program Strata Satu (S1) Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Batanghari Jambi.

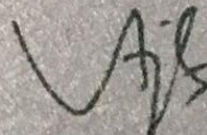
Jambi, 31 Oktober 2022

Pembimbing I

Pembimbing II



Monik Kasman, S.T.M.Eng.Sc
NIDN. 0003088001



Anggrika Rivanti, S.T.M.Si
NIDN. 1010028704

HALAMAN PENGESAHAN
PENGARUH JENIS MEDIA *TRICKLING FILTER*
TERHADAP PENGOLAHAN AIR
LIMBAH USAHA MIKRO KECIL DAN MENENGAH

Tugas Akhir Ini Telah Dipertahankan Pada Sidang Tugas Akhir Komprehensif Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Batanghari.

Nama : M. Dinno Praja Aulia
NPM : 1700825201011
Hari/ Tanggal : Senin/31 Oktober 2022
Tempat : Ruang Sidang Fakultas Teknik

TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

Ketua:

1. Marhadi, S.T., M.Si. ()
NIDN. 1008038002

Anggota:

2. Monik Kasman, S.T., M.Eng. Sc. ()
NIDN. 0005088001

3. Anggrika Riyanti, S.T., M.Si. ()
NIDN. 1010028704

4. Drs. G.M Saragih, M.Si. ()
NIDN. 001126110

5. Hadrah, S.T., M.T. ()
NIDN. 1020088802

Disahkan Oleh

Dekan Fakultas Teknik

Dr. Ir. H. Fakhru Rozi Yamali, ME
NIDN. 1015126501

Ketua Program Studi Teknik Lingkungan

Marhadi, S.T. M.Si
NIDN. 1008038002

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN



Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : M. Dinno Praja Aulia

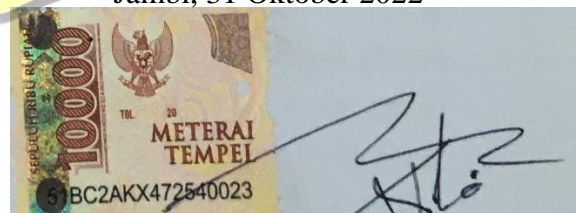
NPM : 1700825201011

Judul : Pengaruh Jenis Media *Trickling Filter* Terhadap Pengolahan Air Limbah Usaha Mikro Kecil Dan Menengah

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/ *plagiat*. Apabila ditemukan penjiplakan/ *plagiat* dalam Laporan Tugas Akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Batanghari sesuai aturan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Jambi, 31 Oktober 2022



M. Dinno Praja Aulia

ABSTRAK

PENGARUH JENIS MEDIA *TRICKLING FILTER* TERHADAP PENGOLAHAN AIR LIMBAH USAHA MIKRO KECIL DAN MENENGAH

M. Dinno Praja Aulia; Dibimbing Oleh Monik Kasman, S.T, M.Eng,Sc dan Anggirika Riyanti, S.T, M.Si

ABSTRAK

Kota Jambi merupakan kota di Provinsi Jambi terdapat kegiatan industri kecil dan menengah berjumlah 47.813 buah pada Tahun 2021. Sebagian UMKM makanan di Kota Jambi memproduksi kue, pempek, tekwan, tempoyak dan snack khas Jambi lainnya yang memberi keuntungan secara ekonomis. Berdasarkan eksperimen yang dilakukan, peneliti mencoba membuat pengolahan air limbah UMKM makanan dengan metode *trickling filter* menggunakan media berupa *bioball*, *bioring*, dan batu Apung. Metode ini diharapkan dapat mereduksi zat pencemar pertumbuhan lekat khususnya, BOD (*Biochemical Oxygen Demand*), COD (*Chemical Oxygen Demand*), TSS (*Total Suspended Solid*) dan pH. Pengolahan air limbah UMKM makanan menggunakan *trickling filter* dengan media *bioball*, *bioring* dan batu apung sangat efektif dalam menurunkan parameter BOD dengan rata-rata efisiensi penurunan 94,35%, 93,12%, 93,1%. Sedangkan COD mampu menurunkan rata-rata efisiensi sebesar 85,85%, 83,87%, 84,4%. kemudian TSS mampu menurunkan rata-rata efisiensi sebesar 97,82%, 97,92%, 98,25% dan pH dapat mencapai hasil yang baik dengan nilai pH yaitu 7.62, 7.43, 7.65. Penyisihan paling efektif untuk parameter BOD dan COD adalah *bioball* karena sebagai tempat hidup bakteri - bakteri yang diperlukan untuk menjaga kualitas untuk air limbah dengan beban BOD dan COD yang cukup besar dan dapat menghilangkan padatan tersuspend. Sementara penyisihan paling efektif pada TSS adalah batu apung karena mampu menyerap kotoran mikro yang berbeda pada molekul air dengan menggunakan sistem gravitasi yang cepat lalu di gunakan bersamaan dengan material lain.

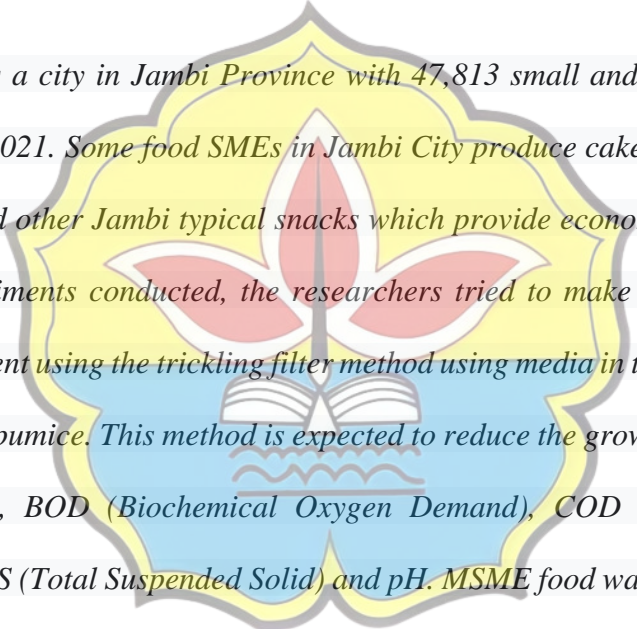
Kata Kunci: *Trickling Filter*, Air Limbah UMKM Makanan, pH, BOD, COD, TSS

ABSTRACT

THE INFLUENCE OF TRICKLING FILTER MEDIA TYPES ON WASTEWATER TREATMENT OF MICRO SMALL AND MEDIUM ENTERPRISES

M. Dinno Praja Aulia; Supervised By Monik Kasman, S.T, M.Eng,Sc and Anggirika Riyanti, S.T, M.Si

ABSTRACT



Jambi City is a city in Jambi Province with 47,813 small and medium industrial activities in 2021. Some food SMEs in Jambi City produce cakes, pempek, tekwan, tempoyak and other Jambi typical snacks which provide economic benefits. Based on the experiments conducted, the researchers tried to make MSME food waste water treatment using the trickling filter method using media in the form of bioballs, bioring, and pumice. This method is expected to reduce the growth of contaminants in particular, BOD (Biochemical Oxygen Demand), COD (Chemical Oxygen Demand), TSS (Total Suspended Solid) and pH. MSME food waste water treatment using trickling filters with bioball, bioring and pumice media is very effective in reducing BOD parameters with an average reduction efficiency of 94.35%, 93.12%, 93.1%. While COD is able to reduce the average efficiency of 85.85%, 83.87%, 84.4%. then TSS is able to reduce the average efficiency of 97.82%, 97.92%, 98.25% and the pH can achieve good results with pH values of 7.62, 7.43, 7.65. The most effective allowance for BOD and COD parameters is bioballs because they serve as a place for bacteria to live which are needed to maintain quality for wastewater with a large enough load of BOD and COD and can remove

suspended solids. While the most effective removal of TSS is pumice because it is able to absorb different micro impurities in water molecules using a fast gravity system and then used together with other materials.

Keywords: *Trickling Filter, Wastewater Food Wastewater, pH, BOD, COD, TSS.*



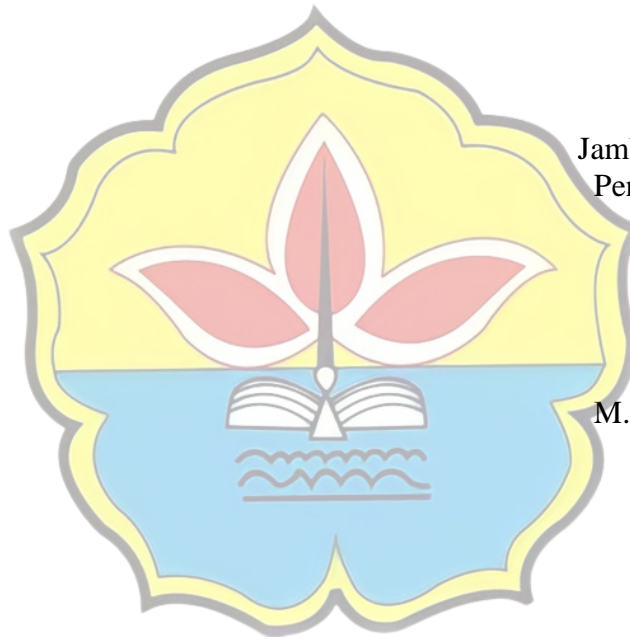
PRAKATA

Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir yang berjudul **“Pengaruh Jenis Media *Trickling Filter* Terhadap Pengolahan Air Limbah Usaha Mikro Kecil Dan Menengah”**. Tugas Akhir ini merupakan salah satu persyaratan untuk menyelesaikan jenjang Strata-1 pada Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Universitas Batanghari Jambi.

Penulis menyadari dalam penyusunan laporan tugas akhir ini tidak akan selesai tanpa bantuan, doa dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala hormat penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada ;

1. Dr. Ir. H. Fakhrol Rozi Yamali, M.E. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Batanghari Jambi,
2. Bapak Marhadi, S.T, M.Si. selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan
3. Ibu Monik Kasman, S.T, M.Eng,Sc. selaku Dosen Pembimbing I.
4. Ibu Anggirika Riyanti, S.T, M.Si. selaku Dosen pembimbing II.
5. Seluruh Dosen Fakultas Teknik Universitas Batanghari Jambi yang telah memberikan ilmunya.
6. Kedua orang tua yang telah memberikan doa serta dukungannya baik moril maupun materil.
7. Kedua Saudari dan Kedua Ipar saya yang telah banyak memberikan dukungan serta motivasi dalam melaksanakan tugas akhir.

8. Terima kasih kepada teman-teman yang telah banyak membantu. Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan dan banyak terdapat kekurangan. Oleh sebab itu, penulis mengharapkan kritik dan saran dari berbagai pihak. Semoga Tugas Akhir yang telah disusun oleh penulis ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak. Tidak lupa penulis meminta maaf jika ada tutur kata, tulisan, dan perbuatan yang kurang berkenan. Terima kasih.



Jambi, 31 Oktober 2022
Penulis

M. Dinno Praja Aulia

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama: M. Dinno Praja Aulia

NPM: 1700825201011

Judul: Pengaruh Jenis Media *Trickling Filter* Terhadap Pengolahan Air Limbah Usaha Mikro Kecil Dan Menengah

Memberi izin kepada pembimbing dan Universitas Batanghari untuk mempublikasi hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasi karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan pembimbing sebagai penulis korespondensi (*Corresponding Author*).

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan dari siapapun.

Jambi, 31 Oktober 2022

Penulis

M. Dinno Praja Aulia

DAFTAR ISI

	Halaman
COVER	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
ABSTRAK.....	v
PRAKATA	vii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	4
1.3. Tujuan Penelitian.....	4
1.4. Batasan Masalah.....	5
1.5. Sistematika Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Air Limbah	7
2.2 Sumber Air Limbah.....	7
2.3 Karakteristik Air Limbah	8
2.4 Dampak Air Limbah.....	8
2.5 Pengolahan Air Limbah.....	11
2.5.1 Pengolahan Secara Fisik.....	13
2.5.2 Pengolahan Secara Kimia.....	13
2.5.3 Pengolahan Secara Biologi.....	14
2.6 Baku Mutu	15
2.7 <i>Trickling Filter</i>	16

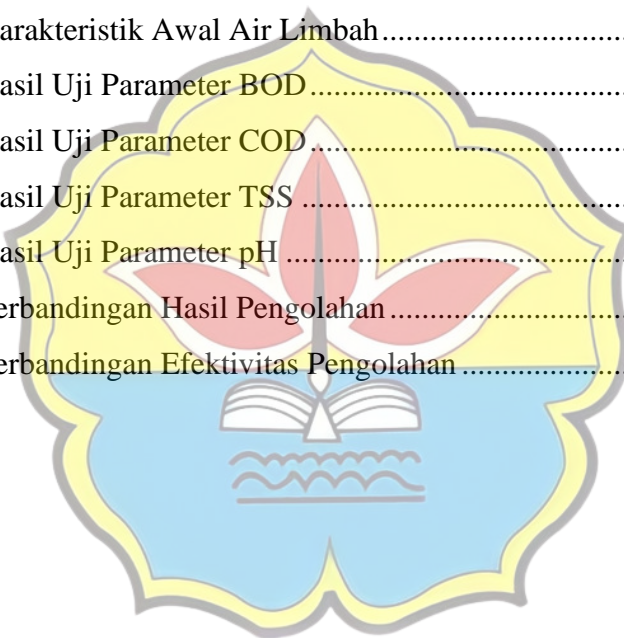
2.7.1 Definisi	16
2.7.2 Tahapan Kerja <i>Trickling Filter</i>	17
2.7.3 Pengaruh Kinerja <i>Trickling Filter</i>	18
2.7.4 Prinsip Kerja	20
2.7.5 Kelebihan Dan Kekurangan <i>Trickling Filter</i>	21
2.7.6 Prinsip <i>Trickling Filter</i>	21
2.7.7 Jenis <i>Trickling Filter</i>	22
2.7.8 Kriteria Desain <i>Trickling Filter</i>	23
2.8 Media Filter	24
2.9 Penelitian Terdahulu.....	29
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	31
3.1 Jenis Penelitian	31
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	31
3.3 Alur Penelitian.....	32
3.4 Teknik Pengumpulan Data	33
3.5 Persiapan Eksperimen	33
3.6 Eksperimen.....	34
3.7 Variabel Penelitian	36
3.7.1 Variabel Bebas.....	36
3.7.2 Variabel Terikat.....	37
3.8 Konsep Desain.....	37
3.9 Layout.....	39
3.6 Analisis Dan Pembahasan	41
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	43
4.1 Uji Awal Parameter Air Limbah	43
4.2 Proses <i>Seeding</i> Pada <i>Trickling Filter</i>	44
4.3 Proses Aklimatisasi Pada <i>Trickling Filter</i>	45
4.4 Proses <i>Running</i> Pada <i>Trickling Filter</i>	46
4.5 Efektivitas Pengolahan Air Limbah UMKM Makanan	46
4.5.1 Pengaruh Media Terhadap Penurunan BOD	46
4.5.2 Pengaruh Media Terhadap Penurunan COD	50

4.5.3 Pengaruh Media Terhadap Penurunan TSS.....	53
4.5.4 Pengaruh Media Terhadap Penurunan pH.....	56
4.6 Pengaruh Jenis Media Terhadap Efektivitas Penyisihan.....	60
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	64
5.1. Kesimpulan.....	64
5.2. Saran	65
DAFTAR PUSTAKA.....	66
LAMPIRAN	67



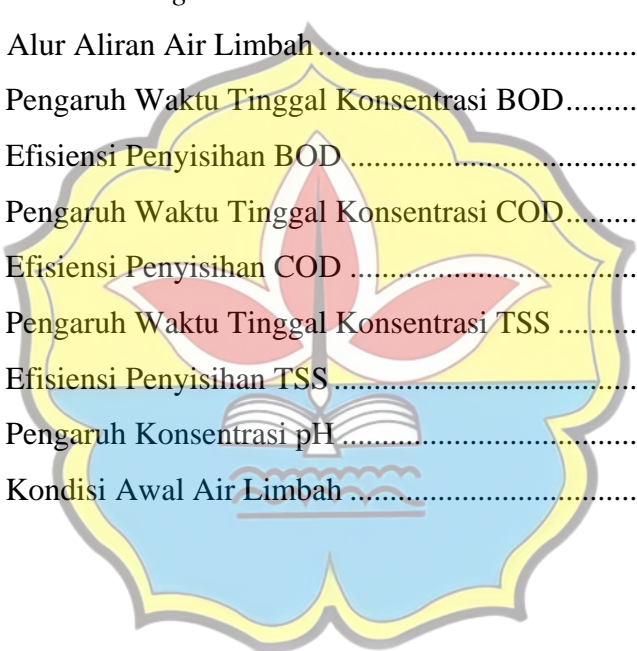
DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Sistem Pengolahan Untuk Menghasilkan Pencemar	11
Tabel 2.2 Baku Mutu Air Limbah Domestik.....	16
Tabel 2.3 Jenis <i>Trickling Filter</i>	23
Tabel 2.4 Kriteria Desain <i>Trickling Filter</i>	23
Tabel 2.5 Daftar Penelitian Terdahulu.....	29
Tabel 3.1 Variabel Penelitian	27
Tabel 3.2 Kriteria Efektivitas Penurunan Pencemar	42
Tabel 4.1 Karakteristik Awal Air Limbah.....	43
Tabel 4.2 Hasil Uji Parameter BOD.....	47
Tabel 4.3 Hasil Uji Parameter COD.....	50
Tabel 4.4 Hasil Uji Parameter TSS.....	53
Tabel 4.5 Hasil Uji Parameter pH.....	56
Tabel 4.6 Perbandingan Hasil Pengolahan.....	61
Tabel 4.5 Perbandingan Efektivitas Pengolahan.....	62



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Pasir Silika.....	24
Gambar 2.2 Karbon Aktif.....	25
Gambar 2.3 <i>Bioball</i>	27
Gambar 2.4 <i>Bioring</i>	27
Gambar 2.5 Batu Apung.....	28
Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian	32
Gambar 3.2 Unit <i>Trickling Filter</i>	30
Gambar 3.2 Alur Aliran Air Limbah.....	39
Gambar 4.1 Pengaruh Waktu Tinggal Konsentrasi BOD.....	48
Gambar 4.2 Efisiensi Penyisihan BOD	49
Gambar 4.3 Pengaruh Waktu Tinggal Konsentrasi COD.....	51
Gambar 4.4 Efisiensi Penyisihan COD	52
Gambar 4.5 Pengaruh Waktu Tinggal Konsentrasi TSS	54
Gambar 4.6 Efisiensi Penyisihan TSS.....	55
Gambar 4.7 Pengaruh Konsentrasi pH.....	57
Gambar 4.8 Kondisi Awal Air Limbah	60



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Dokumentasi	68
Tabel Eksperimen	72
Jadwal Eksperimen	74
Hasil Uji Sampel.....	75
Lembar Asistensi	79



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Menurut Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2008, UMKM adalah badan usaha produktif milik perorangan memenuhi kriteria usaha yang berdiri sendiri bukan merupakan anak perusahaan yang dimiliki, dikuasai, atau menjadi bagian langsung maupun tidak langsung dengan usaha kecil dengan jumlah kekayaan bersih atau hasil penjualan tahunan. Usaha akomodasi dan penyediaan makanan maupun minuman mencakup jenis usaha rumah makan, pusat penjualan makanan dan untuk kebutuhan logistik misalnya pengadaan makanan atau *snack* untuk dipasarkan dari hasil produksi tersebut.

Kota Jambi merupakan kota di Provinsi Jambi terdapat kegiatan industri kecil dan menengah berjumlah 47.813 buah pada Tahun 2021. Kegiatan usaha pada sektor ini berkembang pesat pada Tahun 2021. Industri UMKM makanan di Kota Jambi mengalami peningkatan sebesar 3,19 persen, pada angka pertumbuhan nasional mengalami peningkatan sebesar 3,42 persen (BPS Kota Jambi, 2021).

Sebagian UMKM makanan di Kota Jambi memproduksi kue, pempek, tekwan, tempoyak dan *snack* khas Jambi lainnya yang memberi keuntungan secara ekonomis. Aktivitas usaha kegiatan UMKM makanan memproduksi berbagai macam makanan juga akan menghasilkan limbah. Limbah pada UMKM di hasilkan dari produksi makanan antara lain limbah hasil pembuatan pempek, tempoyak, kerupuk ikan dan kerupuk udang, dan keripik. Sebagian besar UMKM di Kota Jambi belum memiliki pengolahan limbah sehingga dapat mengganggu badan air

pembuangan. Untuk mencegah terjadinya pencemaran terhadap lingkungan oleh berbagai aktivitas industri dan aktivitas manusia, maka diperlukan pengendalian pencemaran lingkungan dengan menetapkan baku mutu lingkungan (Novembrianto, 2021).

Berdasarkan karakter air limbah UMKM makanan diatur dalam Per Men LHK No 68 tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik. Karakteristik limbah domestik mengandung bahan pencemar antara lain pH, BOD, COD, TSS, Minyak dan Lemak, Amoniak, *Total Coliform* dan Debit. Air limbah domestik mempunyai karakteristik sesuai dengan sumbernya, karakteristik air limbah juga di golongan pada karakteristik fisik, kimia dan biologi sehingga tergantung pada sumber air limbah tersebut. Selain dapat merusak lingkungan bagian yang paling berbahaya dari limbah domestik dan menularkan beragam penyakit apabila masuk ke tubuh manusia (Metcalf dan Eddy, 2003).

Trickling Filter merupakan proses pengolahan dengan cara menyebarkan air limbah ke dalam suatu tumpukan yang terdiri dari bahan batu pecah (terikil), bahan keramik, sisa tanur (*slag*), medium dari bahan plastik atau lainnya. Dengan cara demikian maka pada permukaan medium akan tumbuh lapisan biologis (*biofilm*) seperti lendir, dan lapisan biologis tersebut akan menguraikan senyawa polutan yang ada di dalam air limbah. Proses pengolahan air limbah dengan sistem *trickling filter* pada dasarnya hampir sama dengan sistem lumpur aktif, dimana mikroorganisme berkembang biak dan menempel pada permukaan media penyangga (Sholichin, 2012).

Beberapa penelitian tentang metode pengolahan air limbah menggunakan metode *trickling filter* dilakukan diantaranya penelitian Agustina, dkk (2016) pengaruh *biofilm* terhadap efektivitas dari limbah pengolahan ikan menggunakan *trickling filter* dapat menurunkan menurunkan BOD sebesar 87,50%, COD sebesar 59,57%, TSS sebesar 91,85% serta minyak dan lemak sebesar 88,56%. Sementara itu penelitian yang dilakukan Rizkiyanti dan Alfiah (2018) tentang kinerja *trickling filter* untuk mengolah limbah catering menghasilkan penurunan sebesar 82,1% untuk BOD5 dan 89,8% untuk COD.

Menurut Suriawiria (2013), kondisi media *trickling filter* adalah harus kuat, keras, tahan tekanan, tahan lama, tidak mudah berubah dan mempunyai luas permukaan volume tinggi. Dari penelitian ini media filter yang baik dalam penurunan parameter pada pengolahan *trickling filter* adalah *bioball* karena dapat memberikan tempat hidup pada bakteri agar kualitas air pada pengolahan dapat terjaga

Beberapa media filter yang digunakan antara lain *bioball*, *bioring* dan batu apung. Media *bioball* mempunyai keunggulan antara lain mempunyai luas spesifik yang cukup besar, pemasangannya mudah (random), sehingga untuk paket instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) kecil sangat sesuai. Keunggulan dari media *bioball* yaitu karena ringan, mudah dicuci ulang, dan memiliki luas permukaan spesifik yang paling besar di bandingkan dengan jenis media biofilter lainnya, *bioball* ini berfungsi sebagai tempat hidup bakteri – bakteri yang diperlukan untuk menjaga kualitas air (Said, 2005).

Kinerja biofilter aerob menggunakan media *bioring* untuk mengolah air limbah domestik semakin lama waktu kontak antara air limbah dengan mikroorganisme yang melekat pada media maka efisiensi penyisihan akan semakin besar (Dayanti dan Herlina, 2018)

Batu apung (*pumice*) adalah jenis batuan yang berasal dari lelehan magma pada lereng gunung api yang kaya akan silika, berwarna abu-abu terang hingga keputihan, mempunyai struktur yang berpori, dan ringan. Batu apung mengandung kapiler-kapiler halus sehingga dapat dijadikan absorben karena dapat mengadsorpsi pada kapilernya. Penggunaan batu apung telah berhasil dilakukan oleh Nurmaliakasih dkk.

Berdasarkan eksperimen yang dilakukan, peneliti mencoba membuat pengolahan air limbah UMKM makanan dengan metode *trickling filter* menggunakan media berupa *bioball*, *bioring*, dan batu Apung. Metode ini diharapkan dapat mereduksi zat pencemar pertumbuhan lekat khususnya, BOD, COD, TSS dan pH.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana pengaruh media filter pada pengolahan *trickling filter* dalam mengolah pencemar dari air limbah UMKM makanan.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh media filter pada pengolahan *trickling filter* dalam mengolah air limbah UMKM makanan.

1.4 Batasan Masalah

Adapun Batasan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Sampel air limbah yang diambil dari UMKM makanan Gerai Amanah yang berada di Kota Jambi.
2. Media *trickling filter* yang digunakan adalah *bioball*, *bioring*, dan batu apung.
3. Parameter air limbah yang diuji adalah *Biological Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan *Total Suspended Solid* (TSS) dan Derajat Keasaman (pH).
4. Pengambilan sampel *trickling filter* di ambil pada hari ke 21, 23, 25 dan hari ke 27 setelah proses *seeding* dan aklimatisasi.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam penelitian ini dibagi menjadi 5 (lima) bab. Berikut penjelasan dari pembahasan masing-masing bab.

BAB I PENDAHULUAN

Pendahuluan berisikan latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian, serta sistematika penulisan dalam penelitian ini.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Merupakan dasar teori yang diambil dari beberapa literatur studi kepustakaan yang menjadi acuan dan digunakan dalam penulisan penelitian ini.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Uraian metodologi penyelesaian masalah berupa jenis penelitian, rancangan penelitian, teknik pengumpulan data dan analisis data, pembahasan dan penyimpulan hasil penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi pembahasan mengenai proses dan hasil penelitian, perhitungan dan pengolahan data.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dan saran dari hasil penelitian.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Air Limbah

Air limbah adalah sisa dari suatu usaha dan atau kegiatan yang berwujud cair, pada umumnya, air limbah atau limbah cair memiliki kuantitas yang lebih besar dibandingkan limbah jenis lainnya, memiliki tipikal kandungan polutan yang lebih beragam, antara lain minyak, alkohol, fenol, pewarna sintetis, dan logam berat. Pada kualitas air layak pakai yang diharapkan biasanya memiliki karakteristik yang bervariasi dan disesuaikan dengan peruntukannya, antara lain untuk keperluan air minum, air irigasi, atau air proses yang dimanfaatkan untuk kebutuhan proses industri tertentu (Martini dkk, 2020).

2.2 Sumber Air Limbah

Sumber air limbah dikelompokkan menjadi 3 kategori (Metcalf and Eddy, 2003 dan Husni, 2012):

1. Limbah Domestik

Menurut Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup nomor 68 tahun 2016, air limbah domestik adalah limbah cair yang berasal dari usaha dan atau kegiatan pemukiman, rumah makan, perkantoran, perniagaan, apartemen, asrama. Umumnya air limbah domestik mengandung kotoran, urine dan surfaktan yang merupakan kandungan detergen, bakteri dan virus.

2. Limbah Industri

Limbah industri adalah air limbah yang dihasilkan oleh proses industri, baik proses produksi maupun proses industri lainnya. Limbah non domestik adalah

limbah yang berasal dari pabrik, industri, pertanian, peternakan, perikanan, transportasi, dan sumber-sumber lain.

3. Infiltrasi

Infiltrasi adalah masuknya air tanah ke dalam saluran air buangan melalui kebocoran sambungan pipa, kebocoran pipa atau dinding *manhole*. Sedangkan *inflow* adalah masuknya aliran air permukaan melalui tutup *manhole*, atap, area drainase, *cross connection* saluran air hujan maupun air buangan. Jumlah infiltrasi dan *inflow* yang masuk ke saluran air buangan tergantung pada panjang saluran, umur saluran, konstruksi material, jarak muka air tanah terhadap saluran, tipe tanah, penutup tanah dan kondisi topografi.

2.3 Karakteristik Air Limbah

Menurut Siregar (2005) air limbah memiliki karakteristik yang dapat menentukan unit proses yang dibutuhkan, karakteristik air limbah meliputi sifat fisika, kimia, dan biologi. Oleh karena itu untuk mengetahui karakteristik dari limbah umkm sangat penting untuk menentukan unit proses yang akan dilakukan pengolahan.

Adapun beberapa karakter limbah cair berupa fisik, kimia, biologi adalah sebagai berikut :

1. Karakter fisik

Karakteristik fisik dengan parameter yang penting antara lain :

a. Total zat padat (*Total Solid*)

Total zat padat menurut ukurannya dapat di kelompokkan atas *suspended solid* dan *filterable solid*. *Suspended solid* adalah padatan dapat ditahan dengan

diameter minimum 1 mikron (1μ). Bagian dari *suspended solid* yang mengendap dalam *Inhoff cone* disebut settleable solid yang merupakan taksiran volume lumpur yang dapat dihilangkan melalui proses sedimentasi. Sedangkan *Filterable solid* digolongkan atas *colloidal solid* dan *dissolved solid*, *colloidal solid* tergolong dalam partikel yang berukuran antara 1 milimikron ($1m\mu$) hingga 1μ . Sedangkan *dissolved solid* terdiri dari molekul dan ion organik maupun anorganik yang terkandung dalam air.

b. Total Padatan Terlarut (*Total Dissolved Solids*)

Total Dissolved Solids (TDS) merupakan jumlah dari padatan terlarut yang terdiri garam anorganik (terutama kalsium, magnesium, potassium, sodium, bicarbonates, chlorides dan sulfates) dan sebagian kecil jumlah organik lain yang larut dalam air.

c. TSS (*Total Suspended Solids*)

Total Suspended Solids adalah hasil dari penyaringan padatan terlarut, yang biasanya merupakan partikel koloid, yang pengendapannya dilakukan dengan gravitasi.

d. Bau

Bau limbah cair tergantung dari sumbernya, bau dapat disebabkan oleh bahan-bahan kimia, ganggang, plankton atau tumbuhan dan hewan air baik yang hidup maupun yang mati.

e. Temperatur

Air limbah mempunyai temperatur lebih tinggi dari pada asalnya. Tingginya temperatur disebabkan oleh pengaruh cuaca, pengaruh kimia dalam limbah cair dan kondisi bahan yang dibuang ke dalam saluran limbah.

f. Warna

Warna limbah cair menunjukkan kesegaran limbah tersebut, bila warna berubah menjadi hitam maka hal itu menunjukkan telah terjadi pencemaran.

2. Karakter kimia

Karakter kimia dapat dilihat dari senyawa organik dan anorganik yang ada pada limbah cair tersebut. Senyawa organik adalah karbon yang dikombinasikan dengan satu atau lebih dari elemen elemen unsur lainnya seperti O, N, P, H. Kandungan organik terdiri dari parameter BOD (*Biological Oxygen Demand*), COD (*Chemical Oxygen Demand*). Sedangkan kandungan anorganik terdiri dari DO (*Dissolve Oxygen*), pH, dan NH_3 (*Ammonia*).

3. Karakter biologi

Keberadaan bakteri pada limbah cair merupakan kunci efisiensi dalam proses biologis. Mikroorganisme ditemukan dalam jenis yang bervariasi hampir semua dalam bentuk air limbah dengan konsentrasi 10⁵-10⁸ organisme/ml.

2.4 Dampak Air Limbah

Menurut Said, NI, (1999), ditinjau dari segi kesehatan, secara umum bahaya atau resiko kesehatan yang berhubungan dengan pencemaran air dapat diklasifikasikan menjadi dua, yakni bahaya langsung dan bahaya tidak langsung. Bahaya langsung terhadap kesehatan masyarakat dapat terjadi akibat

mengonsumsi air yang tercemar atau air dengan kualitas yang buruk, baik secara langsung diminum, melalui makanan, bahkan melalui kegiatan sehari-hari, misalnya mencuci peralatan makan, mandi atau rekreasi. Sedangkan bahaya tidak langsung dapat terjadi misalnya akibat mengonsumsi hasil perikanan dimana produk-produk tersebut dapat mengakumulasi zat-zat polutan berbahaya.

2.5 Pengolahan Air Limbah

Pada prinsipnya metode proses pengolahan limbah dapat diklasifikasikan dalam 3 jenis proses, yaitu proses fisika, proses kimia, dan proses biologi. Seringkali ketiga proses ini dikombinasikan, namun umumnya dapat juga proses ini dianggap terpisah. Penerapan masing-masing jenis pengolahan limbah, tergantung pada kualitas air baku dan kondisi fasilitas yang tersedia. Jika air limbah yang tidak diolah dibiarkan terakumulasi, maka dekomposisi material organik yang terdapat dalam air limbah dapat menimbulkan gas yang berbau busuk. Selain itu juga mengandung mikroorganisme penyebab penyakit (*Metcalf & Eddy, 2003*). Berikut adalah kontaminan yang umum ditemukan dalam air limbah serta sistem pengolahan yang sesuai untuk menghilangkannya.

Tabel 2.1 Sistem pengolahan untuk menghilangkan bahan pencemar dalam air limbah :

Kontaminan	Sistem Pengolahan	Klasifikasi
Padatan tersuspensi	<i>Screening</i> dan <i>communiton</i>	Fisika
	Sedimentasi	Fisika
	Flotasi	Fisika
	Filtrasi	Fisika
	Koagulasi/sedimentasi	Kimia/ Fisika

Tabel 2.1 Sistem pengolahan untuk menghilangkan bahan pencemar dalam air limbah
(lanjutan)

	Land treatment	
<i>Biodegradable organic</i>	Lumpur aktif	Biologi
	Trickling filter	Biologi
	<i>Rotating biological contractors</i>	Biologi
	<i>Aerated lagoon</i> (kolam aerasi)	Biologi
	Saringan pasir	Biologi/ Fisika
	<i>Land treatment</i>	Biologi/ Kimia/ Fisika
<i>Pathogens</i>	Klorinasi	Kimia
	Ozonisasi	Kimia
	<i>Land treatment</i>	Fisika
Nitrogen	<i>Suspended-growth nitrification and denitrification</i>	Biologi
	<i>Fixed-film nitrification and denitrification</i>	Biologi
	<i>Ammonia stripping</i>	Kimia/ Fisika
	<i>Ion exchange</i>	Kimia
	<i>Breakpoint klorinasi</i>	Kimia
	<i>Land treatment</i>	Biologi/ Kimia/ Fisika
	<i>Phospor</i>	Koagulasi garam logam /sedimentasi
Koagulasi kapur /sedimentasi		Kimia/ Fisika
<i>Biological/chemical phosphorus removal</i>		Biologi/ Kimia
<i>Land treatment</i>		Kimia/ Fisika
<i>Refractory organiks</i>	Adsorpsi karbon	Fisika
	<i>Tertiary ozonation</i>	Kimia
	<i>Sistem land treatment</i>	Fisika
Logam berat	Pengendapan kimia	Kimia
	<i>Ion exchange</i>	Kimia
	<i>Land treatment</i>	Fisika
Padatan terlarut inorganik	<i>Ion exchange</i>	Kimia
	<i>Reverse osmosis</i>	Fisika
	Elektrodialisis	Kimia

Sumber: Metcalf & Eddy, 2003

2.5.1 Pengolahan Secara Fisik

Tujuan pengolahan fisik adalah meminimalkan variasi konsentrasi dan laju alir dari limbah cair dan menurunkan material fisik seperti *suspended solid* dan bahan organik lainnya (Laksono, 2012). Pengolahan limbah cair yang digolongkan sebagai pengolahan fisik antara lain yaitu:

1. *Screening*

Screening adalah pengolahan limbah cair tahap pertama yang bertujuan untuk memisahkan sampah kasar yaitu potongan-potongan kayu, plastik, kain dan sebagainya. *Screening* adalah batangan-batangan besi yang berbentuk lurus atau melengkung dan dipasang dengan kemiringan 75-90° terhadap horizontal. Jenis-jenis *screening* diantaranya adalah *bar-racks*, *static screens* dan *vibrating screens*.

2. Bak ekualisasi

Ekualisasi dilakukan untuk menghomogenkan variasi laju alir dan konsentrasi limbah cair dari berbagai sumber untuk mencegah terjadinya *shock loading*.

3. Sedimentasi

Sedimentasi adalah unit operasi yang berfungsi untuk mengkonsentrasikan dan menghilangkan padatan organik tersuspensi limbah cair dengan cara pengendapan. Sedimentasi ini mampu menurunkan 50-70% padatan tersuspensi dan 25-40% BOD5 (Metcalf & Eddy, 2003). Sedimentasi pada umumnya terdiri dari 3 jenis yaitu *horizontal flow*, *solids contact* dan *inclined surface* (Wulandari, 2012).

2.5.2 Pengolahan Secara Kimia

Pengolahan ini adalah metode penghilangan atau konversi senyawa-senyawa polutan dalam air limbah dengan penambahan bahan-bahan kimia atau reaksi kimia lainnya (Hasanah, 2013). Pengolahan ini biasanya dilakukan untuk partikel-partikel yang tidak mudah mengendap, logam berat, senyawa fosfor dan zat organik beracun (Purba, 2012). Contoh beberapa pengolahan secara kimia adalah netralisasi, koagulasi, flokulasi, khlorinasi dan desinfeksi (Suharto, 2011 dan Azamia, 2012).

2.5.3 Pengolahan Secara Biologis

Pengolahan sekunder ini umumnya terdiri dari proses biologi yang bertujuan untuk mengurangi bahan-bahan organik melalui mikroorganisme yang ada didalamnya dengan melakukan kontak limbah cair dengan mikroba, sehingga terjadi biodegradasi senyawa organik dalam limbah cair tanpa pencemar seperti air, karbon dioksida dan lumpur (Suharto, 2011 dan Azamia, 2012).

Pengolahan sekunder dapat dibagi berdasarkan pemanfaatan oksigen yaitu pengolahan secara aerob, pengolahan secara anaerob, pengolahan secara anoksik dan kombinasi antara pengolahan tersebut. Pengolahan secara biologis berdasarkan sistem pertumbuhannya yaitu pertumbuhan tersuspensi (*suspended growth*) dan pertumbuhan melekat (*attached growth*). Dari masing-masing pengolahan tersebut dibagi lagi atas dasar operasinya yaitu proses kontinyu dengan atau tanpa daur ulang, proses *batch* dan proses semi batch (Laksono, 2012).

1. Pengolahan Aerobik

Proses aerobik adalah proses yang ditandai dengan adanya oksigen yang terlarut atau dengan suplai oksigen. Molekul oksigen digunakan sebagai aseptor elektron untuk mengoksidasi bahan organik dan diubah menjadi energi kimia untuk mikroorganisme. Mikroorganisme yang menggunakan oksigen aseptor elektron akhir adalah mikroorganisme aerobik. Salah satu contoh proses pengolahan aerobik yaitu teknologi pengolahan lumpur aktif (*activated sludge*) (Maulinda, 2017).

2. Pengolahan Anaerobik

Pengolahan anaerobik adalah pengolahan air limbah yang memanfaatkan mikroorganisme *anaerob* yang tidak memerlukan oksigen bebas. Pengolahan anaerobik ini dijaga kestabilannya dengan mempertahankan keseimbangan antara bakteri pembentuk asam dan metan. reaktor harus bebas dari oksigen dan logam berat pada pH tertentu (Purba, 2012).

2.6 Baku Mutu

Air limbah domestik yang di buang atau dialirkan ke sungai atau badan air harus sesuai dengan baku mutu yang telah di tentukan oleh pemerintah harus sesuai dengan standar baku mutu air lindi. Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Limbah Domestik terdapat pada tabel 2.2 berikut ini :

Tabel 2.2. Baku Mutu Air Limbah Domestik

Parameter	Kadar paling tinggi
-----------	---------------------

	Nilai	Satuan
pH	6-9	-
BOD	30	mg/L
COD	100	mg/L
TSS	30	mg/L
Minyak dan lemak	5	mg/L
Amoniak	10	mg/L
Total Coliform	3000	jumlah/ 100mL
Debit	100	L/ orang/ hari

Sumber : PermenLHK Nomor P.68 / 2016

2.7 *Trickling Filter*

2.7.1 Definisi

Trickling Filter adalah proses pengolahan dengan cara menyebarkan air limbah ke dalam suatu tumpukan atau unggun media yang terdiri dari bahan batu pecah (kerikil), bahan keramik, sisa tanur (*slag*), medium dari bahan plastik atau lainnya. Dengan cara demikian maka pada permukaan medium akan tumbuh lapisan biologis (*biofilm*) seperti lendir, dan lapisan biologis tersebut akan kontak dengan air limbah dan akan menguraikan senyawa polutan yang ada di dalam air limbah. Proses pengolahan air limbah dengan sistem *Trickling Filter* ini pada dasarnya hampir sama dengan sistem lumpur aktif, dimana mikroorganisme berkembang biak dan menempel pada permukaan media penyangga (Rizkiyanti dan Alfiah, 2018).

Trickling filter terdiri dari media tetap melalui bantalan yang pra menetap atau layar mikro air limbah disaring menetes ke bawah sesuai ketinggian *trickling filter*. Karena metabolisme bakteri membutuhkan oksigen, udara perlu di pasok ke

biofilm. Air limbah mengalir ke bawah bangsal atas *biofilm* aerobik yang tipis dan substrat terlarut berdifusi ke dalam *biofilm* sementara metabolit yang lain berdifusi dari *biofilm* dalam air curah. Selama menetes, air terus mengandung kadar oksigen sedangkan karbon dioksida hilang oleh ventilasi udara (Eding et al., 2006).

2.7.2 Tahapan Kerja *Trickling Filter*

1. *Seeding*

Seeding adalah proses pertumbuhan mikroorganisme pada media yang sering disebut dengan penumbuhan *biofilm* agar pengolahan yang direncanakan berjalan dengan efektif sehingga terbentuk lapisan oleh koloni dan sel-sel mikroba yang melekat pada permukaan substrat dengan keadaan diam, berlendir dan tidak mudah lepas, proses *seeding* dalam pengolahan biologis dengan sistem *batch*, bakteri dibiarkan hidup pada media padatan pendukung sehingga membentuk lapisan tipis.

2. Aklimatisasi

aklimatisasi merupakan proses adaptasi mikroorganisme yang telah tumbuh dalam media. aklimatisasi bertujuan untuk mengadaptasikan mikroba yang sudah aktif agar dapat terbiasa sehingga dapat terjadi proses perombakan senyawa kompleks yang terkandung dalam air limbah sehingga menjadi senyawa yang lebih sederhana.

3. *Running*

Biofilm yang terbentuk akan berperan mendegradasi BOD, COD, TSS dan pH pada air limbah UMKM makanan. Pada penelitian ini proses pengolahan diawali dengan air limbah diletakkan pada bak penampung awal yang sudah di atur

debitnya. Saat limbah pertama kali menetes dari kran maka perhitungan waktu tinggal dimulai sampai limbah bak penampung akhir. Limbah yang keluar dari kran akan memercik (*Trickle*) jika mengenai *bedfilter* dan akan ditahan oleh *biofilm* yang terbentuk sehingga terjadi proses degradasi BOD, COD, TSS dan pH oleh bakteri yang terdapat dalam *biofilm*. dimana awal air limbah (reservoir), ada pula bak reaktor yang berisi media *bioball*, *bioring* dan batu apung.

2.7.3 Pengaruh Kinerja *Trickling Filter*

Trickling Filter dapat berjalan dengan baik dan diperlukan persyaratan-persyaratan sebagai berikut (Wardana, 2004) :

1. Lama waktu tinggal *Trickling Filter*

Diperlukan lama waktu tinggal yang disebut dengan masa pengkondisian atau pendewasaan agar mikroorganismenya yang tumbuh di atas permukaan media tumbuh memadai untuk terjadinya proses yang diharapkan. Waktu aerasi dirancang pada umumnya antara 3 s/d 8 hari. Lama waktu tinggal ini dimaksudkan agar mikroorganismenya dapat menguraikan bahan-bahan organik dan tumbuh di permukaan media *trickling filter* membentuk lapisan *biofilm* atau lapisan berlendir.

2. Aerasi

Agar aerasi berlangsung dengan baik, media *trickling filter* harus disusun sedemikian rupa sehingga memungkinkan masuknya udara ke dalam sistem *Trickling Filter* tersebut. Keterbatasan udara dalam hal ini adalah oksigen sangat berpengaruh terhadap proses penguraian oleh mikroorganismenya. Aerasi juga dapat

dilakukan dengan distributor berputar. Air limbah dikeluarkan di atas penyaring menetes oleh suatu distributor berputar sehingga aerasi cairan berlangsung sebelum kontak dengan media

3. Jenis media

Bahan untuk media *Trickling Filter* harus kuat, keras, tahan tekanan, tahan lama, tidak mudah berubah dan mempunyai luas permukaan per unit volume yang tinggi. Bahan yang biasa digunakan adalah kerikil, batu kali, antrasit, batu bara dan sebagainya. Akhir-akhir ini telah digunakan media plastik yang dirancang sedemikian rupa, sehingga menghasilkan panas yang tinggi.

4. Diameter media

Diameter media *Trickling Filter* biasanya antara 2,5-7,5 cm. Sebaiknya dihindari penggunaan media dengan diameter terlalu kecil karena akan memperbesar kemungkinan penyumbatan. Makin luas permukaan media, maka makin banyak pula mikroorganisme yang hidup di atasnya.

5. Ketebalan susunan media

Ketebalan media *Trickling Filter* minimum 1 meter dan maksimum 3-4 meter. Makin tinggi ketebalan media, maka akan makin besar pula total luas permukaan yang ditumbuhi mikroorganisme yang tumbuh menempel di atasnya.

6. pH

Pertumbuhan mikroorganisme khususnya bakteri, dipengaruhi oleh nilai pH. Agar pertumbuhan baik, diusahakan nilai pH mendekati keadaan netral. Nilai pH antara 4-9,5 dengan nilai pH yang optimum 6,5-7,5 merupakan lingkungan yang sesuai.

7. Karakteristik air buangan

Air buangan yang diolah dengan *Trickling Filter* terlebih dahulu diendapkan, karena pengendapan dimaksudkan untuk mencegah penyumbatan pada distributor dan media filter.

8. Temperatur

Temperatur mempengaruhi kecepatan reaksi dari suatu proses biologis.

2.7.4 Prinsip Kerja

Air limbah diteteskan secara periodik dan terus-menerus ke atas media *Trickling Filter*. Bahan organik yang ada dalam air limbah akan diuraikan oleh mikroorganisme yang menempel pada media filter. Bahan organik sebagai substrat yang terlarut dalam air limbah yang akan diabsorpsi *biofilm* dan kemudian dilepaskan sebagai bahan suspensi yang berkoagulasi lebih mudah mengendap karena massanya lebih berat. Saat yang bersamaan dengan menggunakan oksigen yang terlarut di dalam air limbah, senyawa polutan tersebut akan diuraikan oleh mikroorganisme yang ada di dalam lapisan *biofilm* dan energi yang dihasilkan akan diubah menjadi biomasa. Suplai oksigen pada lapisan *biofilm* dapat dilakukan dengan beberapa cara misalnya pada sistem RBC (*Rotating Biological Contactor*) yakni dengan cara kontak dengan udara luar, pada sistem *Trickling Filter* menggunakan *blower* udara atau pompa sirkulasi.

2.7.5 Kelebihan dan Kekurangan *Trickling Filter*

Sistem *trickling filter* ini bekerja dengan cara mendistribusikan air limbah ke dalam media *biofilm* secara kontinu, Pengolahan limbah terjadi pada saat air limbah bersentuhan dengan media *biofilm*. Dari hasil distribusi *trickling filter* dalam

pengolahan air limbah ini terdapat berupa kelebihan dan kekurangan (*Metcalf & Eddy, 2003*).

1. Kelebihan dari *Trickling Filter* adalah:

- Cocok digunakan untuk kapasitas pelayanan kecil dan sedang dengan lahan yang tersedia terbatas;
- Efektif dalam mengolah air limbah dengan konsentrasi beban organik tinggi, namun tergantung dengan jenis media yang digunakan;
- Membutuhkan energi yang lebih sedikit

2. Kekurangan dari *Trickling Filter* adalah:

- Sering terjadi pengelupasan *biofilm* dalam jumlah yang besar;
- Berpotensi menimbulkan bau dan lalat;
- Penyebaran air limbah ke media filter tidak seragam;

2.7.6 Prinsip *Trickling Filter*

1. Mekanisme Penghapusan BOD

Selama operasi, bahan organik yang ada dalam air limbah dimetabolisme oleh mikroorganisme yang menempel pada permukaan media. Lendir biologis tumbuh dalam ketebalan sebagai bahan organik yang diabstraksi dari air limbah yang mengalir disintesis menjadi bahan seluler baru. *Biofilm* yang berkembang dalam *trickling filter* dapat menjadi beberapa milimeter tebal dan biasanya matriks agar yang mengandung banyak spesies bakteri, *ciliata* dan *protozoa amoeboid* dan banyak fauna mikro lainnya. Ini sangat berbeda dari banyak *biofilm* lain yang mungkin tebalnya kurang dari 1 mm.

2. Terkelupas

Dengan bertambahnya ketebalan mikroba, mikroorganisme di dekat permukaan media tidak mendapatkan substrat dan oksigen dan masuk ke fase endogen permukaan. Sebuah film baru berkembang dan proses berlanjut. *Trickling filter* umumnya diikuti oleh clarifier untuk pemisahan dan pembuangan film yang terkelupas. Akibatnya mereka menjadi tidak aktif dan kehilangan kepatuhan terhadap media. Hal ini ditambah dengan peningkatan kecepatan karena penyempitan ruang pori antara dua permukaan media yang berdekatan mengakibatkan terkelupasnya film mikroba ke dalam aliran cairan yang dikumpulkan oleh sistem *underdrainage*.

2.7.7 Jenis *Trickling Filter*

Menurut Tchobanoglous dan Burton (1991), ada beberapa jenis *trickling filter* yang didasarkan pada pembebanan hidrolis dan pembebanan organik, yaitu:

- a. *Low rate trickling filter*
- b. *Intermediate rate trickling filter*
- c. *High rate trickling filter*
- d. *Super rate trickling filter*

Tabel 2.3 Jenis – Jenis *trickling filter*

Faktor	<i>Low Rate</i>	<i>High Rate</i>
Kedalaman (ft)	6 - 10	3 – 8
Volume Batu	5 – 10%	1
Resirkulasi	Tanpa	Dengan resirkulasi (1-3)
Beban BOD (<i>lb/acre-ft/day</i>)	300–1000	1000–5000
Waktu curahan air	Lebih dari 5 menit	Lebih dari 15 detik
Beban Organik BOD	0,12–0,24kg/m ²	0,6–3,6kg/m ²

Sumber: Tchobanoglous dan Burton, 1991

2.7.8 Kriteria Desain untuk *Trickling Filter*

1. Resirkulasi umumnya dipraktikkan dalam *Trickling Filter* dengan Kecepatan Tinggi tidak diadopsi pada laju rendah/standar.
2. *Trickling Filter* laju rendah/standar yang dioperasikan dengan baik dapat menghilangkan 75 hingga 90% BOD dan menghasilkan limbah yang sangat nitrifikasi. Sangat cocok untuk pengolahan air limbah domestik dengan kekuatan rendah hingga sedang.
3. *Trickling Filter* tingkat tinggi, satu atau dua tahap direkomendasikan untuk air limbah domestik dan industri dengan kekuatan sedang hingga relatif tinggi. Efisiensi penyisihan BOD adalah sekitar 75 sampai 90%.

Tabel 2.4 Kriteria Desain Khas untuk *Trickling Filter*

Pembuatan	Filter tingkat rendah	Filter tingkat tinggi	Filter tingkat super
Pemuatan hidrolis (m^3/m^2-d)	1 - 4	10 - 40	40 - 200
Pemuatan organik ($kg\ BOD_5/m^3-d$)	0,08 - 0,32	0,32 - 1,0	0,8 - 6,0
Kedalaman (m)	1,5 - 3,0	1,0 - 2,0	4,5 - 12,0
Rasio resirkulasi	0	1 - 3	1 - 4

Tabel 2.4 Kriteria Desain Khas untuk *Trickling Filter* (Lanjutan)

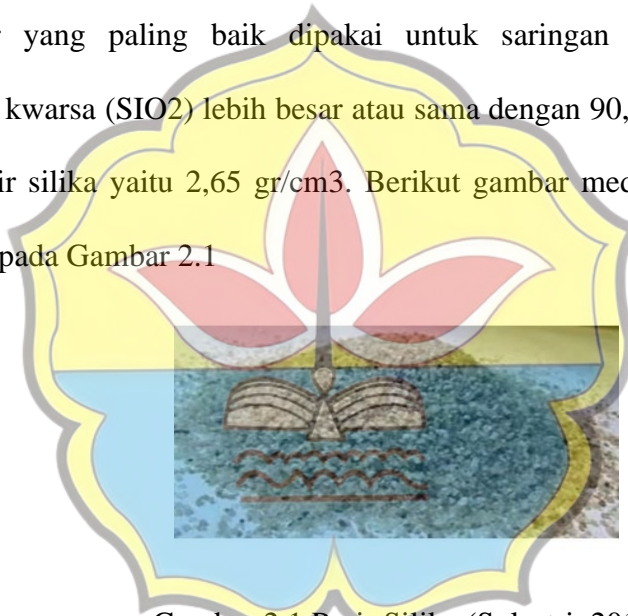
Filter media	Batu, terak, dll. Batu, terak, Sintetis	-	-
Filter lalat terkelupas	Banyak Berselang	Sedikit, larva adalah terhanyut	Sedikit atau tidak sama sekali
Interval dosis	< 5 menit	Kontinu	Kontinu
Tembusan	Biasanya sepenuhnya Nitrifikasi	Nitrifikasi rendah	Nitrifikasi rendah

Sumber: *Izharul Haq, 2009*

2.8 Media Filter

1. Pasir Silika

Pasir silika atau pasir kuarsa merupakan hasil pelapukan batuan yang mengandung mineral utama, seperti kuarsa dan feldspar (Mahyudin, dkk., 2016). Pada saringan tahap awal biasanya menggunakan media filter pasir silika yang berfungsi untuk menghilangkan sifat fisik air, seperti kekeruhan dan bau dengan cara memisahkan polutan padat tersuspensi dalam air (Artiyani & Firmansyah, 2016). Pasir yang paling baik dipakai untuk saringan bila pasir tersebut mengandung kwarsa (SiO_2) lebih besar atau sama dengan 90,8% (Sulastri, 2014). Densitas pasir silika yaitu 2,65 gr/cm³. Berikut gambar media filter pasir silika dapat dilihat pada Gambar 2.1



Gambar 2.1 Pasir Silika (Sulastri, 2014)

2. Karbon Aktif

Karbon aktif berbentuk amorf dan memiliki sifat kristal tertentu, memiliki pori-pori, luas permukaan besar sehingga dapat mengadsorpsi zat-zat organik yang berbau tidak sedap, warna, rasa dan zat yang tidak dapat dibiodegradasi (Artiyani & Firmansyah, 2016). Karbon aktif dapat digunakan sebagai adsorben penghilang warna, pengolahan limbah, serta pemurnian air. Menurut Efrida (2016) densitas

karbon aktif yaitu 1,153 gr/cm³. Karbon aktif mempunyai daya serap yang jauh lebih besar setelah di aktivasi dan mempunyai luas permukaan antara 300-3500 m²/gram. Berikut gambar media filter karbon aktif dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Karbon Aktif (Widyastuti,2011)

Beberapa faktor yang mempengaruhi daya serap adsorben, sebagai berikut:

1. Sifat Adsorben, jika luas permukaan adsorben besar maka kecepatan adsorpsi juga semakin bertambah. Dosis karbon aktif yang dipakai harus diperhatikan dan dianjurkan untuk menggunakan karbon aktif yang telah dihaluskan terlebih dahulu.
2. Sifat Serapan, jika ukuran molekul serapan bertambah maka adsorpsi juga bertambah. Dalam proses adsorpsi juga dipengaruhi gugus fungsi, posisi gugus fungsi, struktur rantai, dan ikatan rangkap dari senyawa serapan.
3. Temperatur, tidak ada peraturan umum mengenai temperature yang digunakan dalam proses adsorpsi. Tetapi dianjurkan untuk diselidiki saat berlangsungnya proses adsorpsi. Untuk senyawa *volatile*, biasanya

proses adsorpsi dilakukan pada temperatur kamar atau pada temperatur kecil.

4. pH (Derajat Keasaman), Proses adsorpsi pada asam-asam organik dapat meningkat bila nilai pH diturunkan. Sebaliknya jika pH dinaikkan akan menambah nilai alkali dan tingkat adsorpsinya berkurang.
5. Waktu Kontak, waktu yang dibutuhkan dalam proses adsorpsi ditentukan oleh dosis karbon aktif (Widyastuti & Sari, 2011).

3. *Bioball*

Bioball merupakan tempat berkembang biaknya berbagai bakteri yang dibutuhkan untuk memproses racun-racun di dalam air. *Bioball* berfungsi sebagai filter biologi yang merupakan media tumbuh bagi bakteri-bakteri yang dapat menghilangkan amonia yang terkandung dalam air. *Bioball* dibuat ringan dan terapung di air dan digunakan dalam jumlah banyak. Dijelaskan pula bahwa *bioball* berfungsi dengan baik sebagai filter dan menyebabkan kualitas air media tetap stabil dalam kisaran yang layak bagi pertumbuhan ikan (Alfia et al, 2013).

Bioball merupakan salah satu biofilter yang dapat digunakan pada perairan yang memiliki bentuk seperti bola berpori dengan serat sintetis. *Bioball* berpori kecil yang berfungsi untuk menangkap padatan dari aliran *influen*. *Bioball* berfungsi sebagai tempat berlangsungnya nitrifikasi dari bahan ammonia akan menjadi nitrit yang selanjutnya akan diubah menjadi nitrat (Diansyah et al. 2014).



Gambar 3. *Bioball* (Rizkiyanti, 2018)

4. *Bioring*

Banyaknya pori yang terdapat pada *bioring* yang memiliki luas permukaan yang tinggi yang berguna bagi bakteri untuk berkoloni, yang memungkinkan air masuk ke dalam pori dengan mudah. Dalam sistem biologi, mikroorganisme menggunakan limbah untuk mensintesis bahan selular baru dan menyediakan energi untuk sintesis (Sani, 2006).



Gambar 4. *BioRing* (Sani, 2006)

5. Batu Apung

Batu apung (*pumice*) merupakan jenis material alam yang berasal dari endapan material piroklastik hasil aktivitas vulkanik gunung api. Batuan ini memiliki struktur material bersel-sel (berstruktur selular) akibat adanya buih yang terbuat dari gelembung-gelembung berdinging gelas sehingga sering disebut sebagai batuan gelas vulkanik silikat. Struktur selsel batuan ini tersusun memanjang

dan paralel antara satu dengan yang lainnya dan terkadang saling terhubung yang menjadikan batuan ini memiliki porositas dan sifat vesikular yang tinggi (*Ilter, O. 2010*).



Gambar 5. Batu Apung (*Ilter O, 2010*)



2.9 Penelitian Terdahulu

Daftar penelitian terdahulu tentang kemampuan pengolahan *Trickling Filter* dalam mereduksi parameter di dalam air limbah khususnya air limbah dapat dilihat pada tabel 2.5.

Tabel 2.5. Daftar Penelitian Terdahulu yang Digunakan sebagai Rujukan dalam Penelitian Ini

No	Penulis	Judul	Tujuan	Hasil
1	Rizkiyanti, Alfiah (2018)	Kinerja <i>Trickling Filter</i> Untuk Mengolah Limbah Cair Katering Dengan Variasi Media <i>Bioball</i> Dan Batu Apung Ditinjau Dari Parameter BOD ₅ COD	Mengetahui Kinerja <i>Trickling Filter</i> dengan Media <i>Bioball</i> Dan Batu Apung terhadap penurunan BOD ₅ Dan COD	Efisiensi <i>Trickling Filter</i> dengan media batu apung lebih tinggi daripada <i>Trickling Filter</i> dengan media <i>bioball</i> , yaitu sebesar 82,1% untuk BOD ₅
2	Agustina (2018)	Dkk Pengaruh <i>Biofilm</i> Terhadap Efektivitas Penurunan BOD, COD, TSS, Minyak Dan Lemak Dari Limbah Pengolahan Ikan Menggunakan <i>Trickling Filter</i>	Mengetahui pengaruh Limbah Pengolahan Ikan terhadap penurunan Konsentrasi COD, BOD, TSS, Minyak Dan Lemak.	Tingkat efektivitas <i>trickling filter</i> dalam menurunkan BOD, COD, TSS, minyak&lemak menggunakan limbah pengolahan ikan sebagai sumber mikroorganisme 87,50%; 59,57%; 91,85%; 88,56%

Tabel 2.5. Daftar Penelitian Terdahulu yang Digunakan sebagai Rujukan dalam Penelitian Ini (Lanjutan)

Eckstad (2014)	<i>Trickling Filter</i> Untuk Menghilangkan Nitrogen Dan Fosfor Dengan Pembuatan Bir Sintetis Air Limbah <i>Trickling Filter</i>	Performa <i>Trickling Filter</i> Dengan Pembuatan Bir Sintetis Untuk Menghilangkan Nitrogen Dan Fosfor	penyisihan tertinggi 74,69% Ketika beban Nitrogen 1648 m gL-1 , sekitar 75% penyisihan fosfor dapat dicapai dengan <i>Trickling Filter</i> 1100 Ld-1 Efisiensi Penyisihan COD Q1 32,5 L/jam Sebesar 40,4%, Q2 43,3 L/jam Sebesar 32,6%.
4 Mulyani Dkk (2018)	Pengolahan Air Limbah Tahu Menggunakan Teknologi Bioreaktor <i>Trickling Filter</i>	Untuk mengetahui berapa efisiensi Limbah Tahu Menggunakan Teknologi Bioreaktor <i>Trickling Filter</i>	Efisiensi penyisihan BOD ₅ Q1 32,5 L/jam sebesar 66,6 %, Q2 43,3 L/jam menjadi 58,9 %.
5 Vianna (2012)	Pengolahan Air Limbah Menggunakan <i>Trickling Filter</i> Dengan Menggunakan	Untuk mengetahui berapa efisiensi <i>Trickling Filter</i> Dengan Tumbuhan <i>Luffa Cylindrica</i>	Persentase penurunan BOD dan COD yang optimum sebesar 57mg/L

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

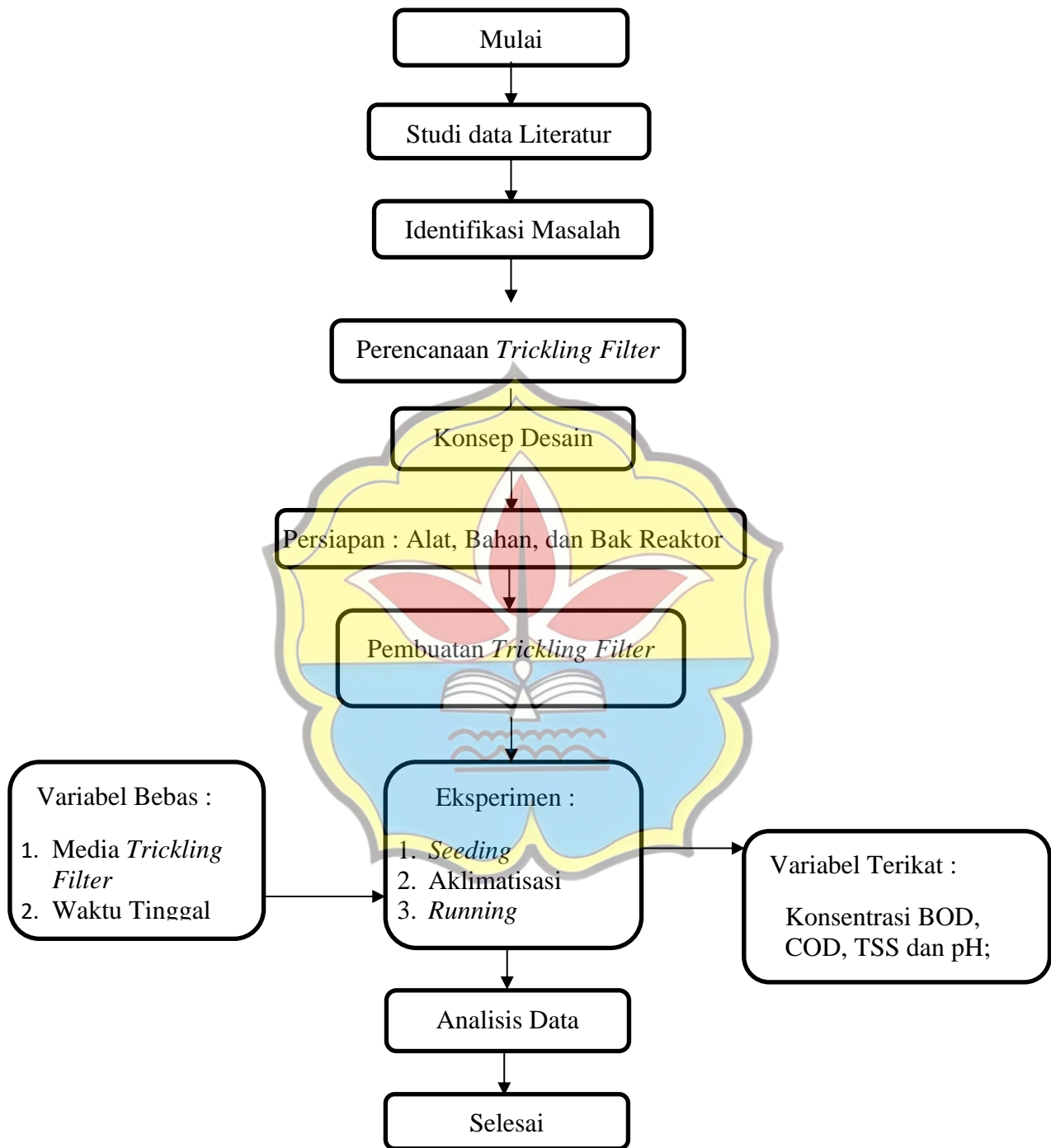
Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimen pertumbuhan lekat menggunakan pengolahan *trickling filter*, dimana media yang digunakan adalah *bioball*, *bioring* dan batu apung. Penelitian ini bertujuan untuk mengamati efektivitas media *trickling filter* dan waktu tinggal terhadap penyisihan air limbah UMKM makanan. Parameter yang diamati adalah BOD, COD, TSS dan pH.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Sampel air limbah diperoleh dari UMKM makanan Gerai Amanah di Telanaipura Jambi dan penelitian dilakukan di Jln Pertamina RT 27, Kelurahan Kenali Asam Atas, Kecamatan Kota Baru Jambi. Penelitian ini menganalisa parameter BOD, COD, TSS dan pH yang diuji di Laboratorium Jambi Lestari Internasional (JLI). Waktu penelitian dilakukan pada tanggal 13 Agustus hingga 9 September 2022.

3.3 Alur Penelitian

Adapun alur dari penelitian ini terdapat pada diagram Gambar 3.1 :



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.4 Teknik Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini data yang dibutuhkan adalah :

A. Data Primer

Data primer diperoleh secara langsung melalui eksperimen dan hasil pengamatan terkait objek penelitian yaitu:

1. Data parameter BOD, COD, TSS dan pH sebelum perlakuan pada pengolahan *trickling filter*.
2. Data parameter BOD, COD, TSS dan pH setelah perlakuan pada Reaktor A, B, dan C.

B. Data Sekunder

1. Data yang diambil oleh peneliti terdapat berbagai sumber kutipan maupun pengkajian teori berupa jurnal, artikel, buku maupun *e-book* yang didapat dari *website* yang terkait dengan topik permasalahan penelitian.
2. Data sekunder yang dibutuhkan yaitu peraturan-peraturan terkait baku mutu air limbah yang meliputi Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No 68 tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik.

3.5 Persiapan Eksperimen

Persiapan yang dilakukan sebelum melakukan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Persiapan alat dan bahan yang akan digunakan.
2. Membuat bak pengolahan pertumbuhan lekat dengan *trickling filter*.
3. Menyiapkan air limbah yang akan di olah dengan *trickling filter*.

Dalam pengujian ini dibutuhkan persiapan seperti alat, bahan, bak reaktor yang dibutuhkan.

A. Alat

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah :

1. Bak penampung limbah berukuran 35 liter.
2. Bak reaktor persegi berukuran panjang 40 cm, lebar 40 cm dan tinggi 30 cm untuk 3 buah bak persegi.
3. Alat-alat operasional seperti Pipa PVC 1/2 inc , lem pipa, sambungan L, jaring besi pembatas, dan kran air.

B. Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah :

1. Media bahan dari penelitian ini terdapat tiga jenis yaitu *bioball*, *bioring* serta batu apung.
2. Media tambahan pada pengisian bak reaktor berupa pasir silika, batu kerikil, karbon aktif, dan jaring besi.
3. Sampel air limbah yang digunakan pada penelitian ini adalah air limbah yang berasal dari salah satu UMKM makanan di Kecamatan Telanaipura.

3.6 Eksperimen

Tahapan awal dalam penelitian ini dilakukan studi literatur dan identifikasi masalah. Tahapan selanjutnya dilakukan kegiatan pengumpulan data berupa data primer, data sekunder serta dilakukan tahap pembuatan desain pada unit pengolahan air limbah UMKM makanan dengan metode *trickling filter*. Dengan media dan alat yang telah direncanakan, mulai dari bak penampung awal air limbah makanan kemudian dialirkan pada bak reaktor melalui pipa PVC berukuran 1/2 inc sebagai aliran air limbah yang akan diuji pada tahapan eksperimen.

Adapun prosedur perlakuan terhadap air limbah adalah :

1. Tahap pertama pengolahan ini yaitu *seeding*, pada penelitian ini dengan mengalirkan air limbah pada masing-masing di alirkan pada bak reaktor kemudian ditunggu hingga hari ke 7. Hal ini bertujuan untuk menumbuhkan mikroorganisme pada permukaan *trickling filter* pada masing-masing bak reaktor yang telah disediakan.
2. Tahap kedua yaitu aklimatisasi, pada tahap aklimatisasi dilakukan pengukuran BOD, COD, TSS dan pH. Proses aklimatisasi dilakukan hari ke 8 hingga hari ke 21 dalam ruangan dengan suhu yang terjaga.
3. Tahap ketiga yaitu *running*, *Biofilm* yang terbentuk akan berperan mendegradasi BOD, COD, TSS dan pH pada air limbah UMKM makanan. Pada penelitian ini proses pengolahan diawali dengan air limbah diletakkan pada bak penampung awal yang sudah di atur debitnya. Saat limbah pertama kali menetes dari kran maka perhitungan waktu tinggal dimulai sampai limbah bak penampung akhir. Limbah yang keluar dari kran akan memercik (*Trickle*) jika mengenai *bedfilter* dan akan ditahan oleh *biofilm* yang terbentuk sehingga terjadi proses degradasi BOD, COD, TSS dan pH oleh bakteri yang terdapat dalam *biofilm*. dimana awal air limbah (*reservoir*), ada pula bak reaktor yang berisi media *bioball*, *bioring* dan batu apung. Setelah hasil data uji parameter eksperimen dilakukan, selanjutnya dilakukan tahap pengolahan data kemudian dapat ditarik kesimpulan seberapa efektif metode *trickling filter* tersebut dalam mengolah air limbah khususnya untuk menurunkan konsentrasi parameter BOD, COD, TSS dan pH.

3.7 Variabel Penelitian

Pada penelitian ini terdapat dua variabel, yaitu variabel bebas dan variabel terikat :

3.7.1 Variabel Bebas

A. Jenis Media *Trickling Filter*

Bahan media harus kuat, keras, tahan tekanan, tahan lama, tidak mudah berubah dan mempunyai luas permukaan per unit volume yang tinggi. Media yang digunakan dalam penelitian ini adalah *bioball*, *bioring* dan batu apung. Selanjutnya terdapat media tambahan berupa kerikil, pasir, karbon aktif, dan jaring yang berfungsi untuk membantu pertumbuhan mikroorganisme dalam proses *seeding* dan aklimatisasi.

B. Waktu tinggal air limbah

Lama waktu tinggal yang disebut dengan masa pengkondisian atau pendewasaan agar mikroorganisme yang tumbuh di atas permukaan media telah tumbuh cukup memadai untuk terselenggaranya proses yang diharapkan. Variasi waktu tinggal dimaksudkan Berikut adalah variasi penelitian guna untuk membahas secara spesifik pada masing masing reaktor pada pengolahan *trickling filter* direncanakan dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Variabel Penelitian

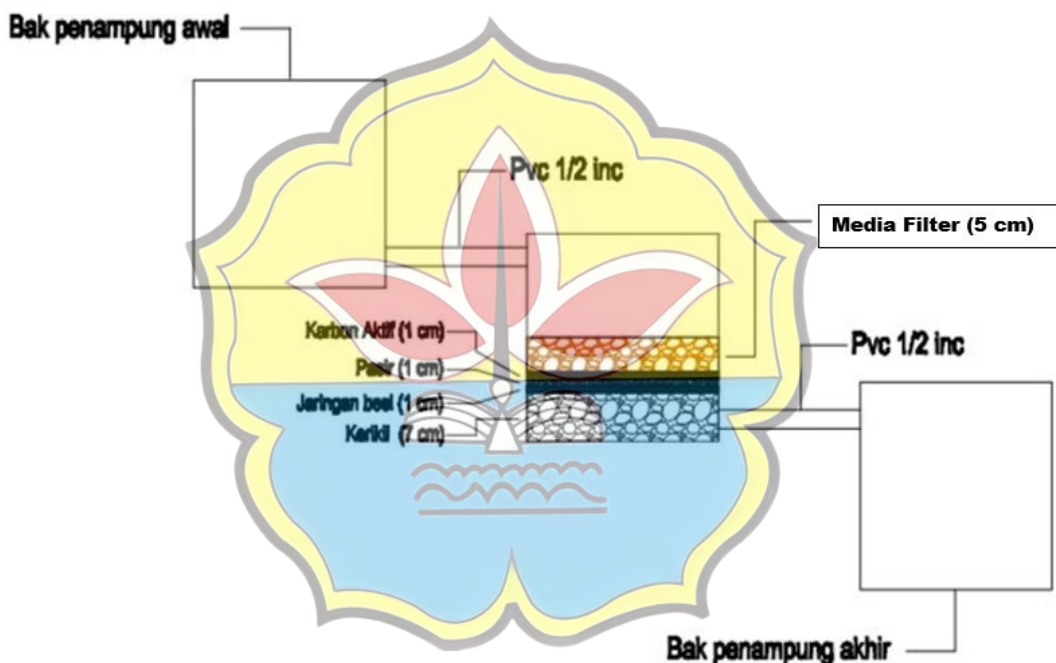
Variabel Penelitian	Reaktor A (RA)	Reaktor B (RB)	Reaktor C (RC)
1. Media Filter	<i>Bioball</i>	<i>Bioring</i>	Batu Apung
2. Waktu Tinggal	Hari ke-21, 23, 25, dan 27	Hari ke-21, 23, 25, dan 27	Hari ke-21, 23, 25, dan 27

3.7.2 Variabel Terikat

Variabel terikat pada penelitian ini mengacu pada Per Men LHK No. 68 Tahun 2016 meliputi parameter BOD, COD, TSS dan pH;

3.8 Konsep Desain

Desain unit pengolahan air limbah dengan metode *trickling filter* adalah proses dengan cara menyebarkan air limbah ke media yang terdiri dari *bioball*, *bioring*, dan batu apung. Bak reaktor *trickling filter* berbentuk persegi dengan bahan kaca berjumlah 3 buah bak seperti pada gambar 3.2



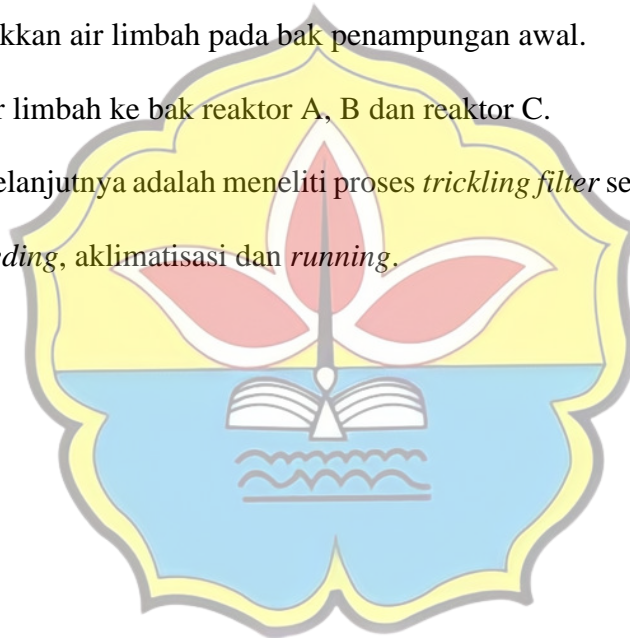
Gambar 3.2 Unit *Trickling Filter*

Proses *Biofilm* air limbah dilakukan dalam suatu bak reaktor yang berukuran 40 cm x 40 cm x 30 cm di dalamnya terdapat media pertumbuhan lekat yaitu *bioball*, *bioring*, dan batu apung.

Langkah – Langkah pemasangan bak reaktor dan alur *trickling filter* adalah sebagai berikut:

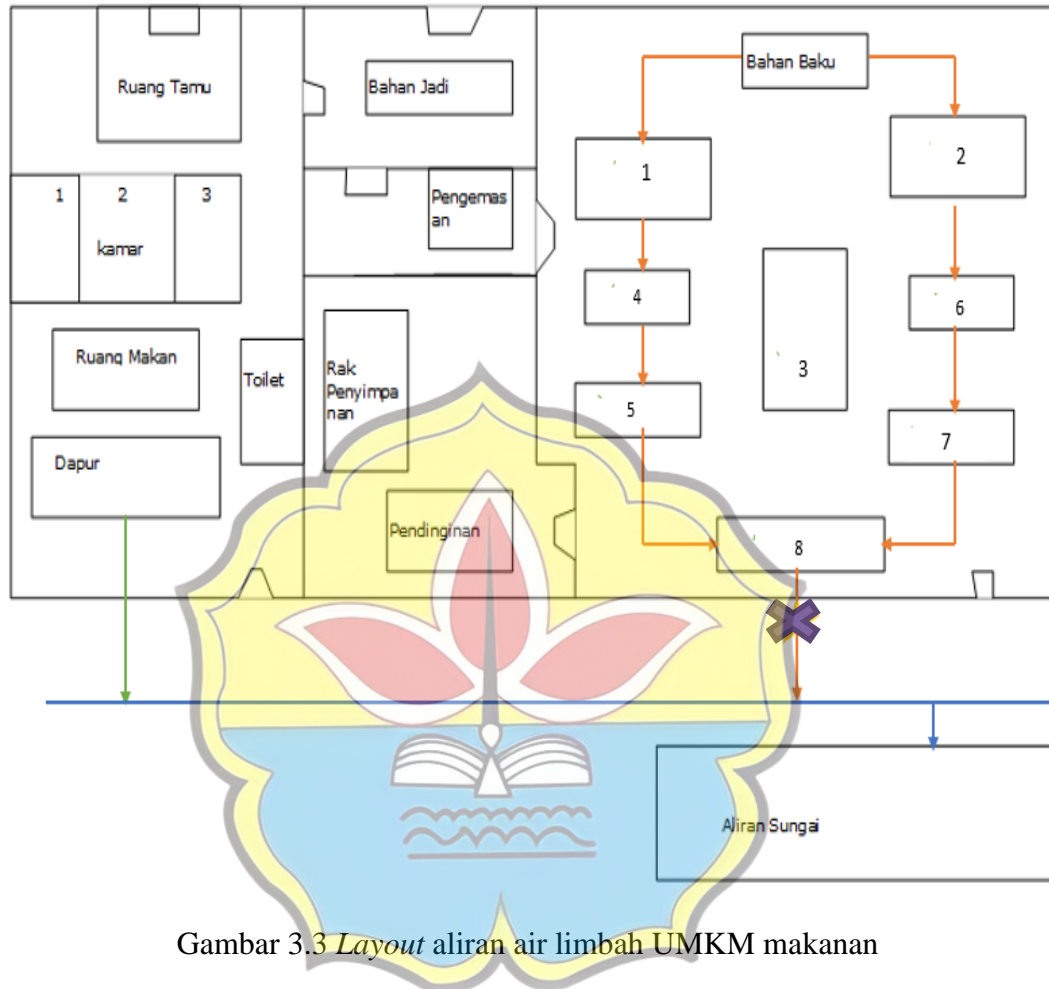
1. Menyiapkan 1 unit bak air limbah berukuran 35 liter untuk bak penampung awal.

2. Menyiapkan 3 unit reaktor *trickling filter*, masing-masing di isi berupa media *bioball* pada reaktor A (RA), *bioring* pada reaktor B (RB) dan batu apung pada reaktor C (RC) dengan ketebalan setiap media 5 cm. Tiap reaktor di susun sebanyak 7 cm pada kerikil, jaring besi dengan ketebalan 1 cm, karbon aktif setebal 1cm dan pasir silika setebal 1 cm.
4. Menyiapkan 3 buah bak sebagai penampung akhir (*outlet*) dari masing masing bak reaktor.
5. Lalu masukkan air limbah pada bak penampungan awal.
6. Alirkan air limbah ke bak reaktor A, B dan reaktor C.
7. Tahapan selanjutnya adalah meneliti proses *trickling filter* selama 27 hari melalui proses *seeding*, aklimatisasi dan *running*.









3.9 Layout

Layout aliran air limbah dalam aktivitas kegiatan produksi UMKM makanan dapat dilihat dan dijelaskan seperti pada gambar 3.3



Gambar 3.3 Layout aliran air limbah UMKM makanan

Keterangan :

-  Aliran proses pembuangan limbah produksi UMKM.
-  Proses hasil perebusan dan pengeringan menuju proses pemasakan.
-  Aliran pembuangan limbah rumah tangga.
-  saluran drainase perkotaan.
-  Saluran drainase menuju badan aliran sungai.
-  Titik Sampel

- 1 Bahan mentah makanan ringan.
- 2 Bahan mentah makanan berat.
- 3 Pemasakan.
- 4 Proses pembersihan bahan mentah makanan ringan.
- 5 Proses pengeringan bahan mentah makanan ringan.
- 6 Proses pembersihan bahan mentah makanan Berat.
- 7 Proses pengeringan bahan mentah makanan Berat.
- 8 *Outlet* pembuangan limbah menuju saluran drainase

Proses aliran air limbah UMKM makanan adalah sebagai berikut:

1. Pemerosesan aktivitas produksi diawali dengan persiapan bahan baku.
2. Kemudian di pisahkan antara proses makanan ringan dan makanan berat.
3. Lalu akan memasuki tahapan pembersihan yang mana akan mengeluarkan air limbah.
4. Pada produksi makanan berat sebagian akan melalui proses perebusan, sementara untuk produksi makanan ringan sebagian akan memasuki tahapan pengeringan.
5. Lalu tahapan selanjutnya akan melakukan proses pemasakan.
6. Kemudian masing-masing limbah tersebut akan dibuang melewati aliran sungai melalui saluran drainase.
7. Setelah dimasak, makanan tersebut akan di bikin dalam kemasan dengan berbagai jenis olahan makanan.
8. Kemudian dilakukan penjualan dengan sebutan bahan jadi.

Aktivitas produksi yang dilakukan tersebut dapat dijelaskan bahwa kegiatan pembuatan makanan, aliran limbah yang dihasilkan tersebut tidak menyatu dengan limbah kegiatan rumah tangga karena kedua air limbah tersebut dibuang secara langsung ke saluran drainase tanpa menyatukan pipa pembuangan, sehingga limbah makanan dan limbah rumah tangga tidak tercampur.

3.10 Analisis Data dan Pembahasan

Analisis data dilakukan berdasarkan parameter yang telah diukur dengan membuat tabel dan grafik kualitas air limbah meliputi pengujian parameter BOD, COD, TSS dan pH sebelum dan sesudah proses pengolahan *trickling filter*. Pada penelitian ini dilakukan cara membandingkan nilai sebelum dan sesudah air limbah. Hasilnya kemudian dibandingkan dengan standar baku mutu air limbah domestik menurut Per Men LHK No. 68 tahun 2016 untuk mengetahui hasil pengolahan *trickling filter* tersebut. Nilai efektivitas untuk penurunan kadar pencemar limbah dihitung. Menurut (Kasam et,al, 2009) efektivitas untuk penurunan kadar pencemar limbah cair dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$E (\%) = ((a-b))/a \times 100\% \dots\dots\dots (\text{Persamaan 3.1})$$

Keterangan :

- E : Efektivitas (%)
- a : Konsentrasi awal (mg/L)
- b : Konsentrasi akhir (mg/L)

Tabel 3.2 Kriteria Efektivitas Penurunan Pencemar

No	Nilai Efisiensi, X (%)	Persentase	Keterangan
1	X > 80		Sangat Efektif
2	60 < X ≤ 60		Efektif

3	$40 < X \leq 60$	Cukup Efektif
4	$20 < X \leq 40$	Kurang Efektif
5	$X \leq 40$	Tidak Efektif

Soeparman dan Soeparmin, 2001



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Uji Awal Parameter Air Limbah UMKM Makanan

Air limbah yang digunakan dalam penelitian ini adalah air limbah yang berasal dari salah satu UMKM makanan yang berada di kawasan Telanaipura Jambi. Pengujian karakteristik limbah hasil kegiatan produksi sebelum dilakukan proses pengolahan *trickling filter* meliputi parameter COD (*Chemical Oxygen Demand*), BOD (*Biochemical Oxygen Demand*), TSS (*Total Suspended Solid*) dan pH. Karakteristik awal limbah sebelum dilakukan pengolahan dapat dilihat pada Tabel 4.1

Tabel 4.1 Karakteristik awal air limbah kegiatan Produksi UMKM

Parameter	Satuan	Konsentrasi Awal	Baku Mutu Air Limbah Domestik (Permen LHK No.68 Tahun 2016)	Keterangan
BOD	mg/L	5321,89	30	Belum Memenuhi
COD	mg/L	7775,97	100	Belum Memenuhi
TSS	mg/L	4480,80	30	Belum Memenuhi
pH	-	3,92	6 - 9	Belum Memenuhi

Sumber: Data primer, 2022

Pada Tabel 4.1 dapat dilihat bahwa air limbah UMKM makanan memiliki tingkat pencemar yang belum memenuhi standar baku mutu untuk parameter BOD, COD, TSS dan pH. Sehingga dapat di simpulkan bahwa air limbah tersebut belum memenuhi standar baku mutu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 68 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik. Parameter air limbah melebihi di atas ambang baku mutu sehingga sangat berbahaya bagi lingkungan jika langsung dibuang ke badan penerima. Maka dari itu perlu dilakukan pengolahan terlebih dahulu. Kadar zat yang terkandung dalam pencemar air limbah UMKM makanan yang melebihi ambang mendorong industri untuk mengelola air limbah. Air limbah yang mengandung pencemar, bila langsung

dibuang ke badan penerima tanpa adanya proses pengolahan akan menimbulkan pencemaran. Pencemaran yang dilakukan terus menerus akan mengakibatkan kematian organisme yang ada di dalam air (Suhartini dkk, 2013). Air limbah tersebut kaya akan bahan organik sehingga diperlukan pengolahan organik dalam air limbah dengan cara pengolahan biologis yaitu memanfaatkan mikroba pengurai bahan organik (Thanwised et al., 2012).

Pengolahan air limbah UMKM makanan pada penelitian ini dilakukan dengan metode pertumbuhan lekat yaitu dengan cara pengolahan *trickling filter* menggunakan media *bioball*, *bioring* dan batu apung.

4.2 Proses Seeding Pada Trickling Filter

Proses *seeding* adalah proses awal dari penelitian ini sebelum dilakukannya proses aklimatisasi dan *running*. Pada proses ini dilakukan pengoperasian secara *batch* untuk membiakkan bakteri secara alami dengan memasukkan 35 Liter air limbah UMKM makanan ke *inlet trickling filter*. Pembiakkan bakteri ini dilakukan selama 7 hari hingga membentuk lapisan *biofilm* pada media sehingga didapatkan jumlah biomassa yang mencukupi untuk mendegradasi air limbah UMKM makanan.

Proses *seeding* diamati setiap hari dengan menganalisis nilai parameter BOD, COD, TSS, dan pH. Pengamatan juga dilakukan untuk melihat lapisan lendir dengan kondisi *trickling filter* yang diam, hingga tidak mudah lepas dari bak reaktor. Setelah warna air limbah pada *inlet* sudah mulai hijau kental pada hari ke 7, maka proses *seeding* telah berjalan baik dan kemudian di lanjutkan pada tahap aklimatisasi. Selama proses *seeding* di dalam reaktor terjadi proses pengembang

biakkan bakteri yang melewati fase awal yakni fase *slag* yaitu bakteri baru beradaptasi dengan lingkungan baru.

4.3 Proses Aklimatisasi Pada Pada Pengolahan *Trickling Filter*

Proses aklimatisasi dilakukan untuk adaptasi dan seleksi mikroorganisme hasil proses *seeding* sehingga dapat digunakan untuk mengolah air limbah. Tahap aklimatisasi berlangsung selama 14 hari, pada tahap ini air limbah dialirkan secara *bach*, air limbah UMKM makanan di alirkan dari *inlet* menuju ketiga bak reaktor. Kemudian diberi perlakuan untuk reaktor *anaerob* dengan menutup atas bagian reaktor dengan kaca penutup dan di letakkan pada suhu yang terjaga dan terhindar dari sinar matahari yang bertujuan untuk mencegah terjadinya kontak dengan cahaya matahari dan menjaga proses pertumbuhan lekat agar bakteri pada air limbah tersebut dapat melekat pada reaktor.

Pada proses aklimatisasi terjadi sedikit perubahan warna ketika sebelumnya berwarna hijau kekentalan menjadi berwarna hijau sedikit bening pada hari ke 11 sampai hari ke 17. Lalu pada hari ke 18 hingga hari ke 21 warna air limbah sudah menunjukkan perubahan menjadi putih kekeruhan, artinya proses aklimatisasi sudah berjalan dengan sangat baik.

Hal ini juga didasari karena bakteri perlu diperlakukan penyesuaian pada lingkungan yang berbeda sehingga bakteri tidak mengalami *shock loading* membuat bakteri yang sudah melekat pada media menjadi mati dan dapat mengurangi penyisihan kandungan organik (Laksono, 2012).

4.4 Proses *Running* pada *Trickling Filter*

Running dapat dilakukan jika telah terjadi penurunan atau penyisihan konsentrasi dalam keadaan stabil (*steady state*). Proses *running* yang merupakan percobaan utama dalam penelitian ini yaitu untuk mempelajari penurunan kadar parameter tercemar BOD, COD, TSS dan pH bervariasi. Pada proses ini air limbah dialirkan dari bak *inlet* kemudian ditampung pada bak reaktor yang berisi *bioball*, *bioring* dan batu apung, lalu air limbah dialirkan lagi secara gravitasi ke bak penampung akhir untuk masing-masing memiliki waktu tinggal yang sama.

Pada proses *running* ini menunjukkan adanya perubahan signifikan antara warna air, bakteri dan bau pada limbah itu. Dimana warna air sudah menjadi semakin jernih puncaknya terjadi pada hari ke 27, kemudian bakteri pada reaktor sangat melekat sehingga penutup reaktor sangat sulit dibuka karena licin, kemudian pada bau air limbah berangsur – angsur menghilang.

4.5 Efektivitas Pengolahan Air Limbah UMKM Makanan Menggunakan *Trickling Filter*

4.5.1. Pengaruh Media terhadap Penurunan BOD

Biological oxygen demand atau BOD adalah suatu pengukuran pendekatan jumlah biokimia yang terdegradasi di perairan. Hal ini didefinisikan sebagai jumlah oksigen yang di perlukan proses mikroorganisme aerob untuk mengoksidasi menjadi bahan anorganik yang dihasilkan dari hasil produksi UMKM makanan yaitu berupa buangan yang berasal dari sisa-sisa hasil produksi pengolahan makanan. Hasil uji parameter BOD yang dihasilkan dari air limbah kegiatan produksi UMKM makanan. Hasil penyisihan BOD pada media *bioball*, *bioring*, dan batu apung dapat dilihat variasi masing-masing waktu tinggal, yaitu pada waktu

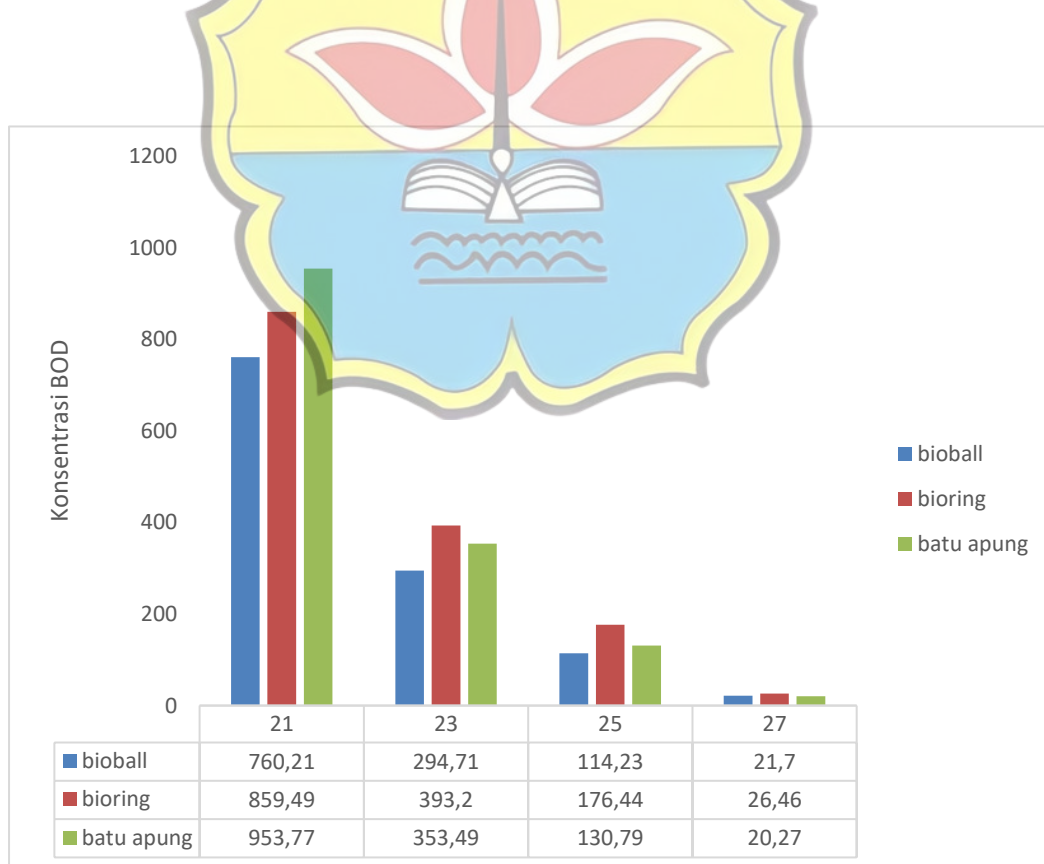
tinggal pada hari ke-21, hari 23, hari 25 dan hari ke-27 Hasil uji parameter BOD setelah pengolahan dapat dilihat pada Tabel 4.2 sebagai berikut.

Tabel 4.2 Hasil Uji Parameter BOD Setelah Pengolahan

Waktu Tinggal Hari Ke	Konsentrasi BOD (mg/L)			Efisiensi (%)		
	Reaktor Media <i>Bioball</i>	Reaktor Media <i>Bioring</i>	Reaktor Media Batu Apung	Reaktor Media <i>Bioball</i>	Reaktor Media <i>Bioring</i>	Reaktor Media Batu Apung
21	760,21	859,49	953,77	85,7%	83,8%	82%
23	294,71	393,20	353,49	94,4%	92,6%	93,3%
25	114,23	176,44	130,79	97,8%	96,6%	97,5%
27	21,70*	26,46*	20,27*	99,5%	99,5%	99,6%
Rata-rata	297,7	363,9	364,9	94,35%	93,12%	93,1%

Sumber: Hasil Laboratorium, 2022

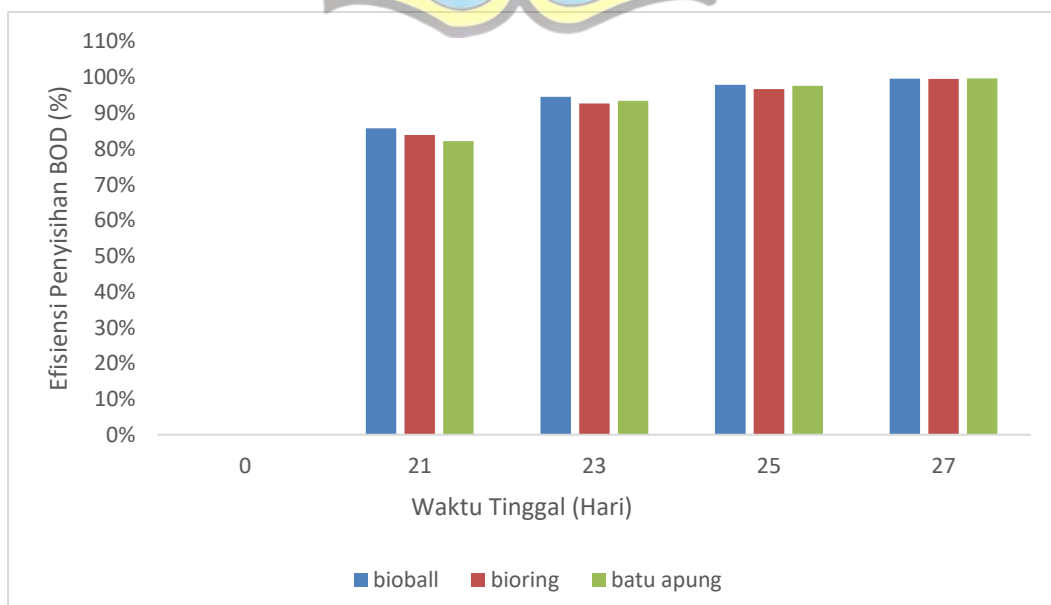
Keterangan: *) Memenuhi Baku Mutu Air Limbah Domestik (Permen LHK No. 68 tahun 2016)



Gambar 4.1 Pengaruh Waktu Tinggal Konsentrasi BOD Pada Air Limbah UMKM Makanan Selama Eksperimen Media *Bioball*

Berdasarkan Gambar. 4.1, reaktor waktu tinggal hari ke-0 dengan nilai BOD awal 5321,89 mg/L terjadi penurunan nilai BOD dari hari ke-1 hingga hari ke-7 pengolahan atau setelah proses *running*. Pada hari ke-21 terjadi penurunan nilai BOD media *bioball*, *bioring* dan batu apung yaitu 760,21 mg/L, 859,49 mg/L dan 953,77 mg/L. Kemudian pada hari ke-23 nilai BOD media *bioball*, *bioring* dan batu apung yaitu 294,71 mg/L, 393,20 mg/L dan 353,49 mg/L. Pada hari ke-25 nilai BOD media *bioball*, *bioring* dan batu apung 114,23 mg/L, 176,44 mg/L dan 130,79 mg/L. Hingga pada hari ke-27 nilai BOD media *bioball*, *bioring* dan batu apung yaitu 21,70 mg/L, 26,46 mg/L dan 20,27 mg/L dimana nilai ini telah memenuhi standar Baku Mutu Per Men LHK No. 68 tahun 2016.

Rata-rata efisiensi penyisihan keseluruhan media dapat menurunkan 83,8% di waktu tinggal hari ke-21. Pada waktu tinggal hari ke-23 diperoleh nilai BOD yaitu 5321,89 mg/L dengan rata-rata efisiensi penurunan 93,4%, pada waktu tinggal hari ke-25 diperoleh nilai BOD yaitu 5321,89 mg/L dengan rata-rata efisiensi penurunan 97,3%, lalu pada waktu tinggal hari ke-27 diperoleh nilai BOD yaitu



5321,89 mg/L dengan rata-rata efisiensi penurunan 99,5%. Kemudian untuk efisiensi pada masing-masing media terdapat *bioball* dengan tingkat rata-rata efisiensi sebesar 94,35%, *bioring* dengan tingkat rata-rata efisiensi sebesar 93,12%, batu apung dengan tingkat rata-rata efisiensi sebesar 93,1%, Hal ini menunjukkan bahwa waktu tinggal yang paling efektif yaitu terjadi pada media *bioball* dengan efisiensi penyisihan mencapai 94,35%

Gambar 4.2 Efisiensi Penyisihan BOD

Perubahan nilai yang disebabkan oleh pengaruh selang *infuse* yang terkadang debitnya tidak sesuai dengan debit yang telah diatur, adanya perubahan pada debit maka akan berubah juga nilai BOD yang masuk ke dalam reaktor, untuk mengatasi masalah ini maka dilakukan pemantauan setiap hari agar debit yang dialirkan sesuai dengan yang diinginkan. Menurut Hidayat (2016) variasi dan fluktuasi pada penurunan BOD, memungkinkan karena pertumbuhan mikroorganisme yang tidak merata pada media, sehingga terjadi perbedaan kemampuan mikroorganisme untuk menyisihkan bahan organik.

4.5.2. Pengaruh Waktu Tinggal terhadap Penurunan COD

Efisiensi penyisihan kandungan air limbah khususnya COD tergantung pada konsentrasi awal dan waktu tinggal (*retention time*) air limbah di dalam reaktor. Mikroorganisme membutuhkan waktu kontak yang cukup untuk merombak senyawa organik di dalam air limbah menjadi senyawa yang lebih sederhana dan akan dimanfaatkan (Supradata,2005). Hasil penyisihan COD pada media *bioball*, *bioring*, dan batu apung dapat dilihat variasi masing-masing waktu tinggal, yaitu

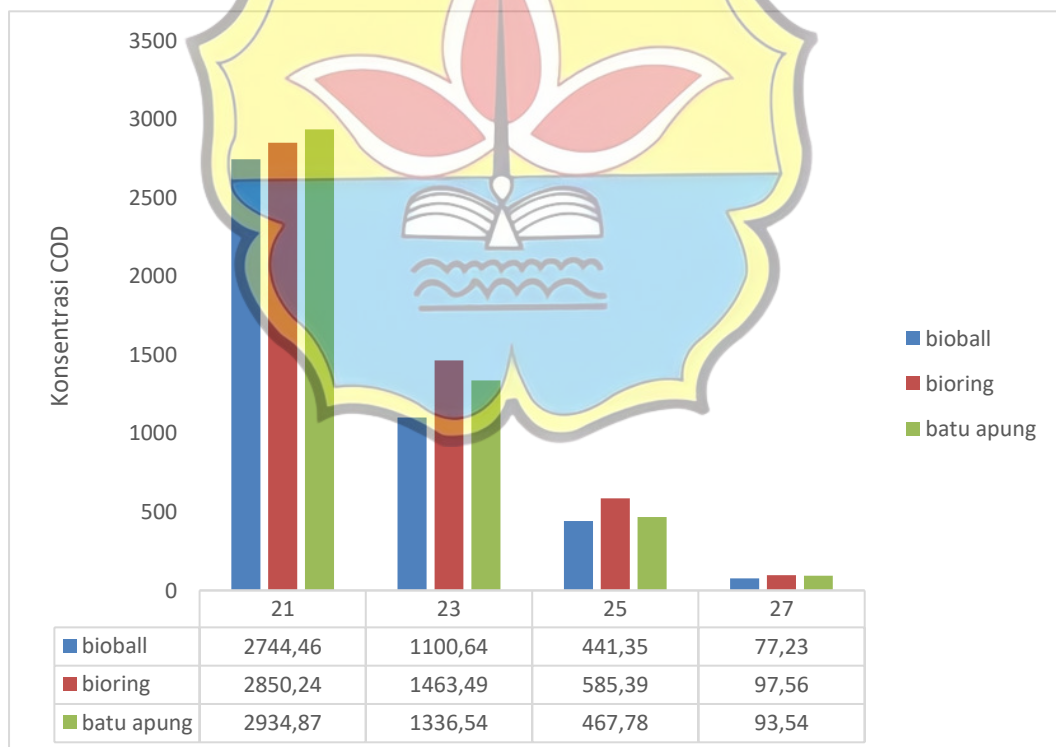
pada waktu tinggal pada hari ke-21, hari 23, hari 25 dan hari ke-27 Hasil uji parameter COD setelah pengolahan dapat dilihat pada Tabel 4.3 sebagai berikut.

Tabel 4.3 Hasil Uji Parameter COD Setelah Pengolahan

Waktu Tinggal Hari Ke	Konsentrasi COD (mg/L)			Efisiensi (%)		
	Reaktor Media <i>Bioball</i>	Reaktor Media <i>Bioring</i>	Reaktor Media Batu Apung	Reaktor Media <i>Bioball</i>	Reaktor Media <i>Bioring</i>	Reaktor Media Batu Apung
	21	2744,46	2850,24	2934,87	64,7%	63,3%
23	1100,64	1463,49	1336,54	85,4%	81,1%	82,8%
25	441,35	585,39	467,78	94,3%	92,4%	93,9%
27	77,23*	97,56*	93,54*	99%	98,7%	98,7%
Rata-rata	843,42	1249,2	1208,2	85,85%	83,87%	84,4%

Sumber: Hasil Laboratorium, 2022

Keterangan: *) Memenuhi Baku Mutu Air Limbah Domestik (Permen LHK No. 68 tahun 2016)

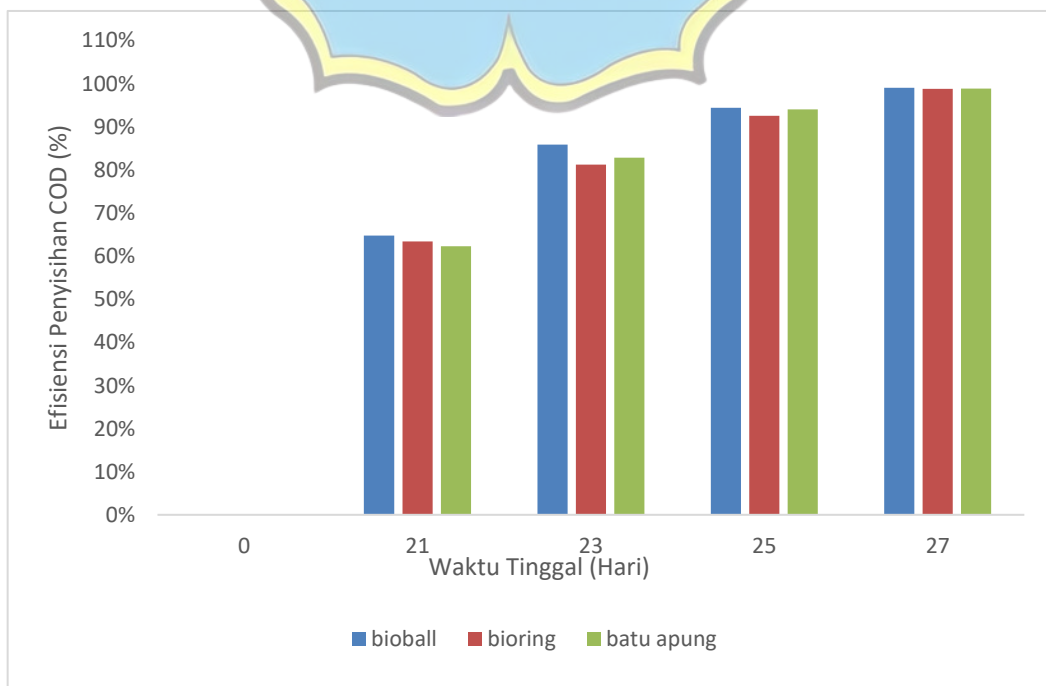


Gambar 4.3 Pengaruh Waktu Tinggal Konsentrasi COD Pada Air Limbah UMKM Makanan Selama Eksperimen *Bioball*

Berdasarkan Gambar. 4.3, pada reaktor waktu tinggal hari ke-0 dengan nilai COD awal 7775,97 mg/L terjadi penurunan nilai COD dari hari ke-1 hingga hari

ke-27 pengolahan atau setelah proses *running*. Pada hari ke-21 terjadi penurunan nilai COD media *bioball*, *bioring* dan batu apung yaitu 2744,46 mg/L, 2850,24 mg/L dan 2934,87 mg/L. Pada hari ke-23 nilai COD media *bioball*, *bioring* dan batu apung yaitu 1100,64 mg/L, 1463,49 mg/L dan 1336,54 mg/L. Pada hari ke-25 nilai COD media *bioball*, *bioring* dan batu apung 441,35 mg/L, 585,39 mg/L dan 467,78 mg/L. Hingga pada hari ke-27 nilai COD media *bioball*, *bioring* dan batu apung yaitu 77,23 mg/L, 97,56 mg/L dan 93,54 mg/L dimana nilai ini telah memenuhi standar Baku Mutu Per Men LHK No. 68 tahun 2016.

Dengan rata-rata efisiensi penyisihan keseluruhan media pada waktu tinggal hari ke-21 diperoleh nilai COD yaitu 7775,97 mg/L dengan rata-rata efisiensi penurunan 63,3%, kemudian pada waktu tinggal hari ke-23 diperoleh nilai COD yaitu 7775,97 mg/L dengan rata-rata efisiensi penurunan 82,9% dan pada waktu tinggal hari ke-25 diperoleh nilai COD yaitu 7775,97 mg/L dengan rata-rata efisiensi penurunan 93,5%, lalu pada waktu tinggal hari ke-27 diperoleh nilai COD



yaitu 7775,97 mg/L dengan rata-rata efisiensi penurunan 98,8%. Kemudian untuk efisiensi pada masing-masing media terdapat *bioball* dengan tingkat rata-rata efisiensi sebesar 85,85%, *bioring* dengan tingkat rata-rata efisiensi sebesar 83,87%, batu apung dengan tingkat rata-rata efisiensi sebesar 84,4%, Hal ini menunjukkan bahwa waktu tinggal yang paling efektif yaitu terjadi pada media *bioball* dengan efisiensi penyisihan mencapai 85,85%.

Gambar 4.4 Efisiensi Penyisihan COD

Selain itu peningkatan nilai konsentrasi COD disebabkan oleh tergerusnya senyawa organik yang terkandung di dalam tanah yang digunakan di dalam eksperimen tersebut, dikarenakan pengaliran air limbah dilakukan secara terus bervariasi kedalam reaktor.

4.5.3. Pengaruh Waktu Tinggal terhadap Penurunan TSS

Total Suspended Solids adalah hasil dari penyaringan padatan terlarut, yang biasanya merupakan partikel koloid, yang pengendapannya dilakukan dengan gravitasi. Hasil uji parameter TSS yang dihasilkan yaitu berupa buangan yang berasal dari limbah dari hasil kegiatan produksi umkm makanan. Hasil penyisihan TSS pada media *bioball*, *bioring*, dan batu apung dapat dilihat variasi masing-masing waktu tinggal, yaitu pada waktu tinggal pada hari ke-21, hari 23, hari 25 dan hari ke-7 Hasil uji parameter TSS setelah pengolahan dapat dilihat pada Tabel 4.4 sebagai berikut.

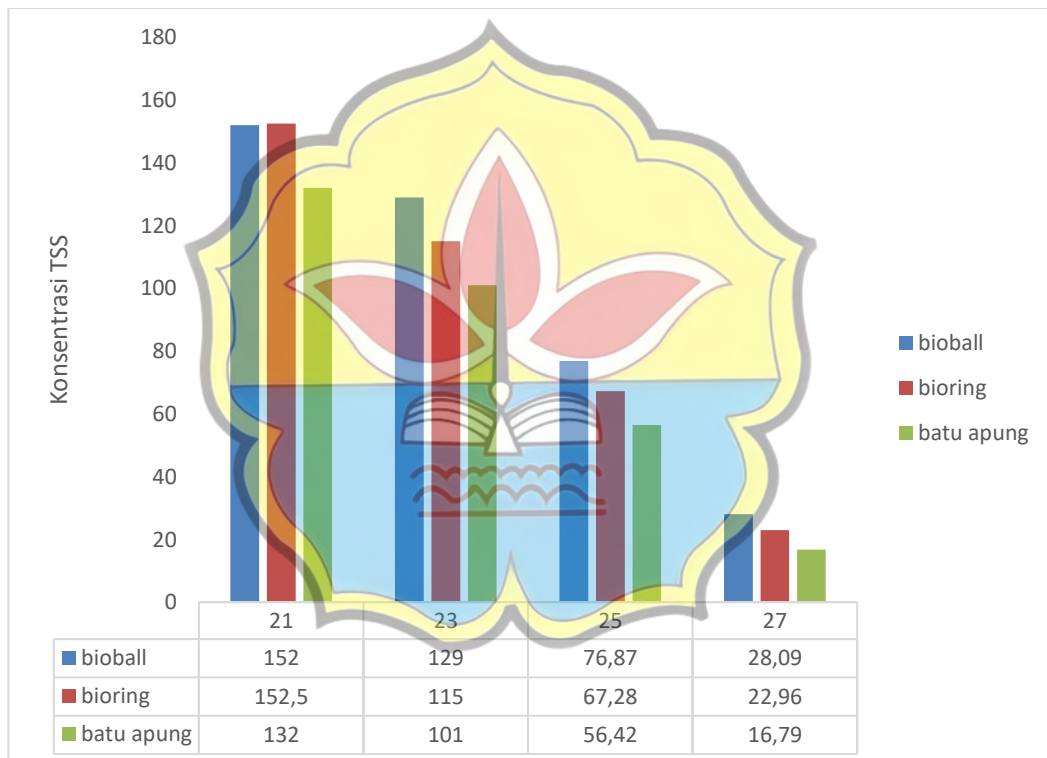
Tabel 4.4 Hasil Uji Parameter TSS Setelah Pengolahan

Waktu Tinggal	Konsentrasi TSS (mg/L)	Efisiensi (%)
---------------	------------------------	---------------

Hari Ke	Reaktor Media <i>Bioball</i>	Reaktor Media <i>Bioring</i>	Reaktor Media Batu Apung	Reaktor Media <i>Bioball</i>	Reaktor Media <i>Bioring</i>	Reaktor Media Batu Apung
21	152,00	152,50	132,00	96,6%	96,5%	97%
23	129,00	115,00	101,00	97,2%	97,4%	97,7%
25	76,87	67,28	56,42	98,2%	98,4%	98,7%
27	28,09*	22,96*	16,79*	99,3%	99,4%	99,6%
Rata-rata	96,49	89,43	76,55	97,82%	97,92%	98,25%

Sumber: Hasil Laboratorium, 2022

Keterangan: *) Memenuhi Baku Mutu Air Limbah Domestik (Permen LHK No. 68 tahun 2016)

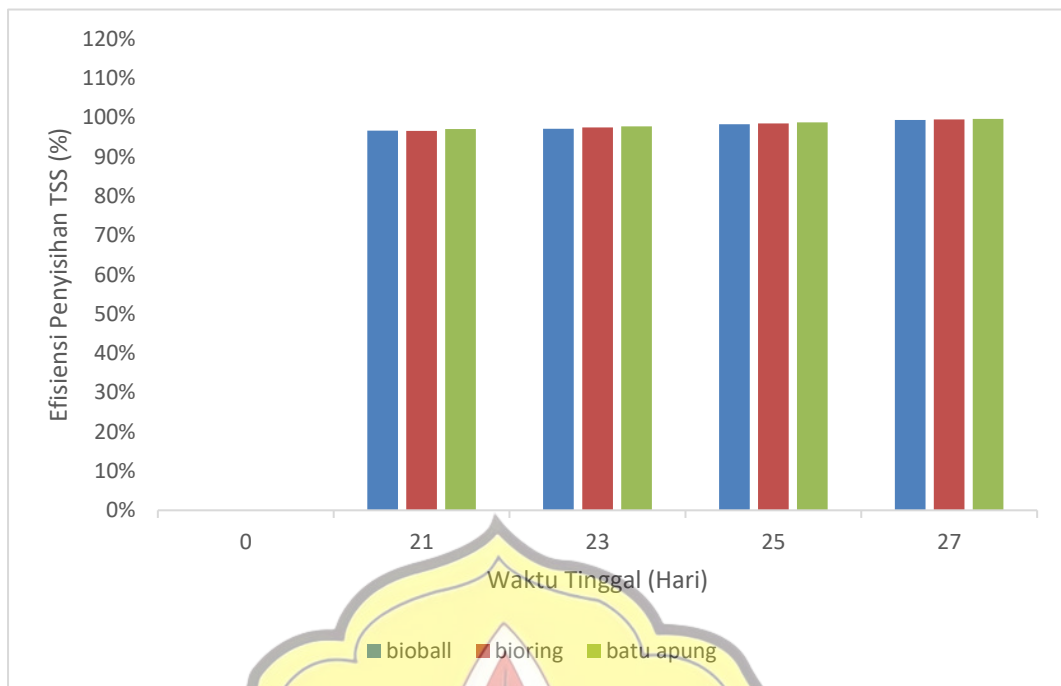


Gambar 4.5 Pengaruh Waktu Tinggal Konsentrasi TSS Pada Air Limbah UMKM Makanan Selama Eksperimen

Berdasarkan Gambar. 4.5 pada reaktor waktu tinggal hari ke-0 dengan nilai TSS awal 4480,80 mg/L terjadi penurunan nilai TSS dari hari ke-1 hingga hari ke-27 pengolahan atau setelah proses *running*. Pada hari ke-21 terjadi penurunan nilai TSS media *bioball*, *bioring* dan batu apung yaitu 152,00 mg/L, 152,50 mg/L dan 132,00 mg/L. Kemudian pada hari ke-23 nilai TSS media *bioball*, *bioring* dan batu

apung yaitu 169,00 mg/L, 135,00 mg/L dan 121,00 mg/L. Pada hari ke-25 nilai TSS media *bioball*, *bioring* dan batu apung 76,87 mg/L, 67,28 mg/L dan 56,42 mg/L. Hingga pada hari ke-27 nilai TSS media *bioball*, *bioring* dan batu apung yaitu 28,09 mg/L, 22,96 mg/L dan 16,79 mg/L dimana nilai ini telah memenuhi standar Baku Mutu Per Men LHK No. 68 tahun 2016.

Dengan rata-rata efisiensi penyisihan keseluruhan media pada waktu tinggal hari ke-21 diperoleh nilai TSS yaitu 4480,80 mg/L dengan rata-rata efisiensi penurunan 96,7%, kemudian pada waktu tinggal hari ke-23 diperoleh nilai TSS yaitu 4480,80 mg/L dengan rata-rata efisiensi penurunan 97,4%, pada waktu tinggal hari ke-25 diperoleh nilai TSS yaitu 4480,80 mg/L dengan rata-rata efisiensi penurunan 98,4%, lalu pada waktu tinggal hari ke-27 diperoleh nilai TSS yaitu 4480,80 mg/L dengan rata-rata efisiensi penurunan 99,4%. Kemudian untuk efisiensi pada masing-masing media terdapat *bioball* dengan tingkat rata-rata efisiensi sebesar 97,82%, *bioring* dengan tingkat rata-rata efisiensi sebesar 97,92%, batu apung dengan tingkat rata-rata efisiensi sebesar 98,25%. Hal ini menunjukkan bahwa waktu tinggal yang paling efektif yaitu terjadi pada media batu apung dengan efisiensi penyisihan mencapai 98,25%.



Gambar 4.6 Grafik Efisiensi Penyisihan TSS

4.5.4. Pengaruh Waktu Tinggal terhadap Penetralan pH

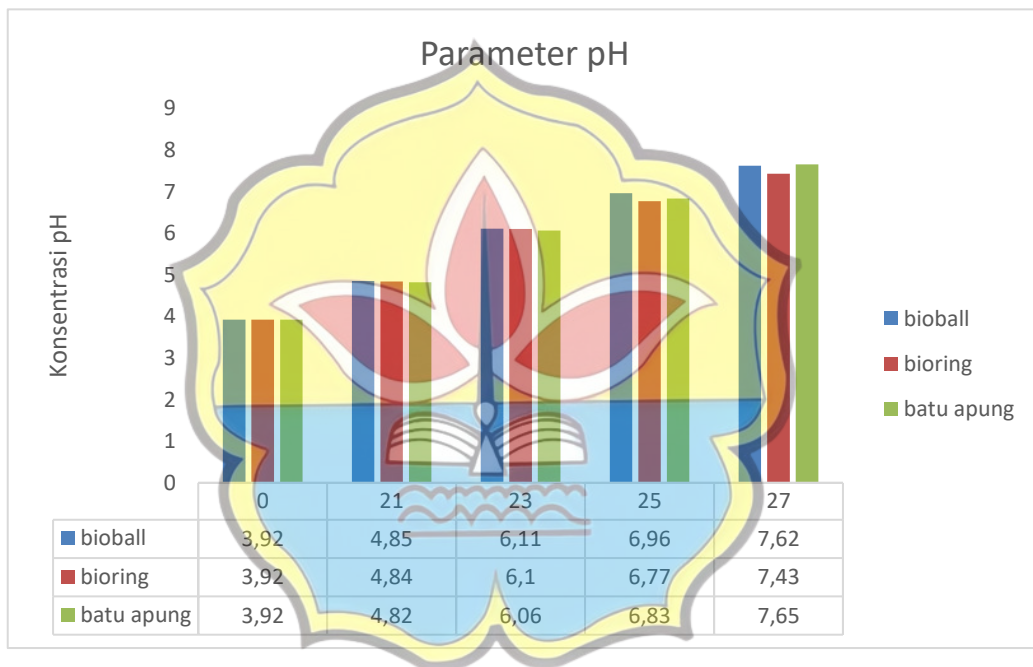
Pertumbuhan mikroorganisme khususnya bakteri, dipengaruhi oleh nilai pH. Agar pertumbuhan baik, diusahakan nilai pH mendekati keadaan netral. Nilai pH antara 4-9,5 dengan nilai pH yang optimum 6,5-7,5 merupakan lingkungan yang sesuai. Hasil uji parameter pH yang dihasilkan dari industri UMKM makanan yaitu berupa buangan yang berasal dari limbah dari hasil kegiatan produksi umkm makanan. Hasil penetralan pH pada media bioball, bioring, dan batu apung dapat dilihat variasi masing-masing waktu tinggal, yaitu pada waktu tinggal pada hari ke-21, hari 23, hari 25 dan hari ke-27 Hasil uji parameter pH setelah pengolahan dapat dilihat pada Tabel 4.5 sebagai berikut.

Tabel 4.5 Hasil Uji Parameter pH Setelah Pengolahan

Waktu Tinggal Hari Ke	Konsentrasi pH		
	ReaktorMedia Biobal	ReaktorMedia Bioring	Reaktor Media Batu Apung
21	4,85	4,84	4,82
23	6,11*	6,10*	6,06*
25	6,96*	6,77*	6,83*
27	7,62*	7,43*	7,65*

Sumber: Hasil Laboratorium, 2022

Keterangan: *) Memenuhi Baku Mutu Air Limbah Domestik (Permen LHK No. 68 tahun 2016)



Gambar 4.7 Pengaruh Waktu Tinggal Konsentrasi pH Pada Air Limbah UMKM Makanan Selama Eksperimen

Berdasarkan Gambar. 4.7 pada reaktor waktu tinggal hari ke-0 dengan nilai konsentrasi pH awal 3.92. Penetrulan nilai pH dari hari ke-1 hingga hari ke- 27 pengolahan atau setelah proses *running*. Pada hari ke-21 terjadi penetrulan nilai pH media *bioball*, *bioring* dan batu apung yaitu 4.85, 4.84, 4.82. Kemudian pada hari ke-23 nilai pH media *bioball*, *bioring* dan batu apung yaitu 6.11, 6.10, 6.06. Pada hari ke-25 nilai pH media *bioball*, *bioring* dan batu apung 6.96, 6.77, 6.83. Hingga

pada hari ke-27 nilai pH media *bioball*, *bioring* dan batu apung yaitu 7.62, 7.43, 7.65. Hal ini menunjukkan bahwa waktu tinggal yang paling efektif untuk penetralan pH terjadi pada media *bioring* dengan pH 7,43.

Berdasarkan eksperimen yang telah dilakukan bahwa hasil media yang paling efektif dalam pengolahan *trickling filter* yaitu pada media *bioball* karena terdapat hasil rata-rata efisiensi dari BOD, COD, TSS dengan persentasi 92,67% lalu konsentrasi pH menunjukkan hasil sebesar 7.62.

Menurut *Yu Liu et al* (2001) semakin lama waktu kontak air limbah terhadap biomassa atau mikroorganisme maka akan semakin banyak zat organik yang tersisihkan. Dari grafik dapat dilihat terjadi kenaikan dan penurunan debit pada masing-masing debit yang dijalankan hal ini dikarenakan ketidak selarasan penggunaan debit yang menyebabkan *biofilm* yang terdapat pada reaktor tidak dapat beradaptasi sehingga beban organik yang dimasukkan naik-turun. Perubahan debit akan menjadi besar dari pengoperasian sebelumnya mengakibatkan terjadinya penurunan efisiensi yang disebabkan oleh mikroorganisme yang tumbuh di dalam reaktor terhadap beban hidrolis yang lebih besar (Said, 2005). Menurut Astuti (2007) semakin lama waktu tinggal maka akan semakin lama waktu kontak antara bahan organik dengan mikroorganisme dalam memanfaatkan bahan organik tersebut untuk metabolisme tubuhnya dan akan menyisihkan kandungan organik dalam air buangan tersebut.

Biofilm yang terbentuk pada media dapat menguraikan bahan organik *biodegradable* yang terkandung dalam air limbah. Molekul bahan organik berdifusi ke dalam sel-sel mikroorganisme yang berada di dalam *biofilm* yang berfungsi

sebagai karbon dan nutrisi yang dibutuhkan untuk pertumbuhan mikroorganisme (Boltz et al, 2006). *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 terperangkap pada permukaan sehingga kandungan nutrisinya dapat lebih tinggi daripada di dalam larutan (Madigan et al., 2006).

Resirkulasi dan distribusi memiliki peran penting untuk kinerja *trickling filter* yang baik dan digunakan untuk membasahi permukaan media, aliran distribusi dan kontrol *biofilm*. Luas permukaan *biofilm* yang aktif dalam *trickling filter* tergantung pada ketebalan *biofilm* dan konfigurasi media. Permukaan *biofilm* aktif menurun seiring dengan bertambahnya ketebalan *biofilm* (Daiger dan Boltz, 2011). Sistem pengolahan air limbah dengan pertumbuhan lekat, proses degradasi substrat organik secara biologis sebagian besar berlangsung pada antar muka *biofilm* dengan limbah cair dan sebagian kecil lagi di dalam badan *biofilm* tersebut (Ritman dan McCarty, 2001; Metcalf dan Eddy, 2003).

Penyusunan media juga termasuk kedalam faktor penentu pertumbuhan *biofilm*. Jika tidak adanya celah atau rongga pada media, air limbah tidak dapat menjangkau seluruh permukaan media. Media potongan PVC hampir seluruh permukaan ditumbuhi oleh *biofilm*. Media arang memiliki celah atau rongga yang cukup, tetapi karena permukaannya yg halus membuat mikroorganisme sulit untuk melekat. Hal ini sesuai dengan referensi yang mengatakan bahwa jenis media yang digunakan harus kuat, keras, tahan tekanan, tahan lama, tidak mudah berubah. Idealnya media *Trickling Filter* yaitu dapat menyediakan area permukaan yang

luas, biaya murah, daya tahan tinggi, dan porositas cukup tinggi untuk menghindari penyumbatan dan terdapat ventilasi (Tchobanoglou *et al.*, 2003).

4.6 Pengaruh Jenis Media Terhadap Efektivitas Penyisihan Pencemar

Kondisi air limbah sampel awal dapat dilihat pada Gambar. 4.14 berikut ini.









Gambar 4.8 Kondisi Air Limbah Sampel Awal

Pada Gambar 4.8 kondisi air limbah sampel awal terlihat berwarna hijau pekat serta berbau yang sangat menyengat. Sisa-sisa hasil produksi pengolahan yang begitu banyak juga terlihat pada sampel air limbah tersebut.

Setelah mengalami pengolahan menggunakan unit *trickling filter* dengan media *bioball*, *bioring* dan batu apung dengan waktu tinggal ke-21 dan 27, kondisi sampel air limbah dapat dilihat pada tabel 4.6 berikut ini.

Tabel 4.6 Perbandingan Hasil Pengolahan Berdasarkan Jenis Media Filter

Waktu Tinggal	<i>Bioball</i>	<i>Bioring</i>	Batu Apung
Hari Ke-21			
Hari Ke-27			

Pada waktu endapan ke-21, setelah pengolahan mulai terlihat perubahan, dimana sisa - sisa yang ada dalam air limbah tidak lagi terlihat, tetapi air limbah masih terlihat keruh. Perubahan terbaik terjadi pada waktu tinggal ke-27 yaitu

sampel air terlihat lebih jernih dan bening. Sehingga dapat disimpulkan bahwa waktu tinggal dalam jenis media pada pengolahan *trickling filter* berpengaruh menyisihkan pencemar.

Berdasarkan warna pada hari ke-27 warna yang paling jernih adalah media batu apung, karena penyisihan TSS terjadi pada media ini. Sementara dengan media *bioball* dan *bioring* warna air tidak jauh berbeda, sedikit lebih keruh di bandingkan batu apung.

Tabel 4.7 Perbandingan Efektivitas Pengolahan Berdasarkan Jenis Media Filter

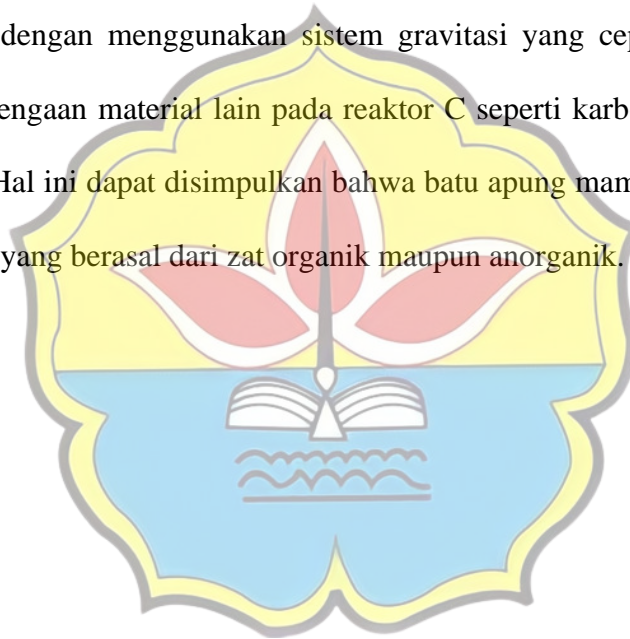
Parameter	<i>Bioball</i>	<i>Bioring</i>	Batu Apung
% BOD	94,35%	93,12%	93,1%
% COD	85,85%	83,87%	84,4%
% TSS	97,82%	97,92%	98,25%
% Ph	7,62*	7,43*	7,65*

Pada tabel 4.7 dapat disimpulkan bahwa penurunan BOD pada pengolahan *trickling filter* yaitu dengan media *bioball*. *Bioball* dibuat dengan bahan yang ringan dan digunakan dalam jumlah banyak, *bioball* mempunyai bentuk yang memiliki beberapa lubang menjadi tempat berkembang biaknya bakteri untuk memproses racun-racun di dalam air limbah sehingga dapat mempengaruhi bakteri yang hidup pada permukaan bak reaktor karena *bioball* merupakan salah satu media filter biologis yang berfungsi sebagai tempat hidup bakteri - bakteri yang diperlukan untuk menjaga kualitas air untuk air limbah dengan beban BOD yang cukup besar dan dapat menghilangkan padatan tersuspensi (*Suspended Solid*) dengan baik yang menempel di sekitar area bak reaktor..

Penurunan COD yang paling efektif adalah *bioball*, karena dalam proses *trickling filter bioball* secara efektif dapat menghilangkan zat organik (COD) yang

ada di dalam air limbah. Pada reaktor *trickling filter*, kandungan air limbah akan diturunkan dengan cara *bach* lalu kemudian terjadi proses degradasi menyebabkan kualitas air media tetap stabil dalam kisaran yang layak bagi pertumbuhan untuk memproses racun-racun di dalam air.

Sedangkan penurunan TSS yang paling efektif adalah media batu apung. Batu apung berfungsi sebagai rumah dari bakteri sehingga pori - pori pada batu apung memiliki pengaruh dalam menyerap kotoran mikro yang berbeda pada molekul air dengan menggunakan sistem gravitasi yang cepat lalu di gunakan bersamaan dengan material lain pada reaktor C seperti karbon aktif, pasir silika dan kerikil. Hal ini dapat disimpulkan bahwa batu apung mampu menyerap bahan polutan baik yang berasal dari zat organik maupun anorganik.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Pengolahan air limbah UMKM makanan menggunakan *trickling filter* dengan media *bioball*, *bioring* dan batu apung sangat efektif dalam menurunkan parameter BOD dengan rata-rata efisiensi penurunan 94,35%, 93,12%, 93,1%. Sedangkan COD mampu menurunkan rata-rata efisiensi sebesar 85,85%, 83,87%, 84,4%. kemudian TSS mampu menurunkan rata-rata efisiensi sebesar 97,82%, 97,92%, 98,25% dan penetralan pH dapat mencapai hasil yang baik dengan nilai pH yaitu 7.62, 7.43, 7.65.
2. Waktu tinggal memberikan pengaruh terhadap peningkatan efisiensi penyisihan BOD, COD, TSS serta pH. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin lama waktu tinggal maka akan semakin baik penurunan konsentrasi dengan memenuhi baku mutu sesuai dengan Permen LHK No. 68 tahun 2016.
3. Penyisihan paling efektif untuk parameter BOD dan COD adalah *bioball* karena sebagai tempat hidup bakteri - bakteri yang diperlukan untuk menjaga kualitas untuk air limbah dengan beban BOD dan COD yang cukup besar dan dapat menghilangkan padatan tersuspend. Sementara penyisihan

paling efektif pada TSS adalah batu apung karena mampu menyerap kotoran mikro yang berbeda pada molekul air dengan menggunakan sistem gravitasi yang cepat lalu di gunakan bersamaan dengan material lain.

5.2 Saran

1. Diperlukan penelitian lanjutan untuk pengolahan menggunakan metode *trickling filter* dengan jenis air limbah yang berbeda.
2. Diperlukan variasi metode pengolahan untuk menurunkan parameter pencemar yang memenuhi baku mutu dengan waktu tinggal kurang dari 27 hari.



DAFTAR PUSTAKA

- Alfia, A.R., E. Arini dan T. Elfitasari. (2013). Pengaruh kepadatan yang berbeda terhadap kelulushidupan dan pertumbuhan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) pada sistem resirkulasi dengan filter *bioball*. *Journal of AquacultureManajement Technology*. **2** (3): 86-93.
- Arik Agustina dkk (2016). Pengaruh Biofilm Terhadap Efektivitas Penurunan BOD, COD, TSS, Minyak Dan Lemak Dari Limbah Pengolahan Ikan Menggunakan Trickling Filter *Universitas Udayana, Bukit Jimbaran, Badung, Bali*.
- Asmadi dan Suharno. (2012). Dasar-Dasar Pengolahan Air Limbah. Gosyen Publishing. *Pontianak*.
- Azamia, M.(2012). *Pengolahan Limbah Cair Laboratorium Kimia dalam Penurunan Kadar Organik Serta Logam Berat Fe, Mn, Cr dengan Metode Koagulasi dan Adsorpsi*. Depok : Universitas Indonesia. Halaman 4-6.
- Izharul Hag (2009). *Drip Trickling Filter. Environmental Enginnering And Civil Enginerring Departement, ZH College of Engg. & Technology. Muslim Aligarh University, Aligarh, India*
- Jambi, B. K. B. (2021). *Kota Jambi dalam Angka 2021*. Jambi: BPS Kota Jambi.
- Lemji, H.H., & Eckstädt, H. (2013). *A Pilot Scale Trickling Filter With Pebble Gravel As Media And Its Performance To Remove Chemical Oxygen Demand From Synthetic Brewery Wastewater*. *Zhejiang University-SCIENCE B (Biomedicine & Biotechnology)*, 14(10), pp.924–933.
- Linsley, R.K. (1985). Teknik Sumber Daya Air. Edisi ketiga. Penerbit Erlangga, *Jakarta*
- Martini, S, Yuliwati, D, Kharismadewi, D. (2020). Pembuatan Teknologi Pengolahan Limbah Cair Industri, *Universitas Muhammadiyah Palembang*.
- Metcalf & Eddy (2003). Wastewater Engineering: Attached Growth And Combined Biological Treatment Processes, International Edition, McGraw-Hill, New York*
- Moh Sholichin (2012). Jurusan Teknik Pengairan, *Universitas Brawijaya*
- Rizkiyanti dan Alfiah (2018). Kinerja Trickling Filter Unruk Mengolah Limbah Cair Katering Dengan Variasi Media Bioball Dan Batu Apung Ditinjau

Dari Parameter BOD₅ DAN COD, *Institut Teknologi Adhi Tama, Surabaya.*

Said, N. I. (2002). Teknologi pengolahan limbah cair dengan proses biologis. Bagian 1-C. 76-148 hlm.

Said, N.I. 2010. *Teknologi Pengolahan Air Limbah dengan Proses Biofilm Tercelup. Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan.* Jakarta.

Tchobanoglous G., Burton FL., Stensel HD. 1991. *Wastewater Engineering Treatment and Reusu. 4 th.* Eds. New York: McGraw Hill.



LAMPIRAN
DOKUMENTASI



Bak Penampung Awal dan Reaktor *Trickling Filter*



Sebelum dilakukan Pengolahan



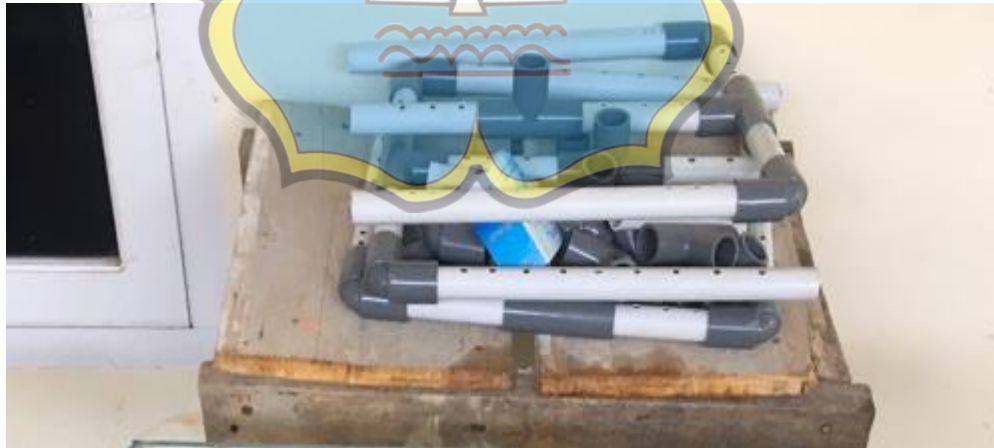
Bioball

Bioring

Batu Apung

Sesudah dilakukan Pengolahan

ALAT DAN BAHAN



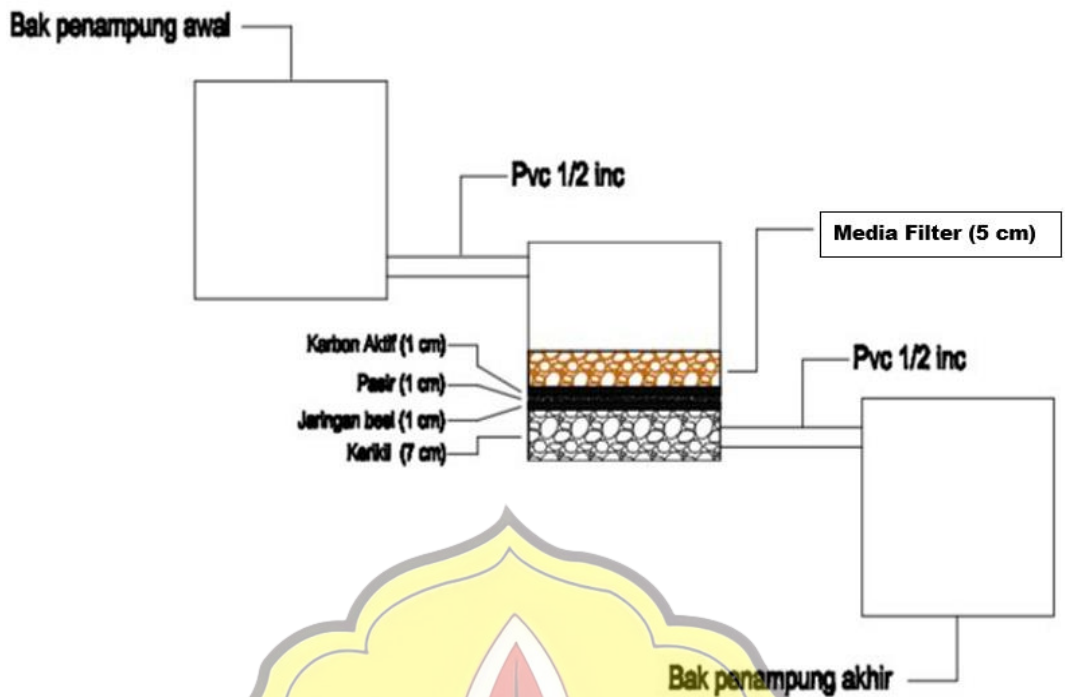
Pipa PVC



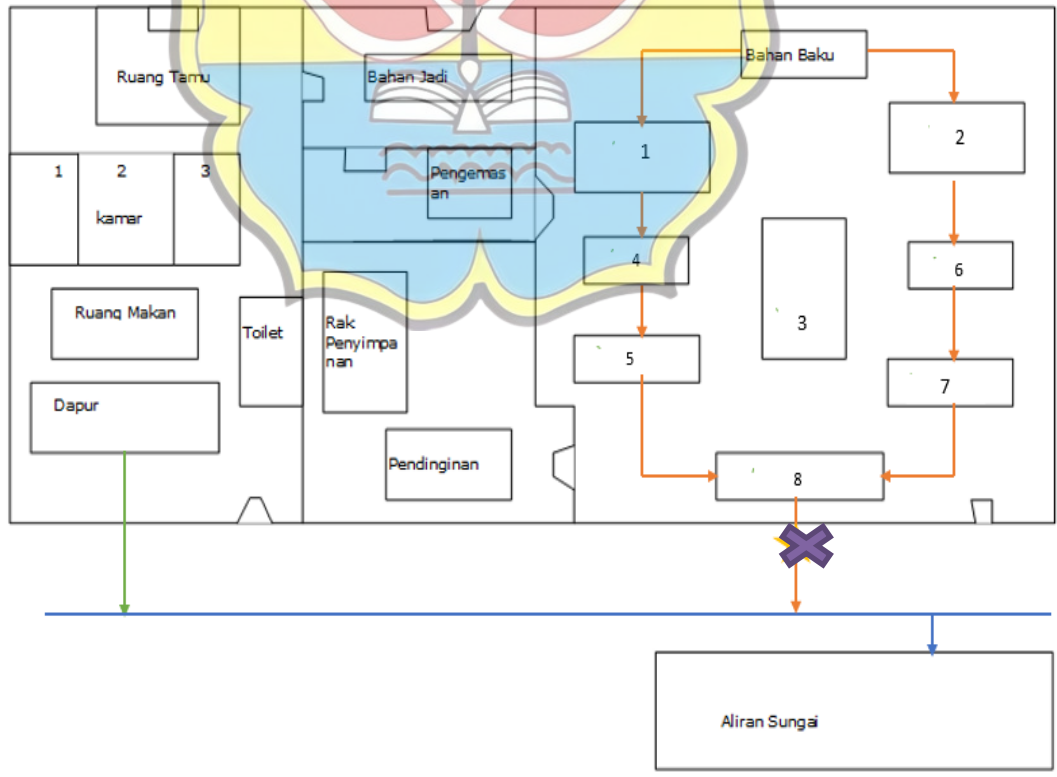
Batu Kerikil dan Botol Aqua



Jaring Besi, Pasir, Kapas dan Karbon Aktif



Konsep Desain *Trickling Filter*



Layout

TABEL EKSPERIMEN

Waktu Tinggal Hari Ke	Konsentrasi BOD (mg/L)			Efisiensi (%)		
	Reaktor Media <i>Bioball</i>	Reaktor Media <i>Bioring</i>	Reaktor Media Batu Apung	Reaktor Media <i>Bioball</i>	Reaktor Media <i>Bioring</i>	Reaktor Media Batu Apung
	21	760,21	859,49	953,77	85,7%	83,8%
23	294,71	393,20	353,49	94,4%	92,6%	93,3%
25	114,23	176,44	130,79	97,8%	96,6%	97,5%
27	21,70*	26,46*	20,27*	99,5%	99,5%	99,6%
Rata-rata	297,7	363,9	364,9	94,35%	93,12%	93,1%

Hasil Uji Parameter BOD Setelah Pengolahan

Waktu Tinggal Hari Ke	Konsentrasi COD (mg/L)			Efisiensi (%)		
	Reaktor Media <i>Bioball</i>	Reaktor Media <i>Bioring</i>	Reaktor Media Batu Apung	Reaktor Media <i>Bioball</i>	Reaktor Media <i>Bioring</i>	Reaktor Media Batu Apung
	21	2744,46	2850,24	2934,87	64,7%	63,3%
23	1100,64	1463,49	1336,54	85,4%	81,1%	82,8%
25	441,35	585,39	467,78	94,3%	92,4%	93,9%
27	77,23*	97,56*	93,54*	99%	98,7%	98,7%
Rata-rata	843,42	1249,2	1208,2	85,85%	83,87%	84,4%

Hasil Uji Parameter COD Setelah Pengolahan

Waktu Tinggal Hari Ke	Konsentrasi TSS (mg/L)			Efisiensi (%)		
	Reaktor Media <i>Bioball</i>	Reaktor Media <i>Bioring</i>	Reaktor Media Batu Apung	Reaktor Media <i>Bioball</i>	Reaktor Media <i>Bioring</i>	Reaktor Media Batu Apung
	21	152,00	152,50	132,00	96,6%	96,5%
23	129,00	115,00	101,00	97,2%	97,4%	97,7%
25	76,87	67,28	56,42	98,2%	98,4%	98,7%
27	28,09*	22,96*	16,79*	99,3%	99,4%	99,6%
Rata-rata	96,49	89,43	76,55	97,82%	97,92%	98,25%

Hasil Uji Parameter TSS Setelah Pengolahan

Waktu Tinggal Hari Ke	Konsentrasi pH		
	ReaktorMedia Biobal	ReaktorMedia Bioring	Reaktor Media Batu Apung
21	4,85	4,84	4,82
23	6,11*	6,10*	6,06*
25	6,96*	6,77*	6,83*
27	7,62*	7,43*	7,65*

Hasil Uji Parameter pH Setelah Pengolahan



JADWAL EKSPERIMEN

TIME SCHEDULE EKSPERIMEN PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN


No	TAHAPAN KEGIATAN	WAKTU PELAKSANAAN				
		11/08/2022	12/08/2022	13/08/2022	21/08/2022	3/09/2022
1	Persiapan					
	Persiapan alat dan bahan <i>Trickling Filter</i>					
	Pengecekan Kelayakan Reaktor					
	Pengambilan sampel air limbah					
2	Pelaksanaan Eksperimen					
	Proses <i>Seeding</i>					
	Proses Aklimatisasi					
	Proses <i>Running</i>					

**Program Studi Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Universitas Batanghari**

Form : TLD-05

HALAMAN REVISI TUGAS AKHIR

N a m a : M. Dinno Praja Aulia
NPM : 1700825201011
Judul Tugas Akhir : Pengaruh Jenis Media Pada Trickling Filter Terhadap
Pengolahan Limbah Cair Industri Makanan Ringan Umkm
Gerai Amanah

No.	Tanggal	Kegiatan/Pembahasan	Paraf
	22-12-22	Acc Jilid laporan	


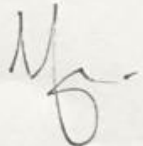
Jambi, _____, _____ 2022

Dosen Pembimbing II


(Anggrika Riyanti, ST, M.Si)

HALAMAN ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : M. Dinno Praja Aulia
 NPM : 1700825201011
 Judul Tugas Akhir : Pengaruh Jenis Media Pada Trickling Filter Terhadap Pengolahan Limbah Cair Industri Makanan Ringan Uluken Gerai Amanah

No.	Tanggal	Kegiatan/Pembahasan	Paraf
	20/9-2022	Bab I. Perbaiki no bab 1. 1. tumbuk 0-6 1. 2 perbaiki judul 1. 3 4. tumbuk bahan manis.	
	19/05-2022	Bab Bahan 6 lly - kerdus dan kerdus dan Pengumpul di kerdus - mesin mesin - lly kardus pi	

Jambi, _____ 2022

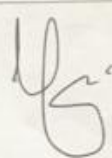

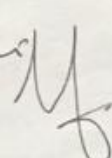
Dosen Pembimbing I

- perbaiki bahan mesin.

(Monik Kasman, ST, M. Eng)

HALAMAN ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : M. Dinno Praja Aulia
NPM : 1700825201011
Judul Tugas Akhir : Pengaruh Jenis Media Pada Trickling Filter Terhadap
Pengolahan Limbah Cair UMKM Gerai Amanah

No.	Tanggal	Kegiatan/Pembahasan	Paraf
	24/05-21	Bab I → 06 Lagi bab II & bab III Bab I & II ke p II	
	28/06-21	Terus bab III → 411	
	01/07-21	Kelas bab III Membaca dengan dan praktik - praktik konsep dasar - praktik dengan + kolektor (tabel - praktik variabel bebas - + gbr. 3D.	

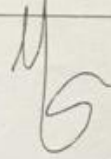

Jambi, _____, 2022

Dosen Pembimbing I

(Monik Kasman, ST, M. Eng)

HALAMAN ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : M. Dinno Praja Aulia
NPM : 1700825201011
Judul Tugas Akhir : Pengaruh Jenis Media Pada Trickling Filter Terhadap
Pengolahan Limbah Cair UMKM Gerai Amanah

No.	Tanggal	Kegiatan/Pembahasan	Paraf
	06-07-22	Bd II pendahuluan, elemen, tabel dan gambar gambar ke p II	
	07-07-22	Bd I II Sle ke p II ke p II	

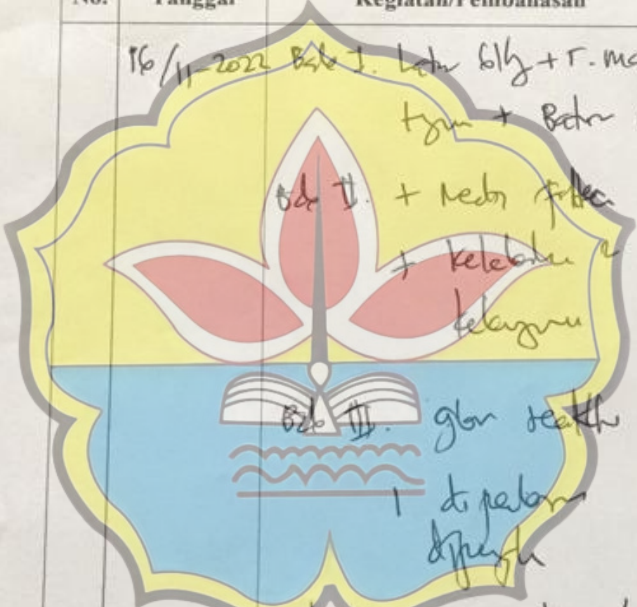
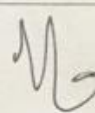
Jambi, _____ 2022

Dosen Pembimbing I

(Monik Kasman, ST, M. Eng)

HALAMAN REVISI TUGAS AKHIR

Nama : M. Dinno Praja Aulia
 NPM : 1700825201011
 Judul Tugas Akhir : Pengaruh Jenis Media Pada Trickling Filter Terhadap
 Pengolahan Limbah Cair Industri Makanan Ringan Umkm
 Gerai Amanah

No.	Tanggal	Kegiatan/Pembahasan	Paraf
	16/11-2022	 <p>Bab I. Latar blg + r. msh tgm + Bahr msh bab II. + media filter + kelakuan kelakuan Bab III. glan sealkh 1 di pelan dpeygh bab IV. + nama konul Redy, alabulh Fuzy 4.5.1 0 4.5.2</p>	

WT

Jambi, _____ 2022

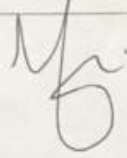
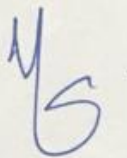
Bab

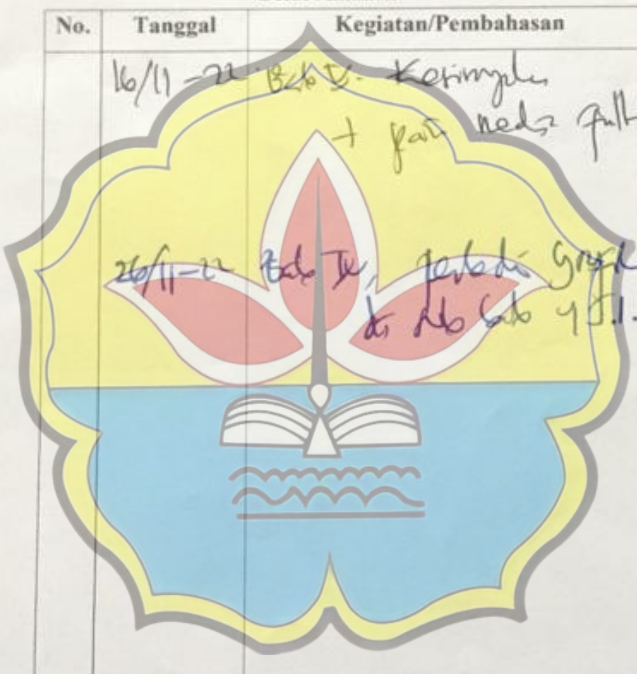
Dosen Pembimbing II

(Monik Kasman, ST, M.Eng, Sc)

HALAMAN REVISI TUGAS AKHIR

Nama : M. Dinno Praja Aulia
NPM : 1700825201011
Judul Tugas Akhir : Pengaruh Jenis Media Pada Trickling Filter Terhadap
Pengolahan Limbah Cair Industri Makanan Ringan Umkm
Gerai Amanah

No.	Tanggal	Kegiatan/Pembahasan	Paraf
	16/11-22	Bab V - Kerangka + part media filter.	
	26/11-22	Bab IV, part ke 5 dan ke 6 y.t.t.	



Jambi, _____, _____ 2022

Dosen Pembimbing II

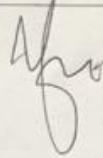
(Monik Kasman, ST, M.Eng, Sc)

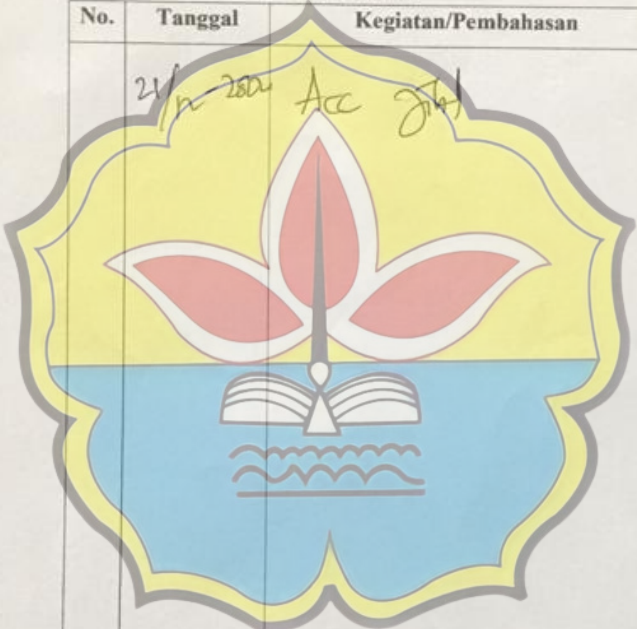
Program Studi Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Universitas Batanghari

Form : TLD-05

HALAMAN REVISI TUGAS AKHIR

Nama : M. Dinno Praja Aulia
NPM : 1700825201011
Judul Tugas Akhir : Pengaruh Jenis Media Pada Trickling Filter Terhadap
Pengolahan Limbah Cair Industri Makanan Ringan Umkm
Gerai Amanah

No.	Tanggal	Kegiatan/Pembahasan	Paraf
	21/12/2022	Acc Jhd	



Jambi, _____, 2022

Dosen Pembimbing II

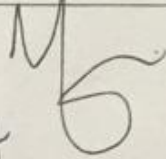
(Monik Kasman, ST, M.Eng, Sc)

Program Studi Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Universitas Batanghari

Form : TLD-05

HALAMAN ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : M. Dinno Praja Aulia
NPM : 1700825201011
Judul Tugas Akhir : Pengaruh Jenis Media Pada Trickling Filter Terhadap
Pengolahan Limbah Cair Industri Makanan Ringan UMKM
Gerai Amanah

No.	Tanggal	Kegiatan/Pembahasan	Paraf
	18-10-2022	Acc isby hari kerja dan jms 20/10 atau 21/10	

Jambi, _____ 2022

Dosen Pembimbing I

(Monik Kasman S.T, M.Sc Eng)

Program Studi Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Universitas Batanghari

Form : TLD-05

HALAMAN REVISI PROPOSAL TUGAS AKHIR

Nama : M. Dinno Praja Aulia
NPM : 1700825201011
Judul Tugas Akhir : Pengaruh Jenis Media Pada Trickling Filter Terhadap
Pengolahan Limbah Cair Industri Makanan Ringan Umkm
Gerai Amanah

No.	Tanggal	Kegiatan/Pembahasan	Paraf
	10/10-2022	- tambahkan pembahasan tentang variasi media filtrasi, mana yang lebih efektif - perbaiki format tabel keberagaman tabel. perbaiki gambar bab 3	

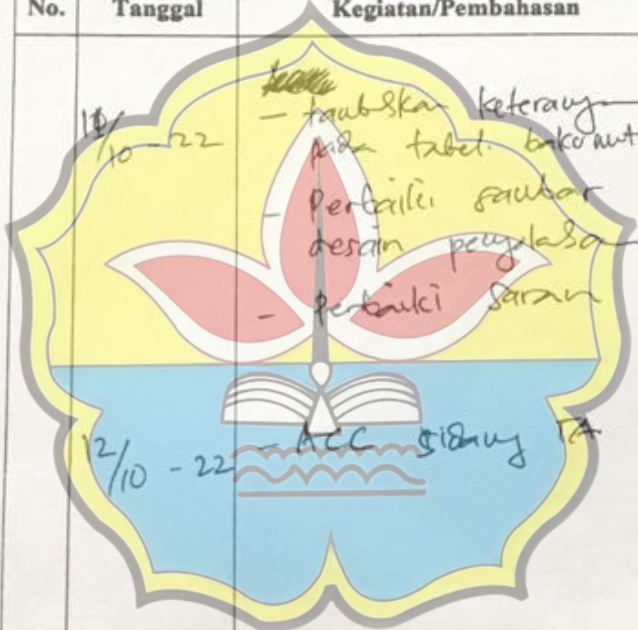


Jambi, _____, _____ 2022

Dosen Pembimbing II

(Anggrika Riyanti, ST, M.Si)

HALAMAN ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : M. Dinno Praja Aulia
NPM : 1700825201011
Judul Tugas Akhir : Pengaruh Jenis Media Pada Trickling Filter Terhadap
Pengolahan Limbah Cair Industri Makanan Ringan Umkm
Gerai Amanah

No.	Tanggal	Kegiatan/Pembahasan	Paraf
	10/10-22	 <p>- taubiskan keterangan pada tabel. bako mutu - Perbaiki sauhar desain pengalasan - Perbaiki Saran</p>	
	12/10-22	- ACC Sibang TA	


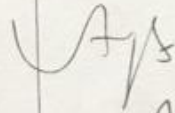

Jambi, _____, _____ 2022

Dosen Pembimbing II

(Anggrika Riyanti, ST, M.Si)

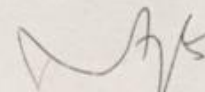
HALAMAN ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : M. Dinno Praja Aulia
NPM : 1700825201011
Judul Tugas Akhir : Pengaruh Jenis Media Pada Trickling Filter Terhadap
Pengolahan Limbah Cair Industri Makanan Ringan Ukm
Gerai Amanah

No.	Tanggal	Kegiatan/Pembahasan	Paraf
	18/5-2022	bab 6 latar belakang lebih fokus ke permasalahan & data sekunder & penelitian lain - Variasi bedongjelaskan	
	16/6-22	- Perbaiki bab 1 latar belakang	
	14/7-22	- lanjut bab 3	

Jambi, _____, 2022

Dosen Pembimbing II



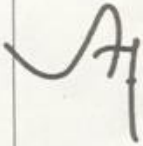
(Anggrika Riyanti, ST, M. Si)


Program Studi Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Universitas Batanghari

Form : TLD-05

HALAMAN ASISTENSI TUGAS AKHIR

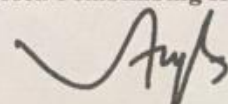
Nama : M. Dinno Praja Aulia
NPM : 1700825201011
Judul Tugas Akhir : Pengaruh Jenis Media Pada Trickling Filter Terhadap
Pengolahan Limbah Cair Industri Makanan Ringan Umkm
Gerai Amanah

No.	Tanggal	Kegiatan/Pembahasan	Paraf
	21-07-22	ACC Seminar Proposal	



Jambi, _____ 2022

Dosen Pembimbing II




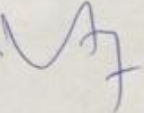
(Anggrika Riyanti, ST, M.Si)

Program Studi Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Universitas Batanghari

Form : TLD-05

HALAMAN REVISI TUGAS AKHIR

Nama : M. Dinno Praja Aulia
NPM : 1700825201011
Judul Tugas Akhir : Pengaruh Jenis Media Pada Trickling Filter Terhadap
Pengolahan Limbah Cair Industri Makanan Ringan Umkm
Gerai Amanah

No.	Tanggal	Kegiatan/Pembahasan	Paraf
28/11-22		- perbaikan penyelaraan jenis media filter - perbaikan format tabel.	
8/12-22		- jelaskan lebih rinci mengenai jenis media terhadap % penurunan parameter BOD, COD & TSS, kaitan & karakteristik media filter	

Jambi, _____ 2022

Dosen Pembimbing II

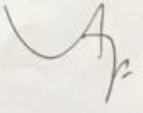
(Anggrika Riyanti, ST, M.Si)

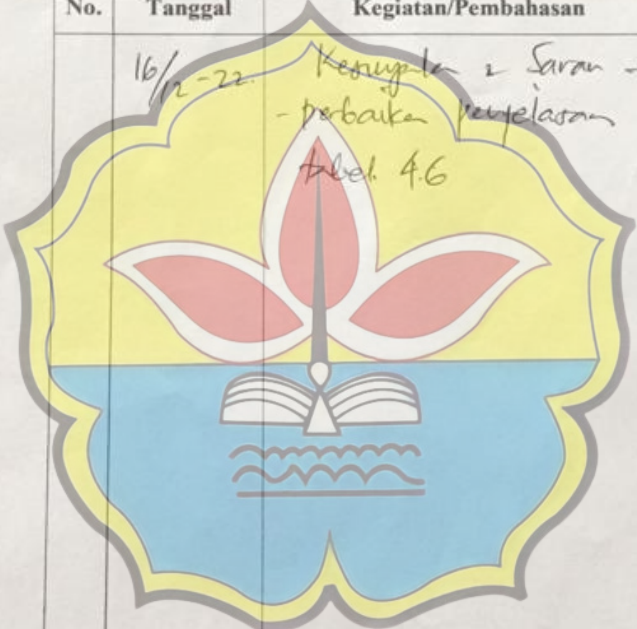
Program Studi Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Universitas Batanghari

Form : TLD-05

HALAMAN REVISI TUGAS AKHIR

Nama : M. Dinno Praja Aulia
NPM : 1700825201011
Judul Tugas Akhir : Pengaruh Jenis Media Pada Trickling Filter Terhadap
Pengolahan Limbah Cair Industri Makanan Ringan Umkm
Gerai Amanah

No.	Tanggal	Kegiatan/Pembahasan	Paraf
	16/12-22	Kesimpulan & Saran -OK. -perbaiki penjelasan tabel 4.6	



Jambi, _____, _____ 2022

Dosen Pembimbing II

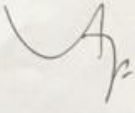
(Anggrika Riyanti, ST, M.Si)

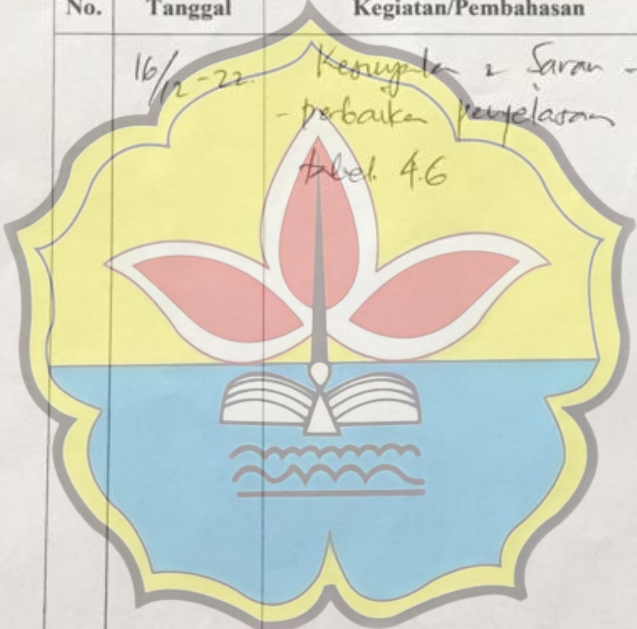
Program Studi Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Universitas Batanghari

Form : TLD-05

HALAMAN REVISI TUGAS AKHIR

Nama : M. Dinno Praja Aulia
NPM : 1700825201011
Judul Tugas Akhir : Pengaruh Jenis Media Pada Trickling Filter Terhadap
Pengolahan Limbah Cair Industri Makanan Ringan Umkm
Gerai Amanah

No.	Tanggal	Kegiatan/Pembahasan	Paraf
	16/12-22	Kesimpulan & Saran -OK- -perbaiki penjelasan tabel 4.6	



Jambi, _____, _____ 2022

Dosen Pembimbing II

(Anggrika Riyanti, ST, M.Si)

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : M. DINNO PRAJA AULIA

NIM : 1700825201011

Program Studi : TEKNIK LINGKUNGAN

Tgl. Ujian TA : 31 OKTOBER 2022

Alamat Rumah : Jl. HIBAH IBRAHIM LRG SAWIT 2 JAWANA REBORN

BLOK J NO 11, RT 19, KEL. RAWASARI, KEL. ALAM
BARATO

No. Tlp Rumah : HPI 085874150078

Menyatakan dengan sebenarnya akan menyelesaikan perbaikan Tugas Akhir setelah Ujian Komprehensif, sesuai dengan waktu yang diberikan selesai sidang Tugas Akhir saya. Lama waktu perbaikan adalah : dua (2) Minggu, terhitung mulai terhitung tanggal 31 October 2022
14 November 2022

Apabila saya tidak bisa menyelesaikan dalam jangka waktu yang diberikan tersebut, saya bersedia menerima sanksi tidak Ikut Wisuda atau sanksi lain yang diberikan Fakultas.

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, dalam keadaan pikiran tenang dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Jambi, 31 OKTOBER 2022

Yang menyatakan.



M. DINNO PRAJA AULIA

Catatan :
Melampirkan Berita Acara Tugas Akhir
Coret yang tidak perlu

BERITA ACARA UJIAN/SIDANG TUGAS AKHIR

Pada hari ini, Senin, Tanggal 31 Oktober 2022, telah dilaksanakan Ujian Tugas Akhir mahasiswa

Nama : M Dinno Raja Aulia
 NPM : 1700825201811
 Waktu : 09.30 3/4 selesai
 Tempat : Ruang Sibang FT.

Judul Tugas Akhir :
Pengaruh Jenis Media pada Trickling Filter terhadap Pengolahan Limbah Cair Industri Makanan Ringan UMKM Gerai Amanah

Hasil evaluasi Tim Penguji sebagai berikut :

	Nama Tim Penguji	Nilai	Tanda tangan
Pembimbing I	Monik Kasman, ST, M.Eng.Sc	85	1.
Pembimbing II	Anggrika Riyanti, ST, M.Si	84	2.
Penguji I	Marhaba, ST, M.Si	80	3.
Penguji II	Hadrath, ST, MT	80	4.
Penguji III	Drs. G.M Sarajih, M.Si	75	5.
	Jumlah	404	
	Nilai Rata-Rata / Huruf	80,8 / (A)	

Keputusan Tim Penguji pada Sidang Tugas Akhir :

① LULUS, dengan nilai : 80,8 / A

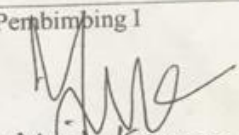
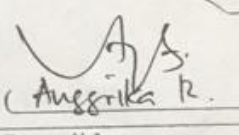
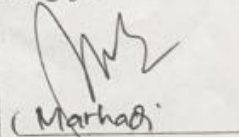
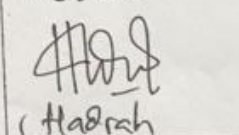
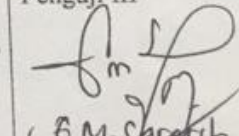
Perbaikan :

Perbaikan judul : Efektivitas Jenis Media pada Trickling Filter terhadap Pengolahan Limbah Cair

2. TIDAK LULUS, dengan catatan sebagai berikut :

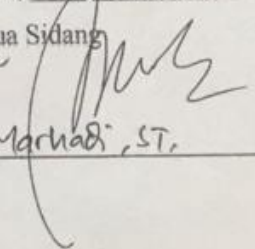
LEMBAR REVISI UJIAN/SIDANG TUGAS AKHIR

Nama : M. Dinnio Prayn Aulia
 NPM : 1700825201011
 Judul Proposal TA : Penyarah Jenis Media pada Trickling Filter
terhadap Penolakan Limbah Cair Industri Makanan
Kuliah UMKM Gerai Amanah

No.	Uraian	Tanda Tangan
1.		Pembimbing I  (Mohik Kasman)
2.		Pembimbing II  (Aussrika R.)
3.	- Jelaskan penyarah jenis media filter - tambahkan <u>di</u> <u>batasannya</u> & bab 2. - <u>batasannya</u> <u>masalah</u> <u>akhir</u> <u>trickling</u>	Penguji I  (Marhaedi)
4.	- Cek kembali penyarah pada pembesaran - jelaskan media <u>di</u> <u>masalah</u> <u>terbaik</u> dan alasannya.	Penguji II  (Habrah)
5.	- Judul. diperbaiki - Permen LH → tidak mengacu ke buku mutu - UMKM → di <u>batasannya</u> <u>masalah</u> .	Penguji III  (B.M. Saifullah)

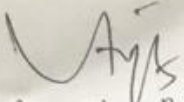
Jambi, 31, October, 2022

Ketua Sidang

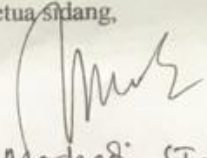

(Marhaedi, ST.)

Jambi, 31 Oktober 2022


Sekretaris sidang,


(Augriana Ruyantir, ST, M.Si)

Ketua sidang,

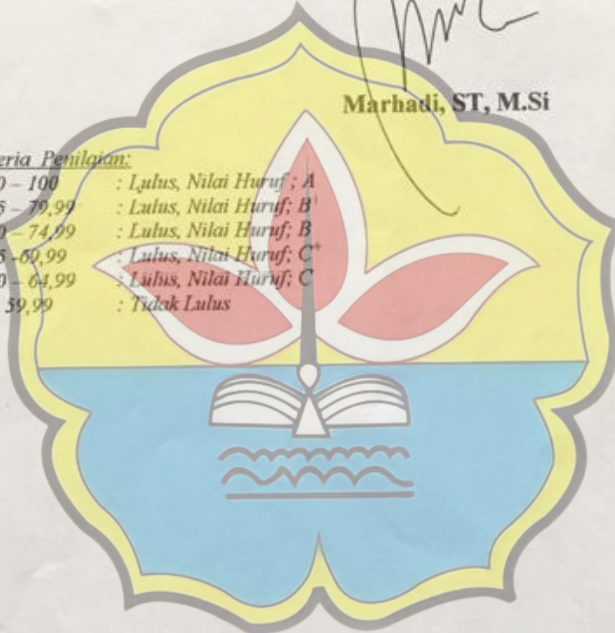

(Marhadi, ST, M.Si)

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Lingkungan


Marhadi, ST, M.Si

Kriteria Penilaian:

1. 80 - 100 : Lulus, Nilai Huruf: A
2. 75 - 79,99 : Lulus, Nilai Huruf: B
3. 70 - 74,99 : Lulus, Nilai Huruf: B
4. 65 - 69,99 : Lulus, Nilai Huruf: C⁺
5. 60 - 64,99 : Lulus, Nilai Huruf: C
6. < 59,99 : Tidak Lulus



FORM PENILAIAN
UJIAN/SIDANG TUGAS AKHIR

Hari/ Tanggal : Semn / 30-10-2022

Nama : M. Dimio Praga Aulia

NPM : 1700825201011

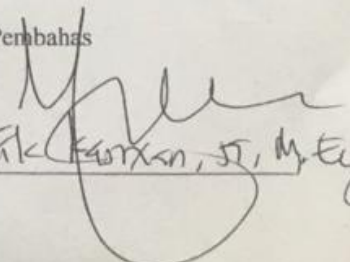
Judul Tugas Akhir :

Pengolah Jenis Media Pada Trekting Filter Terhadaf
Pengolahan Limbah Cair Industri Makanan Ringan
UMKM Geni Anardi

No.	Kriteria Penilaian	Persentase	Nilai (Angka)
1.	Isi laporan Tugas Akhir dan sistematika penulisan	30%	85
2.	Pengujian Tugas Akhir	35%	85
3.	Pengujian Mata Kuliah Dasar Keahlian (MKDK) dan Mata Kuliah Keahlian (MKK)	15%	85
3.	Penyajian (kejelasan power point), sikap, cara penyampaian dan kemampuan menjawab pertanyaan	20%	85
	Jumlah	100%	85
	Nilai Rata-Rata		85

Jambi, 31 Oktober, 2022

Dosen Pembahas


(Monik Karison, ST, M. Eng)

FORM PENILAIAN
UJIAN/SIDANG TUGAS AKHIR

Hari/ Tanggal : Senin, 31 Oktober 2022

Nama : M. Dinno Praga Alia

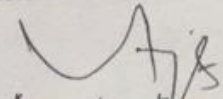
NPM : 1700825201011

Judul Tugas Akhir : Penyusutan Jenis Media pada Trickly Filter terhadap
Pengelatan Limbah Cair Industri Makanan
UMKM.

No.	Kriteria Penilaian	Persentase	Nilai (Angka)
1.	Isi laporan Tugas Akhir dan sistematika penulisan	30%	84
2.	Pengujian Tugas Akhir	35%	84
3.	Pengujian Mata Kuliah Dasar Keahlian (MKDK) dan Mata Kuliah Keahlian (MKK)	15%	84
3.	Penyajian (kejelasan power point), sikap, cara penyampaian dan kemampuan menjawab pertanyaan	20%	84
	Jumlah	100%	84
	Nilai Rata-Rata		

Jambi, 31. Oktober 2022

Dosen Pembahas


Anggrika Rhyanti, ST, M-Sc

FORM PENILAIAN
UJIAN/SIDANG TUGAS AKHIR

Hari/ Tanggal : SENIN, 31 OKTOBER 2022

Nama : M. Dinno Praga Aulia

NPM : 1700875201011

Judul Tugas Akhir : Pengaruh jenis media pada TRICKLING filter terhadap
penyisihan limbah cair industri makanan ringan
UMKM berbahan

No.	Kriteria Penilaian	Persentase	Nilai (Angka)
1.	Isi laporan Tugas Akhir dan sistematika penulisan	30%	24
2.	Pengujian Tugas Akhir	35%	28
3.	Pengujian Mata Kuliah Dasar Keahlian (MKDK) dan Mata Kuliah Keahlian (MKK)	15%	12
3.	Penyajian (kejelasan power point), sikap, cara penyampaian dan kemampuan menjawab pertanyaan	20%	16
	Jumlah	100%	80
	Nilai Rata-Rata		

Jambi, 31 Oktober 2022

Dosen Pembahas

Marhadi, ST. M. Si

FORM PENILAIAN
UJIAN/SIDANG TUGAS AKHIR

Hari/ Tanggal : Senin / 31 Oktober 2022

Nama : M. Dinno Praja Aulia

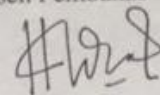
NPM : 1700825201011

Judul Tugas Akhir : Pengaruh Jenis Media pada Trickling Filter terhadap Pengolahan Limbah Cair Industri Makanan Ringan UMKM Gerai Amanah

No.	Kriteria Penilaian	Persentase	Nilai (Angka)
1.	Isi laporan Tugas Akhir dan sistematika penulisan	30%	80
2.	Pengujian Tugas Akhir	35%	80
3.	Pengujian Mata Kuliah Dasar Keahlian (MKDK) dan Mata Kuliah Keahlian (MKK)	15%	80
3.	Penyajian (kejelasan power point), sikap, cara penyampaian dan kemampuan menjawab pertanyaan	20%	80
	Jumlah	100%	80
	Nilai Rata-Rata		80

Jambi, 31 Oktober 2022

Dosen Pembahas


(Hadrah, ST, MT)

Program Studi Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Universitas Batanghari

Form : TLC-06

FORM PENILAIAN
UJIAN/SIDANG TUGAS AKHIR

Hari/ Tanggal : Senin, 31 Oktober 2022

Nama : M. Dimas Praja Adia

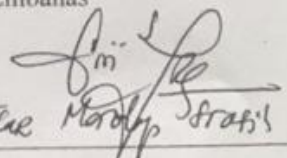
NPM : 1700825201011

Judul Tugas Akhir : Pengaruh Jenis Media Pada Treteking Filter Terhadap Perpolahan Limbah Cair Industri makanan UMKM Gekai Amanah

No.	Kriteria Penilaian	Persentase	Nilai (Angka)
1.	Isi laporan Tugas Akhir dan sistematika penulisan	30%	75
2.	Pengujian Tugas Akhir	35%	75
3.	Pengujian Mata Kuliah Dasar Keahlian (MKDK) dan Mata Kuliah Keahlian (MKK)	15%	75
3.	Penyajian (kejelasan power point), sikap, cara penyampaian dan kemampuan menjawab pertanyaan	20%	75
	Jumlah	100%	75 RF
	Nilai Rata-Rata		

Jambi, 31 Oktober 2022

Dosen Pembahas


(Guntur Marolip Srafi)



Universitas Batanghari

FAKULTAS TEKNIK

Jalan Letkol Slamet Riyadi Broni - Jambi 36122 Telp./Fax. (0741) 668280 Website www.unbari.ac.id

SURAT KEPUTUSAN
DEKAN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS BATANGHARI JAMBI
NOMOR : 044 TAHUN 2022

TENTANG
PENUNJUKKAN DOSEN PEMBIMBING TUGAS AKHIR
MAHASISWA PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN PROGRAM STRATA SATU (S-1)
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS BATANGHARI

DEKAN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS BATANGHARI :

- MEMBACA** : Usulan Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Tentang Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
- MENIMBANG** :
- Bahwa untuk melengkapi syarat-syarat yang diperlukan guna menyelesaikan studi Strata Satu (S-1) Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Unbari perlu diselenggarakan Tugas Akhir Mahasiswa.
 - Bahwa mahasiswa yang namanya tercantum pada lampiran keputusan ini telah memenuhi syarat dan berhak untuk melaksanakan Tugas Akhir.
 - Bahwa Staf Pengajar yang namanya tercantum pada lampiran keputusan ini dianggap mampu dan memenuhi syarat untuk ditunjuk sebagai Dosen Pembimbing Tugas Akhir Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Batanghari.
 - Bahwa untuk pelaksanaan Tugas Akhir Mahasiswa dimaksud perlu dibuat Keputusan Dekan.
- MENGINGAT** :
- Undang Undang Nomor 12 Tahun 2012 Tentang Pendidikan Nasional.
 - Undang Undang Nomor : 14 Tahun 2005 Tentang Guru dan Dosen.
 - Peraturan Pemerintah Nomor : 04 Tahun 2014 Tentang Pendidikan Tinggi
 - Peraturan Akademik Universitas Batanghari Tahun 2018
 - Surat Keputusan Rektor Nomor : 45 Tahun 2018 tentang Pemberhentian dan Pengangkatan Pejabat wakil Rektor, Dekan, Kepala Biro, Pustaka, Lembaga dan Badan dilingkungan Universitas Batanghari.
- MEMUTUSKAN**
- MENETAPKAN :**
- Pertama : Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan Program Strata Satu (S-1) yang nama dan NPM nya tercantum pada kolom (2) untuk melaksanakan Tugas Akhir dengan Judul seperti pada kolom (3) Lampiran Keputusan ini dan berhak untuk mendapat bimbingan Tugas Akhir.
- Kedua : Menunjuk Staf Pengajar yang namanya tercantum pada kolom (4) menjadi Dosen Pembimbing I dan kolom (5) menjadi Dosen Pembimbing II mahasiswa dalam melaksanakan Tugas Akhir.
- Ketiga : Dosen Pembimbing bertugas memberi petunjuk dan arahan kepada mahasiswa dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
- Keempat : Dosen pembimbing bertanggung jawab kepada Dekan melalui Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Unbari.
- Kelima : Program Studi agar menyelenggarakan seminar proposal Tugas Akhir bersangkutan agar judul, tujuan, ruang lingkup, dan metode penelitian Tugas Akhir mahasiswa benar dari kaidah-kaidah ilmiah.
- Keenam : Masa berlaku Surat Keputusan ini adalah 6 (enam) bulan dan setelahnya dapat diperpanjang maksimal dua (2) kali atau diganti dengan pembimbing lain.
- Ketujuh : Keputusan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan dan apabila dikemudian hari terdapat kekeliruan akan diadakan perbaikan sebagaimana mestinya.

DITETAPKAN DI : JAMBI
PADA TANGGAL : 2 MARET 2022

Dekan

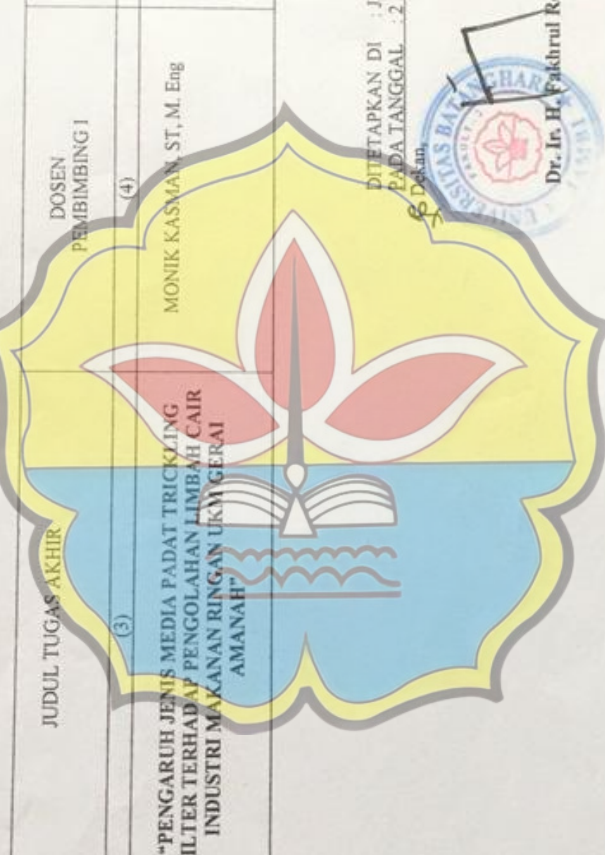
Dr. Ir. H. Fakhru Rozi Yamali, ME

Tembusan Disampaikan kepada :-

- Yth. Rektor Universitas Batanghari
- Yth. Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Unbari
- Yth. Dosen Pembimbing yang bersangkutan
- Mahasiswa yang bersangkutan
- Arsip

LAMPIRAN : SK DEKAN NOMOR : 044 TAHUN 2022 TENTANG PENUNJUKAN DOSEN PEMBIMBING TUGAS AKHIR MAHASISWA PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN PROGRAM STRATA SATU (S-1) FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS BATANGHARI.

NO	NAMA NPM	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING I	DOSEN PEMBIMBING II
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1.	M. DINNO PRAJA AULLA 1700825201011	"PENGARUH JENIS MEDIA PADAT TRICKLING FILTER TERHADAP PENGOLAHAN LIMBAH CAIR INDUSTRI MAKANAN RINGAN UKM GERAI AMANAH"	MONIK KASMAN, ST., M. Eng	ANGGRIKA RIYANTI, ST, M. SI



DITETAPKAN DI JAMBI
PADA TANGGAL 2 MARET 2022



Dr. Ir. H. Fakhrul Rozi Yamali, ME



Universitas Batanghari Fakultas Teknik

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN

JALAN SLAMET RIYADI BRONI JAMBI INDONESIA TELP. (0741) 668280

Nomor : 096/TL-UBR/X/2022
Lampiran : 1 (satu) TA
Perihal : Undangan Sebagai Penguji Tugas Akhir

Jambi, 28 Oktober 2022

Kepada Yth,
Bapak Marhadi, ST, M.Si (Ketua Sidang)
Ibu Anggrika Riyanti, ST, M.Si (Sekretaris Sidang)
Ibu Hadrah, ST, MT (Penguji I)
Bapak Drs. G.M. Saragih, M.Si (Penguji II)
Ibu Monik Kasman, ST, M.Eng. Sc (Penguji III)
Di

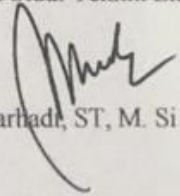
Tempat

Dengan hormat,
Sehubungan dengan telah selesainya pembuatan Laporan Tugas akhir Mahasiswa, maka kami mengundang Bapak/Ibu untuk menghadiri Sidang Kompre Tugas akhir yang akan dilaksanakan pada :

Hari/ Tanggal : Senin/31 Oktober 2022
Jam : 08.30 WIB s/d selesai
Tempat : Ruang Sidang Fakultas Teknik
Nama Mahasiswa : M. Dinno Paraja Aulia
NPM : 1700825201011
Ujian : Offline
Program Studi : Teknik Lingkungan
Judul Tugas Akhir : "Pengaruh Jenis Media Pada Trickling Filter Terhadap Pengolahan Limbah Cair Industri Makanan Ringan UMKM Gerai Amanah"

Demikian, atas kesediaan Bapak/ Ibu untuk menguji dan datang tepat pada waktunya diucapkan terima kasih.

Ketua Program Studi Teknik Lingkungan


Marhadi, ST, M. Si

Tembusan Disampaikan Kepada :

1. Yth. Dekan Fakultas Teknik
2. Yth, Bapak Wakil Dekan I
3. Bendahara
4. Arsip.

Catatan : Untuk Penguji pria, Pakaian memakai kemeja lengan panjang dan dasi kecuali Hari Kamis memakai baju batik



Universitas Batanghari

FAKULTAS TEKNIK

Jalan Letkol Slamet Riyadi Broni - Jambi 36122 Telp./F ax. (0741) 668280 Website www.unbari.ac.id

SURAT KEPUTUSAN DEKAN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS BATANGHARI NOMOR : 130 TAHUN 2022 TENTANG PENUNJUKAN DOSEN PENGUJI UJIAN TUGAS AKHIR MAHASISWA DI LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK

DEKAN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS BATANGHARI :

- MEMBACA** : Surat Ketua Program studi Teknik Lingkungan Tentang usulan Dosen Penguji Ujian Tugas Akhir Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan
- MENIMBANG** :
1. Bahwa Mahasiswa yang namanya tercantum pada Surat Keputusan ini memenuhi syarat untuk mengikuti Ujian Tugas Akhir
 2. Bahwa Dosen yang namanya tercantum pada Surat Keputusan ini memenuhi syarat sebagai Penguji Ujian Tugas Akhir yang ditetapkan dengan Surat Keputusan Dekan.

- MENGINGAT** :
1. Undang Undang Nomor : 12 Tahun 2012 Tentang Pendidikan Nasional.
 2. Undang Undang Nomor : 14 Tahun 2005 Tentang Guru dan Dosen.
 3. Peraturan Pemerintah RI Nomor : 04 Tahun 2014 Tentang Pendidikan Tinggi
 4. Surat Keputusan Rektor Nomor : 45 Thn 2018 ttg Pemberhentian dan Pengangkatan Dekan, Kepala Biro, Lembaga dan Badan di Lingkungan Unbari

MEMUTUSKAN

MENETAPKAN : Menunjuk Dosen sebagaimana dalam Surat Keputusan ini sebagai Dosen Penguji Pertama Ujian Tugas Akhir mahasiswa seperti disebutkan di bawah ini.

Nama Mahasiswa	M. Dinno Praja Aulia	
NPM/Program Studi	1700825201011/Teknik Lingkungan	
Judul Tugas Akhir	<i>Pengaruh Jenis Media Pada Trickling Filter Terhadap Pengolahan Limbah Cair Industri Makanan Ringan UMKM Gerai Amanah</i>	
No	Nama Dosen Penguji	Jabatan
1	Monik Kasman, ST, M. Eng, Sc	Pembimbing I
2	Anggrika Riyanti, ST, M. Si	Pembimbing II
No	Nama Dosen	Jabatan
1	Marhadi, ST, M. Si	Ketua
2	Anggrika Riyanti, ST, M. Si	Sekretaris
3	Hadrah, ST, MT	Penguji I
4	Drs. G. M. Saragih, M. Si	Penguji II
5	Monik Kasman, ST, M. Eng, Sc	Penguji III

- Kedua** : Pelaksanaan Ujian Tugas Akhir pada **Senin/31 November 2022** di Ruang Sidang Fakultas Teknik
- Ketiga** : Biaya yang timbul akibat keputusan ini dibebankan pada anggaran Ujian Tugas Akhir mahasiswa.
- Keempat** : Keputusan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan dan akan diadakan perbaikan jika dikemudian hari terdapat kekeliruan.

DITETAPKAN DI : J A M B I
PADA TANGGAL : 28 Oktober 2022

Dekan,

Dr. Ir.H. Fakhru Rozi Yamali, ME

Tembusan disampaikan kepada

1. Yth. Bpk. Rektor c.q. Wakil Rektor I Unbari
2. Yth. Ketua Prodi Teknik Lingkungan
3. Yth. Dosen Penguji yang bersangkutan
4. Arsip.