

**PENGOLAHAN LIMBAH CAIR RUMAH MAKAN
MENGUNAKAN PENGOLAHAN ANAEROB (*BIOBALL*)
DAN AEROB (*MICROBUBBLE GENERATOR*)**

SKRIPSI

Diajukan Oleh:

**MOHAMMAD ICHLASUL AWAL
NIM. 170702065
Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Teknik Lingkungan**



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
BANDA ACEH
2022 M/1442 H**

LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

**PENGOLAHAN LIMBAH CAIR RUMAH MAKAN
MENGUNAKAN PENGOLAHAN ANAEROB (*BIOBALL*)
DAN AEROB (*MICROBUBBLE GENERATOR*)**

TUGAS AKHIR

Diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh
Sebagai Beban Studi Memperoleh Gelar Sarjana Dalam Ilmu Teknik Lingkungan

Diajukan Oleh:

MOHAMMAD ICHLASUL AWAL

NIM. 170702065

Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh

Banda Aceh, 19 Juni 2022

Telah Diperiksa dan Disetujui oleh:

Pembimbing I,

Pembimbing II,



Teuku Muhammad Ashari, S.T., M.Sc.
NIDN. 2002028301

Aulia Rohendi, M.Sc.
NIDN. 2002028301

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains Dan Teknologi
UIN Ar-Raniry Banda Aceh



Dr. Eng. Nur Aida, M. Si
NIDN. 2016067801

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

**PENGOLAHAN LIMBAH CAIR RUMAH MAKAN
MENGUNAKAN PENGOLAHAN ANAEROB (*BIOBALL*)
DAN AEROB (*MICROBUBBLE GENERATOR*)**

TUGAS AKHIR

Telah Diuji oleh Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir
Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda
Aceh
serta Diterima Sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S-1)
dalam Ilmu Teknik Lingkungan

Pada Hari/Tanggal: Jumat, 8 Juli 2022
9 Dzulhijjah 1443 H

Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi

Ketua,

Sekretaris,



Teuku Muhammad Ashari, S.T., M.Sc.

Aulia Rohendi, M.Sc.

NIDN. 2002028310

NIDN. 2002028301

Penguji I,

Penguji II,



Husnawati Yahya, M.Sc.

Arief Rahman, M.T.

NIDN. 2009118301

NIDN. 2001066802

Mengetahui,
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh



Dr. Azhar Amsal, M.Pd.

NIDN. 2001066802

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Mohammad Ichlasul Awal
NIM : 170702065
Progam Studi : Teknik Lingkungan
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Tugas Akhir : Pengolahan Limbah Cair Rumah Makan Menggunakan Pengolahan Anaerob (*Bioball*) Dan Aerob (*Microbubble Generator*)

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan tugas akhir ini, saya:

1. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggung jawab atas karya ini;
2. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun, baik di Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh maupun di perguruan tinggi lainnya;
3. Karya tulis ini merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan Dosen Pembimbing;
4. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah karya orang lain;
5. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya; dan
6. Tidak memanipulasi dan memalsukan data.

Bila kemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggungjawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenai sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

Banda Aceh, 22 Juni 2022

Yang membuat pernyataan,



Mohammad Ichlasul Awal

NIM. 170702065

ABSTRAK

Nama : Mohammad Ichlasul Awal
NIM : 170702065
Progam Studi : Teknik Lingkungan
Judul : Pengolahan Limbah Cair Rumah Makan Menggunakan Pengolahan Anaerob (*Bioball*) Dan Aerob (*Microbubble Generator*)
Tanggal Sidang : 8 Juli 2022
Jumlah Halaman : 62 Halaman
Pembimbing 1 : Teuku Muhammad Ashari, S.T., M.Sc.
Pembimbing 2 : Aulia Rohendi, S.T., M.Sc.
Kata Kunci : Anaerob, Aerob, *Microbubble Generator*, *Bioball*, Limbah Cair

Limbah Rumah makan yang tidak diolah berpotensi merusak lingkungan. Metode anaerob dan aerob dapat menguraikan polutan dengan bantuan *Microbubble Generator* dan media biofilter *bioball*. Anaerob merupakan suatu Kolam yang di desain dengan sistem tertutup untuk dapat menerima kandungan organik yang tinggi, Kolam anaerob berfungsi untuk mereduksi kandungan organik secara biologi dengan bantuan bakteri anaerob. Aerob merupakan Pengolahan air limbah secara aerobik dengan penghapusan polutan organik oleh bakteri yang memerlukan oksigen untuk bekerja dengan memanfaatkan kehadiran secara buatan dari kelompok mikroba yang melekat pada media yang dipakai.

Microbubble Generator (MBG) merupakan alat yang berfungsi sebagai penghasil gelembung udara di dalam air dengan ukuran diameter kurang dari 200 μm . *Microbubble* yang dihasilkan berguna bagi mikroorganisme dan bakteri untuk memenuhi kebutuhan oksigen. Variabel bebas dalam eksperimen ini yaitu waktu tinggal selama 1 jam 15 menit pada bak pengendapan, 25 jam pada bak anaerob, dan 8 jam pada bak aerob. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa proses ini mampu mendegradasi zat organik pada limbah rumah makan. Pada parameter COD didapatkan persentase penurunan terbaik pada set 2 dengan persentase sebesar 53,89% dan penurunan mencapai 231 mg/L. Pada Parameter TSS didapatkan persentase penurunan terbaik pada set 2 dengan persentase sebesar 93,10% dan penurunan mencapai 10 mg/L. Pada Parameter Turbiditas didapatkan persentase terbaik pada set 2 dengan persentase sebesar 97,72% dan penurunan mencapai 11,19 NTU. Pada parameter pH didapatkan penurunan terbaik pada set 1 dengan penurunan mencapai 8,2. Simpulan yang didapatkan dari penelitian ini yaitu proses anaerob dan aerob ini berpengaruh terhadap efektivitas penurunan dalam mendegradasi zat berbahaya yang mencemari lingkungan. Hal ini dibuktikan dengan menurunnya kadar polutan dan beberapa parameter sudah memenuhi standar baku mutu air limbah domestik Nomor P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016.

ABSTRACT

Nama : Mohammad Ichlasul Awal
NIM : 170702065
Progam Studi : Teknik Lingkungan
Judul : Pengolahan Limbah Cair Rumah Makan Menggunakan Pengolahan Anaerob (*Bioball*) Dan Aerob (*Microbubble Generator*)
Tanggal Sidang : 8 Juli 2022
Jumlah Halaman : 62 Halaman
Pembimbing 1 : Teuku Muhammad Ashari, S.T., M.Sc.
Pembimbing 2 : Aulia Rohendi, S.T., M.Sc.
Kata Kunci : Anaerob, Aerob, *Microbubble Generator*, *bioball*, Limbah rumah Makan

Untreated restaurant waste has the potential to damage the environment. Anaerobic and aerobic methods can decompose pollutants with the help of a Microbubble Generator and bioball biofilter media. Anaerobic is a pond designed with a closed system to be able to accept high organic content, Anaerobic serves to reduce organic content biologically with the help of anaerobic. Aerobic is an aerobic wastewater treatment with the removal of organic pollutants by bacteria that require oxygen to work by utilizing the artificial presence of microbial groups attached to the media used. Microbubble Generator (MBG) is a device that functions as a producer of air bubbles in water with a diameter of less than 200 m. microbubble is useful for microorganisms and bacteria to meet oxygen needs. The independent variables in this experiment were the residence time for 1 hour 15 minutes in a settling basin, 25 hours in an anaerobic bath, and 8 hours in an aerobic bath. Experimental results show that this process is able to degrade organic substances in restaurant waste. In the COD parameter, the best percentage decrease was found in set 2 with a percentage of 53.89% and a decrease of 231 mg/L. In the TSS parameter, the best percentage decrease was found in set 2 with a percentage of 93.10% and a decrease of 10 mg/L. In the Turbidity parameter, the best percentage was found in set 1 with a percentage of 97,72% and a decrease of 11,19 NTU. In the pH parameter, the best decrease was found in set 1 with a decrease of 8.2. The conclusions obtained from this study are that the anaerobic and aerobic processes affect the effectiveness of the reduction in degrading hazardous substances that are harmful to the environment. This is evidenced by the decrease in pollutant levels and several parameters have met the domestic wastewater quality standard Number P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016.

KATA PENGANTAR

Segala puji hanya milik Allah SWT yang telah melimpahkan segala karunia nya yang tak terhingga, khususnya nikmat Iman dan Islam, yang dengan keduanya diperoleh kebahagiaan dunia dan akhirat. *Sholawat* dan *Salam* semoga selalu tercurah kepada baginda Nabi Muhammad SAW, dan atas keluarga dan sahabat beliau serta orang-orang yang mengikuti jejak langkah mereka itu hingga akhir zaman. Dengan mengucapkan rasa syukur kepada Allah SWT tugas akhir ini telah dapat saya selesaikan, dengan judul **“Pengolahan Limbah Cair Rumah Makan Menggunakan Pengolahan Anaerob (*Bioball*) Dan Aerob (*Microbubble Generator*)”** sebagai salah satu syarat untuk syarat kelulusan mata kuliah tugas akhir pada Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry. Selama proses penyusunan tugas akhir ini penulis sadar betul tugas akhir ini sepenuhnya sangat sulit terbentuk tanpa adanya dukungan, bimbingan, bantuan dan do'a dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung, Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang tidak terhingga kepada:

1. Kedua orang tua penulis yang telah memberikan dukungan dan doa tiada henti untuk penulis.
2. Dr. Eng. Nur Aida, M.Si selaku Kepala Prodi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
3. Ibu Husnawati Yahya, M.Sc. selaku sekretaris Program Studi Teknik Lingkungan atas kesempatan dan bantuan yang diberikan kepada penulis.
4. Ibu Yeggi Darnas, M.T. selaku dosen pembimbing akademik atas segala arahan dan bimbingannya.
5. Bapak Teuku Muhammad Ashari, S.T., M.Sc. sebagai dosen pembimbing tugas akhir yang telah banyak memberikan arahan, dukungan dan bimbingan dalam penulisan tugas akhir.
6. Bapak Aulia Rohendi, S.T., M.Sc. sebagai dosen pembimbing 2 tugas akhir yang telah banyak memberikan arahan, dukungan dan bimbingan dalam penulisan tugas akhir ini.

7. Teman Angkatan Teknik Lingkungan 2017.
8. Seluruh sahabat dan teman yang selalu memberikan doa dan semangat kepada penulis.

Penulis berharap Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan dari semua pihak yang telah membantu penulisan tugas akhir. Semoga tugas akhir ini dapat menjadi manfaat bagi pembaca pada umumnya dan penulis pada khususnya. Penulis menyadari bahwa dalam pengerjaan dan penulisan tugas akhir ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu, penulis menerima kritik dan saran yang membangun dari semua pihak untuk kesempurnaan laporan ini. Akhir kata penulis katakan terima kasih.

Banda Aceh, 10 Juni 2022
Penyusun,

Mohammad Ichlasul Awal



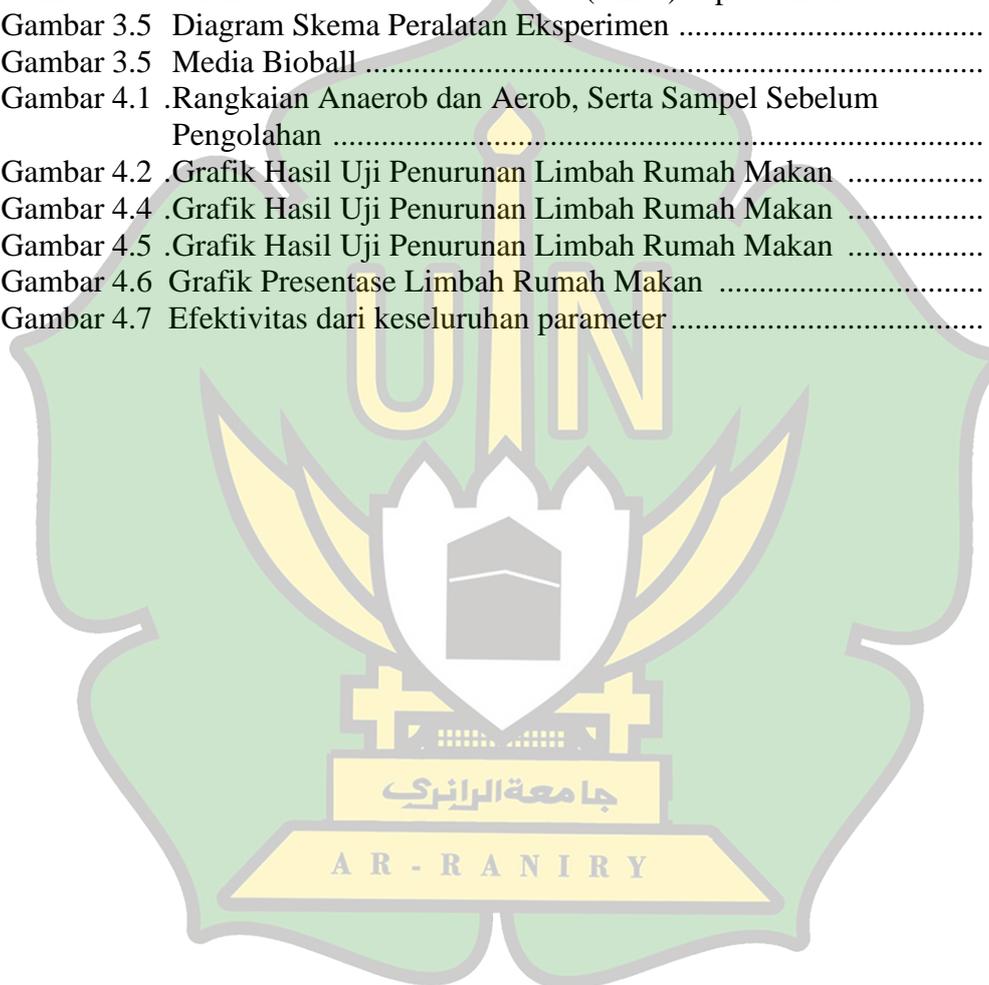
DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	i
LEMBAR PENGESAHAN SIDA	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Tujuan Penelitian.....	5
1.4. Manfaat Penelitian.....	5
1.5. Batasan Masalah.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1. Limbah Cair.....	6
2.1.1. Sumber Air Limbah.....	6
2.1.2. Komposisi Air Limbah.....	7
2.1.3. Karakteristik Air Limbah	7
2.2. Limbah Cair Rumah Makan	8
2.2.1. Sumber Limbah Cair Rumah Makan.....	9
2.3. Pengolahan Limbah Cair	9
2.3.1. Bak Pengendapan	9
2.3.2. Tangki Aerasi	10
2.3.3. <i>Microbubble Generator</i>	10
2.3.4. Kolam <i>Aerob</i>	11
2.3.5. Kolam <i>Anaerob</i>	11
2.3.6. Desain Rencana Prototipe Penelitian.....	11
2.4. Baku Mutu.....	13
2.5. Parameter Limbah Cair	14
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	16
3.1. Gambaran Umum	16
3.2. Diagram Alir Penelitian	16
3.3. Waktu dan Lokasi.....	17
3.3.1. Waktu Penelitian	17
3.3.2. Lokasi Pengambilan Sampel	18
3.3.3. Lokasi Penelitian	19
3.4. Titik dan Cara Pengambilan Sampel.....	19
3.5. Sumber Data	19
3.5.1. Data Primer.....	19

3.5.2. Data Sekunder	20
3.6. Alat dan Bahan Penelitian	20
3.6.1. Alat dan Bahan Laboratorium	20
3.6.2. Alat dan Bahan Desain Penelitian	20
3.6.3. Metode Pengujian	21
3.6.5. Biofilter <i>Bioball</i>	23
3.6.6. Proses Pengembangbiakan Mikroorganisme (<i>Seeding</i>)	24
3.7. Prosedur Pengujian Sampel	24
3.8. Efektivitas Anaerob dan Aerob Dalam Mengolah Limbah Rumah Makan	26
3.9. Tahapan Persiapan	26
3.10. Tahap Pelaksanaan	26
3.10.1. Sampling Air Limbah	26
3.11. Analisis Data	27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1 Hasil Analisis Air Limbah Sebelum Pengolahan	28
4.2 Hasil Analisis Parameter COD	30
4.3 Hasil Analisis Parameter pH	31
4.4 Hasil Analisis Parameter Turbiditas	32
4.5 Hasil Analisis Parameter TSS	34
4.6 Efektivitas Anaerob-Aerob <i>Microbubble Generator</i> (MBG) dalam Mengolah Limbah Rumah Makan	35
BAB V PENUTUP	38
5.1 Kesimpulan	38
5.2 Saran	38
DAFTAR PUSTAKA	39
LAMPIRAN	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Diagram Zat Pada Limbah Cair	15
Gambar 2.2	Contoh Pengolahan Dengan Kombinasi Anaerob-Aerob	20
Gambar 3.1	Tahapan Penelitian	
Gambar 3.2	Lokasi Pengambilan Sampel	26
Gambar 3.3	Lokasi Penelitian	
Gambar 3.4	.Skema <i>Microbubble Generator</i> (MBG) Tipe Venturi	29
Gambar 3.5	Diagram Skema Peralatan Eksperimen	30
Gambar 3.5	Media Bioball	
Gambar 4.1	.Rangkaian Anaerob dan Aerob, Serta Sampel Sebelum Pengolahan	
Gambar 4.2	.Grafik Hasil Uji Penurunan Limbah Rumah Makan	38
Gambar 4.4	.Grafik Hasil Uji Penurunan Limbah Rumah Makan	41
Gambar 4.5	.Grafik Hasil Uji Penurunan Limbah Rumah Makan	42
Gambar 4.6	Grafik Presentase Limbah Rumah Makan	44
Gambar 4.7	Efektivitas dari keseluruhan parameter	44



DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Penelitian Terdahulu	3
Tabel 2.4 Baku Mutu Air Limbah Domestik	21
Tabel 3.6.2 Spesifikasi Box Reaktor	26
Tabel 3.1 Target Jadwal Penelitian	28
Tabel 4. 1 Hasil Uji Sampel Limbah Cair Rumah Makan Sebelum Pengolahan	36
Tabel 4.2 Hasil Analisa Parameter COD	38
Tabel 4.3 Hasil Analisa Parameter pH	39
Tabel 4.4 Hasil Analisa Parameter Turbiditas	40
Tabel 4.5 Hasil Analisa Parameter TSS	42
Tabel 4.6 Efektifitas Microbubble Generator (MBG) Dalam Mengolah Limbah Rumah Makan	43



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil Uji Air Limbah	51
Lampiran 2 Dokumentasi Penelitian	53
Lampiran 3 Perhitungan	55
Lampiran 4 Baku Mutu	57
Lampiran 5 Prosedur Pengambilan Sampel	60



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Meningkatnya kegiatan manusia akan menimbulkan berbagai masalah, salah satunya adalah tercemarnya air pada sumber-sumber air karena menerima beban pencemaran yang melampaui daya dukungnya. Pencemaran yang mengakibatkan penurunan kualitas air dapat berasal dari limbah terpusat (*point sources*) dan limbah tersebar (*non point sources*). Limbah terpusat seperti limbah industri, limbah usaha peternakan, limbah perhotelan, dan limbah rumah sakit. Sedangkan limbah tersebar seperti limbah pertanian, limbah perkebunan dan limbah domestik. Jumlah penduduk Indonesia memiliki peningkatan setiap tahunnya, hal ini akan mempengaruhi banyaknya pemakaian air, yang akan berdampak pada peningkatan jumlah pembuangan air limbah. Sesuai dengan sumbernya maka limbah cair memiliki komposisi yang sangat bervariasi dari setiap tempat dan proses. Akan tetapi, secara garis besar zat-zat yang terkandung dalam limbah cair dapat dikelompokkan menjadi organik dan anorganik.

Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor NP.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik. Air limbah domestik yaitu air limbah yang berasal dari aktivitas hidup sehari-hari manusia yang berhubungan dengan pemakaian air. Air limbah domestik berupa buangan jamban, buangan mandi dan cuci serta buangan hasil usaha atau kegiatan rumah tangga dan kawasan permukiman, rumah makan, perkantoran, perniagaan, hotel, apartemen dan asrama.

Usaha rumah makan belakangan ini sangat berkembang pesat di kota besar seiring banyaknya permintaan oleh masyarakat. Semakin banyaknya usaha rumah makan maka dipastikan air limbah yang dihasilkan akan semakin bertambah dan akan menjadi suatu permasalahan yang perlu diperhatikan. Sumber utama air limbah rumah makan berasal dari pencucian peralatan makanan, air buangan dan sisa makanan, seperti lemak, nasi, sayuran, dan lain-lain. Air limbah yang

mengandung bahan organik dapat membusuk atau terdegradasi oleh mikroorganisme sehingga bila dibuang ke badan air akan meningkatkan populasi mikroorganisme dan padatan, sehingga akan menaikkan kadar BOD, TSS sedangkan sabun yang mengakibatkan naiknya pH air. Bertambah pesatnya usaha restoran rumah makan maka dapat dipastikan air limbah yang dihasilkan akan menjadi suatu permasalahan yang perlu diperhatikan (Dinas Lingkungan Hidup, 2019). Rumah Makan Bram Geutanyo merupakan salah satu rumah makan yang berkontribusi dalam penghasil limbah cair. Limbah cair yang dihasilkan akan meningkat pada saat jam makan siang dan akhir pekan. Sumber air limbah restoran rumah makan umumnya dihasilkan dari kegiatan pencucian pengolahan makanan serta dari buangan lain yang bersumber dari kamar mandi dan kakus (Dinas Lingkungan Hidup, 2019). Aktivitas inilah merupakan bagian yang berkontribusi dalam menimbulkan pencemaran lingkungan. Rumah Makan Bram Geutanyoe belum memiliki sistem pengolahan maka diperlukannya pengolahan air limbah agar air buangan yang akan mengalir pada badan air agar sesuai dengan Keputusan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor NP.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik.

Kontaminan utama limbah cair rumah makan berasal dari bahan makanan, proses memasak, pembersihan peralatan, dan toilet. Komponen limbah rumah makan terdiri dari bahan organik dan proses pencuci piring. Senyawa organik yang terkandung dalam air limbah rumah makan berupa karbohidrat, protein, lemak dan minyak dan air sabun bekas pencucian peralatan makanan serta sisa makanan yang dibuang berpotensi mengandung fosfor serta bahan organik lainnya (Purnawan, dkk., 2018). Berdasarkan UU RI No.32 Tahun 2009 Tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup dimana setiap usaha harus bertanggung jawab terhadap limbah yang dihasilkan.

Salah satu upaya dalam menanggulangi limbah cair dengan pengolahan secara aerob dan anaerob. Pengolahan limbah secara anaerob menggunakan media *bioball* dengan memanfaatkan mikroorganisme. Pada proses ini dibuat suatu kondisi media biofilter menggunakan *bioball* dapat membentuk biofilm yang

merupakan tempat nutrisi untuk pertumbuhan populasi mikroorganisme dan membantu mencegah lepasnya sel-sel dari permukaan pada sistem yang mengalir, di mana mikroorganisme dapat memanfaatkan limbah yang ada sebagai sumber karbon yang berguna untuk pertumbuhannya sehingga limbah dapat diubah menjadi senyawa yang aman, tidak berbahaya, dan ramah terhadap lingkungan (Pramita, dkk., 2020).

Penelitian secara aerob menggunakan metode *Microbubble Generator* terhadap sampel air limbah yang berbeda-beda telah dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya dan menunjukkan tingkat efektivitas yang berbeda pada setiap hasil penelitiannya. Penulis pada penelitian ini melakukan sedikit pembaruan dari pada penelitian sebelumnya, dimana penelitian ini menggunakan penambahan filter *bioball* pada unit kolam anaerob yang berfungsi sebagai tempat hidup bakteri-bakteri yang diperlukan untuk mereduksi bahan-bahan organik dan menjaga kualitas air, sehingga dapat ditemukan tingkat efektivitas nya. Mengenai penelitian terdahulu menggunakan metode *Microbubble Generator* secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 1.1

Tabel 1. 1 Penelitian Terdahulu

No.	Peneliti	Jenis Sampel	Parameter yang Diuji	Efektivitas Penurunan
1	Lathifa, 2020	Limbah Aerob	COD pH	77.5% -
2	Budhijanto, kk., 2019	Limbah Lindi	COD	60.00%
3	Filliazati	Limbah Domestik	BOD Minyak dan Lemak	60.90% 96.60%
4	Pramita, dkk., 2020	Limbah Domestik	BOD Minyak dan Lemak TSS	70.51% 73.20% 74,97%

Menurut Firra, dkk (2016) *Dissolved Oxygen* (DO) yang dihasilkan dari *Microbubble Generator* DO akan semakin meningkat pada waktu detensi yang semakin lama. Konsentrasi DO pada waktu detensi 35 menit hingga 50 menit mempunyai kecendrungan tetap, sehingga pengolahan limbah rumah makan

menggunakan metode *Microbubble Generator* dengan HRT 12 jam dapat mengoksidasi dan mereduksi bahan organik dan anorganik pada limbah rumah makan.

Menurut Budhijanto, dkk (2020) proses anaerob yang diikuti dengan proses aerob pada skala mini pilot *plant*. Penguraian anaerob dijalankan dalam *anaerobic fluidized bed reactor* (AFBR) dengan media imobilisasi mikroorganisme yang difluidisasi. Performa AFBR setelah tercapai kondisi *steady state* belum optimal karena baru mencapai kurang lebih 30% pengurangan kandungan senyawa organik. Performa yang lebih baik teramati pada proses *aerob* dengan aerasi menggunakan MBG. Proses tersebut berhasil menurunkan COD sampai 60%. Studi awal ini menunjukkan bahwa rangkaian AFBR dan MBG berpotensi untuk mengatasi masalah pencemaran air.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik dan efisiensi dari kinerja Anaerob dan aerob. Upaya mengatasi kelemahan timbulnya lapisan padat (*scum*) yang mengapung dan berbau, maka ditambahkan reaktor pemisah lemak dan minyak secara terpisah sebelum masuk ke reaktor aerator. Media lekat yang digunakan berupa *bioball* yang tersedia dalam jumlah banyak.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang, dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana efektivitas *Microbubble Generator* (MBG) dalam mereduksi parameter TSS, Turbiditas, COD dan memperbaiki pH pada limbah Rumah Makan Bram Geutanyoe?
2. Bagaimanakah pengaruh rangkain set 1 (bak pengedapan-bak anaerob) dan set 2 (bak pengedapan-bak anaerob-bak aerob) dalam mereduksi kadar TSS, Turbiditas, COD dan memperbaiki pH pada limbah Rumah Makan Bram Geutanyoe?

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu sebagai berikut: .

1. Untuk mengetahui efektivitas dari *Microbubble Generator* dalam menurunkan parameter TSS, pH, Turbiditas dan COD pada limbah rumah makan.
2. Untuk mengetahui bagaimana pengaruh rangkain bak anaerob dalam mereduksi kadar TSS, Turbiditas, COD dan memperbaiki pH pada limbah Rumah Makan Bram Geutanyoe.

1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan beberapa manfaat yaitu:

1. Memberikan rekomendasi kepada pemilih Rumah Makan Bram Geutanyoe pengolahan limbah cair yang sesuai dengan karakteristik limbah cair.
2. Memberikan alternatif baru mengenai metode pengolahan limbah yang efektif dan efisien dalam mengurangi polutan limbah yang ada pada rumah makan.

1.5. Batasan Masalah

Sesuai dengan latar belakang dan rumusan masalah yang ada, maka batasan masalah yang diambil pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Hanya parameter TSS, pH, Turbiditas dan COD yang dilakukan uji sampel.
2. Hanya memperhitungkan efektivitas reduksi penurunan parameter TSS, pH, Turbiditas dan COD.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Limbah Cair

Limbah cair merupakan sisa buangan hasil suatu proses yang sudah tidak dipergunakan lagi, baik berupa sisa industri, rumah tangga, peternakan, pertanian, dan sebagainya. Komponen utama limbah cair adalah air, sedangkan komponen lainnya adalah bahan padat yang berasal dari buangan tersebut. Sesuai dengan sumbernya maka limbah cair memiliki komposisi yang sangat bervariasi dari setiap tempat dan proses. Akan tetapi, secara garis besar zat-zat yang terkandung dalam limbah cair dapat dikelompokkan menjadi organik dan anorganik. Limbah cair domestik adalah air yang telah dipergunakan dan berasal dari rumah tangga atau permukiman termasuk di dalamnya adalah yang berasal dari kamar mandi, tempat cuci, WC, serta dapur (Sugiharto, 2008).

Air dikatakan tercemar jika adanya mikroorganisme, energi atau komponen lainnya ke dalam air baik sengaja maupun tidak. Hal ini disebabkan oleh manusia ataupun proses alam yang dapat menurunkan kualitas air turun sampai air tersebut tidak dapat digunakan lagi. Limbah cair ini dapat dibagi 2, yaitu limbah cair kakus yang umumnya disebut *black water* dan limbah cair dari mandi-cuci yang disebut *gray water*. *Black water* oleh sebagian penduduk dibuang melalui *septic tank*, namun sebagian dibuang langsung ke sungai, sedangkan *gray water* hampir seluruhnya dibuang ke sungai melalui saluran.

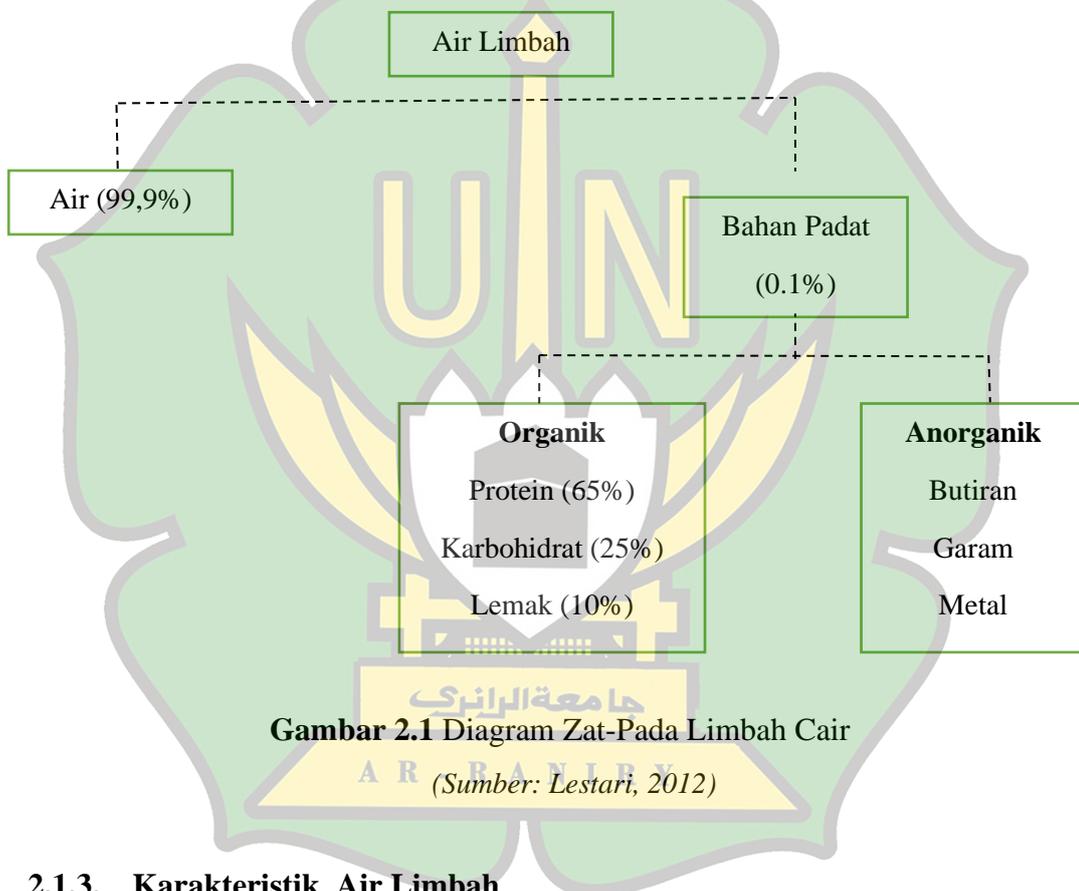
2.1.1. Sumber Air Limbah

Menurut Dwi (2012) air buangan berasal dari berbagai sumber. Secara garis besar, air buangan dapat dikelompokkan menjadi air buangan yang bersumber dari domestik dan industri. *Domestic Wastes Water* yaitu air limbah yang berasal dari pemukiman penduduk. Pada umumnya air limbah ini terdiri dari ekskreta (tinja dan air seni), air bekas cucian dapur, kamar mandi, dan umumnya terdiri bahan-bahan organik. Air buangan industri (*Industrial Wastes Water*) yang berasal dari berbagai jenis industri akibat proses produksi. Zat-zat yang

terkandung di dalamnya sangat bervariasi sesuai dengan bahan baku yang dipakai oleh masing-masing industri.

2.1.2. Komposisi Air Limbah

Menurut Sugiharto (2008) berdasarkan asalnya air buangan mempunyai komposisi yang sangat bervariasi dari setiap tempat dan setiap saat. Secara garis besar zat-zat yang terdapat di dalam air buangan dapat dikelompokkan seperti pada skema berikut ini.



2.1.3. Karakteristik Air Limbah

Karakteristik air limbah akan menentukan cara pengolahan yang tepat agar sesuai dengan baku mutu, sehingga tidak mencemari lingkungan hidup. Secara garis besar, karakteristik air buangan ini digolongkan sebagai berikut:

a. Karakteristik Fisik

Sebagian besar terdiri dari air dan sebagian kecil terdiri dari bahan-bahan padat dan suspensi. Terutama air buangan rumah tangga, biasanya berwarna keruh

yang diakibatkan adanya larutan sabun, air cucian beras dan sayur, bagian-bagian tinja, biasanya sedikit berbau (Lestari, 2012).

b. Karakteristik Kimiawi

Biasanya air buangan ini mengandung campuran zat-zat kimia anorganik yang berasal dari penguraian tinja, urine dan sampah-sampah lainnya. Oleh sebab itu, pada umumnya bersifat basah pada waktu masih baru, dan cenderung ke asam apabila sudah mulai membusuk (Lestari, 2012).

c. Karakteristik Bakteriologis

Kandungan bakteri patogen serta organisme golongan *E.coli* terdapat dalam air limbah, namun keduanya tidak berperan dalam proses pengolahan air buangan. Air limbah yang mengandung bahan organik dapat membusuk atau terdegradasi oleh mikroorganisme sehingga bila dibuang ke badan air akan meningkatkan populasi mikroorganisme, sehingga akan menaikkan kadar BOD (Lestari, 2012).

Pengelolaan Air dan Pengendalian Pencemaran Air, dimana diwajibkan semua air limbah domestik harus diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke saluran umum serta memenuhi baku mutu sesuai Keputusan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.16/Menlhk/Setjen/Kum.1/4/2019 Tentang Perubahan Kedua Atas Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah.

2.2. Limbah Cair Rumah Makan

Usaha rumah makan/restoran belakangan ini berkembang pesat di kota-kota besar seiring banyaknya permintaan oleh masyarakat yang menginginkan jasa servis makanan yang cepat, praktis, dan bervariasi. Saat ini pencemar paling dominan di badan air adalah air limbah organik yang persentasinya bisa mencapai 60-70%. Air limbah organik terdiri dari parameter COD, BOD, TSS, pH, minyak dan lemak yang apabila keseluruhan parameter tersebut dibuang langsung ke badan air, akan mengakibatkan pencemaran air. Oleh karena itu, sebelum dibuang

ke badan air harus diolah terlebih dahulu sehingga dapat memenuhi standar baku mutu yang berlaku (Purnawan, dkk., 2018).

2.2.1. Sumber Limbah Cair Rumah Makan

Sumber utama air limbah rumah makan/restoran tidak jauh berbeda dengan air limbah organik, yaitu berasal dari pencucian peralatan makanan, air buangan dan sisa makanan, seperti lemak, nasi, sayuran dan lain-lain. Air sabun bekas pencucian peralatan makanan serta sisa makanan yang dibuang berpotensi mengandung fosfor serta bahan organik lainnya (Purnawan, dkk., 2018).

2.3. Pengolahan Limbah Cair

Pengolahan limbah cair dilakukan dengan berbagai tahapan sehingga hasil pengolahan akan baik. Tujuan dilakukannya pengolahan limbah cair ialah agar limbah cair dapat memenuhi standar baku mutu sebelum dilepaskan ke perairan sehingga tidak berbahaya bagi lingkungan perairan dan manusia. Pada pengolahan limbah cair menggunakan *Microbubble Generator*, terdapat beberapa tahapan yang harus dilewati oleh limbah cair dengan fungsinya masing-masing.

2.3.1. Bak Pengendapan

Proses pengolahan limbah cair yang terjadi pada bak pengendapan ialah sedimentasi. Sedimentasi merupakan sebuah proses pemisahan campuran padatan dan cairan menjadi beningan dan *sludge* dengan memanfaatkan gaya gravitasi (Rumbini dan Kezia, 2020). Menurut Ambat dan Prasetyo (2015) fungsi utama dari bak pengendapan adalah sebagai wadah untuk menghilangkan serta mencegah gravel, lumpur maupun pasir dan material kasar lainnya agar tidak turut masuk dalam bak pengolahan selanjutnya. Dalam bak pengendapan, zat pengotor yang memiliki massa jenis lebih besar dari air akan turun kebawah dan mengendap sehingga zat pengotor kasar akan tereduksi sebelum limbah cair masuk menuju bak pengolahan selanjutnya. Material kasar pada limbah cair dapat menimbulkan gangguan pada bak-bak selanjutnya apabila tidak terseleksi oleh bak pengendapan.

Selain dapat mereduksi material kasar, pada bak pengendapan dapat bermanfaat untuk mengurangi laju aliran kecepatan limbah cair sehingga bahan terlarut dan zat organik akan mengalir lebih lambat menuju bak selanjutnya. Menurut Indrayani (2018) pada penelitiannya menyebutkan bahwa proses pengendapan (sedimentasi) dalam bak pengendapan mampu menghilangkan 55% dari padatan tersuspensi dan 35% BOD pada limbah cair karena padatan tersuspensi umumnya berbentuk organik.

2.3.2. Tangki Aerasi

Tangki aerasi berfungsi sebagai penyuplai oksigen dalam membantu proses perkembangan bakteri dalam pengolahan air limbah proses pada tangki aerasi dilakukan dengan menggunakan *Microbubble Generator* dengan metode *aerob*. Proses aerasi ialah salah satu cara pengolahan limbah cair dengan menambahkan oksigen dalam air. Tujuan utama dilakukan proses aerasi ialah agar O_2 di udara dapat bereaksi dengan katio yang ada pada limbah cair dalam proses pengolahan sehingga dapat menurunkan konsentrasi zat pencemar dalam air limbah (Yuniarti, dkk., 2019).

Proses aerasi dalam tangki aerasi merupakan pengolahan secara fisika dengan memanfaatkan udara, namun tetap memanfaatkan bakteri secara aerob yang dalam proses pengolahan limbah membutuhkan oksigen untuk bekerja. Akibatnya, oksigen terlarut dalam air akan meningkat dan zat-zat pencemar seperti CO_2 pada air akan menguap serta kinerja bakteri aerob akan meningkat dan semakin efektif (Yuniarti, dkk., 2019).

2.3.3. *Microbubble Generator*

Microbubble Generator (MBG) merupakan alat yang berfungsi sebagai penghasil gelembung udara di dalam air dengan ukuran diameter kurang dari 200 μm . *Microbubble* yang dihasilkan berguna bagi mikroorganisme dan bakteri untuk memenuhi kebutuhan oksigen. Bakteri yang berkembang akan melakukan dekomposisi terhadap air limbah sehingga air akan lebih jernih. Keuntungan diameter gelembung kecil dibanding ukuran yang biasa, gelembung akan lebih

lama tinggal dalam cairan dan hasilnya proses massa transfer lebih cepat, dan dapat mempengaruhi perkembangbiakan mikroorganisme yang berperan sebagai pengurai pada pengolahan air limbah (Afisna dan Juwana, 2020).

2.3.4. Kolam Aerob

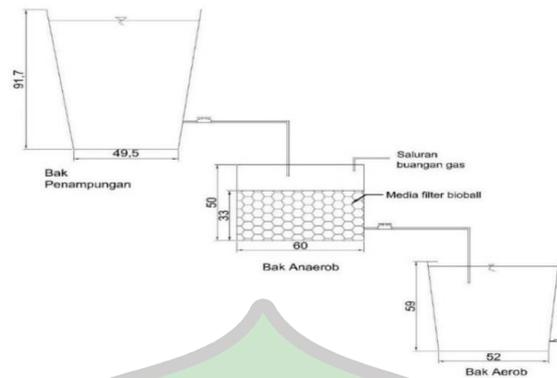
Pengolahan air limbah secara aerobik adalah penghapusan polutan organik oleh bakteri yang memerlukan oksigen untuk bekerja dengan memanfaatkan kehadiran secara buatan dari kelompok mikroba yang melekat pada media yang dipakai. Bakteri memiliki peran penting dalam biodegradasi limbah minyak, faktor yang mempengaruhi pertumbuhan bakteri berdampak pada keberhasilan proses biodegradasi. Bakteri yang berkembang dalam lingkungan yang kaya oksigen bekerja untuk mencerna air limbah, selama proses pembiakan dilakukan pemberian oksigen secara terus menerus agar proses oksidasi biologi oleh mikroba dapat berjalan dengan baik (Casban dan Dewi, 2018).

2.3.5. Kolam Anaerob

Kolam anaerob berfungsi untuk mereduksi kandungan organik secara biologi dengan bantuan bakteri anaerob. Kolam anaerob didesain dengan sistem tertutup untuk dapat menerima kandungan organik yang tinggi. Zat padat yang terbawa aliran air limbah akan mengendap pada dasar kolam dan diuraikan secara anaerob oleh bakteri yang terkandung dalam air limbah (Widyatama dan Oktiawan, 2016).

2.3.6. Desain Rencana Prototipe Penelitian

Penelitian ini menggunakan kombinasi anaerob-aerob yang disusun dari bak Pengendapan, bak anaerob (*bioball*) dan aerob (MBG). Hal ini secara jelas diuraikan dalam sketsa dan dapat dilihat pada Gambar 2.3.6 berikut ini



Gambar 2.2 Contoh Pengolahan Dengan Kombinasi Anaerob-Aerob

(Sumber: Dewi, dkk., 2018)

Pada Gambar 2.3.6 diatas, air limbah yang digunakan sebagai sampel dalam penelitian ini akan dimasukkan ke dalam bak pengendapan dimana air limbah memiliki partikel yang tersuspensi yang berukuran besar. Bak pengendapan yang digunakan untuk penelitian berbentuk Persegi panjang yang terbuat dari bahan kaca dengan total volume $0,92 \text{ m}^3$ dan volume kerja yang digunakan adalah 90 liter. Waktu tinggal di bak pengendapan sesuai dengan debit limbah yang masuk. Waktu tinggal efektif untuk bak pengendap akhir adalah 1,15 jam. Nilai ini didapat dari waktu tinggal pada bioreaktor aerob, yaitu 6 jam (Wulandari, 2014). Pada bak pengendapan aliran air limbah mengalir secara lambat agar padatan tersuspensi mengendap dengan sempurna.

Selanjutnya air limbah yang sudah dilakukan pengolahan pada bak pengendapan mengalir menuju bak anaerob melalui pipa PVC yang telah disambungkan pada bak anaerob. Proses yang terjadi dalam bak anaerob ini ialah proses anaerob, dimana kolam anaerob di desain dengan sistem tertutup sehingga dapat menerima kandungan organik yang tinggi dan terdapat *bioball* dengan ukuran diameter 3 cm sebagai media tambah tumbuh bakteri. Zat padat yang terbawa aliran air limbah akan mengendap pada dasar kolam dan diuraikan secara anaerob oleh bakteri yang terkandung dalam air limbah sebelum di buang ke permukaan. Ukuran bak *anaerob* yaitu panjang 30 cm, lebar 30 cm, tinggi 60 cm dengan waktu tinggal 24 jam (Wulandari, 2014).

Setelah melalui proses dari bak anaerob, air limbah mengalir ke bak *Microbubble Generator* yang terletak lebih rendah dari pada bak sebelumnya sehingga saat mengalir, air akan bercampur dengan udara yang terhisap melalui pipa venturi pada *section air room*. Udara dapat bercampur kedalam air disebabkan oleh tekanan air statis yang lebih rendah dari tekanan atmosfer sehingga udara akan mudah tersedot pada titik isap ke dalam air yang mengalir. Kemudian, campuran air dan udara akan membentuk *microbubble* dan mengalir keluar dari MBG. *Microbubble* yang dihasilkan pada proses ini berguna bagi mikroorganisme untuk memenuhi kebutuhan oksigen. Berbekal oksigen yang cukup, bakteri akan mampu berkembang dengan baik serta mampu melakukan dekomposisi terhadap air limbah sehingga membantu memperbaiki kualitas air limbah menjadi lebih jernih.

2.4. Baku Mutu

Pembuangan limbah cair domestik mengakibatkan kualitas lingkungan dan air menjadi buruk. Maka diperlukannya peraturan sebagai dasar hukum pengawasan terhadap limbah dan limbah domestik. Pemerintah mengeluarkan peraturan baku mutu limbah cair domestik. Sesuai Keputusan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor NP.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik.

Tabel 2. 4 Baku Mutu Air Limbah Domestik

Parameter	Satuan	Kadar
pH	-	6-9
BOD	mg/L	30
COD	mg/L	100
TSS	mg/L	30
Minyak dan Lemak	mg/L	5
Amoniak	mg/L	10
Total Coliform	Jumlah/100 mL	3000
Debit	L/orang/hari	100

(Sumber : Nomor P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016)

Guna memenuhi regulasi tersebut, maka diperlukan adanya komitmen yang tinggi dari para pemilik usaha rumah makan (restoran/rumah makan) untuk membangun suatu sistem pengolahan air limbah dalam lingkungan usahanya.

2.5 Parameter Limbah Cair

Parameter digunakan untuk memudahkan klasifikasi sebuah kondisi maupun status pada sebuah objek penelitian. Penelitian ini dilakukann dengan meliputi pengujian terhadap parameter Chemical Oxygen Demand (COD), pH dan *Total Suspended Solid* (TSS). Penjelasan terhadap parameter diuraikan sebagai berikut:

a. *Chemical Oxygen Demand* (COD)

COD menggambarkan jumlah oksigen yang dibutuhkan dalam air untuk mengoksidasi bahan pencemar organik secara kimiawi baik *biodegradable* ataupun *non-biodegradable*. COD yang tinggi menunjukkan adanya bahan pencemar organik dalam jumlah besar pada air limbah sehingga kualitas air limbah akan semakin buruk (Silalahi, 2016).

c. pH

Nilai pH pada air limbah merupakan sebuah indikator yang menunjukan derajat keasaman pada air. Nilai pH akan meningkat apabila kandungan oksigen pada air meningkat. Saat proses fotosintesis yang menghasilkan oksigen terjadi pada sekitar air. Pada siang hari, limbah maka derajat keasaman pada pH akan meningkat. Tingginya kandungan ion hidrogen dan proses pembusukan atau dekomposisi bahan organik yang terjadi pada air limbah mampu menyebabkan pelepasan karbon sehingga pH pada air limbah akan turun. Naik turunnya pH dapat mempengaruhi kelangsungan hidup biota air, sebagai contoh Ikan dapat hidup pada kisaran pH 5-9. Ikan akan mati apabila pH dalam air kurang dari 4 atau lebih dari 11 (Indrayani dan Nur, 2018).

d. TSS (*Total suspended solid*)

TSS merupakan padatan yang tersuspensi dalam air dengan diameter $>1\mu\text{m}$ sehingga mampu bertahan pada penyaringan dengan saringan milipore dengan diameter pori $0,45\ \mu\text{m}$. Padatan yang tersuspensi pada air limbah

memiliki dampak buruk terhadap kualitas karena mampu menghambat masuknya sinar matahari dalam badan air yang akan meningkatkan pada air limbah (Indrayani dan Nur, 2018).



BAB III

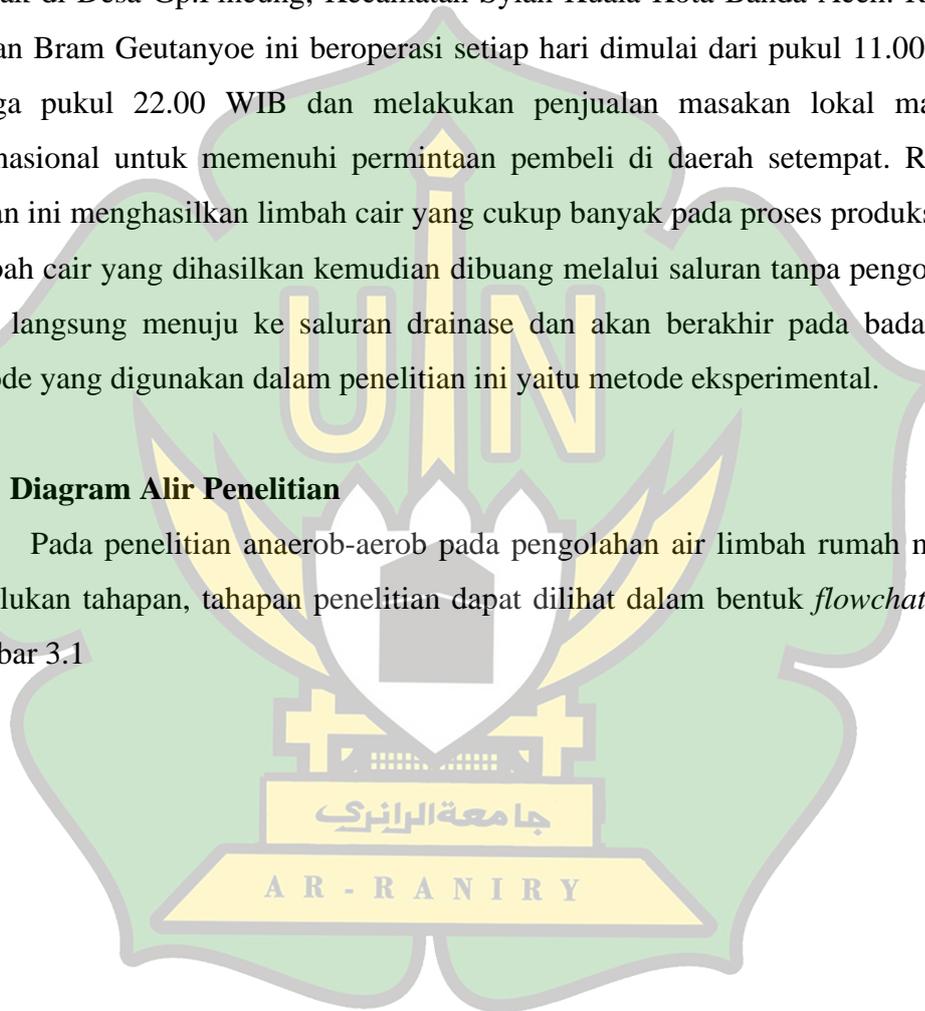
METODOLOGI PENELITIAN

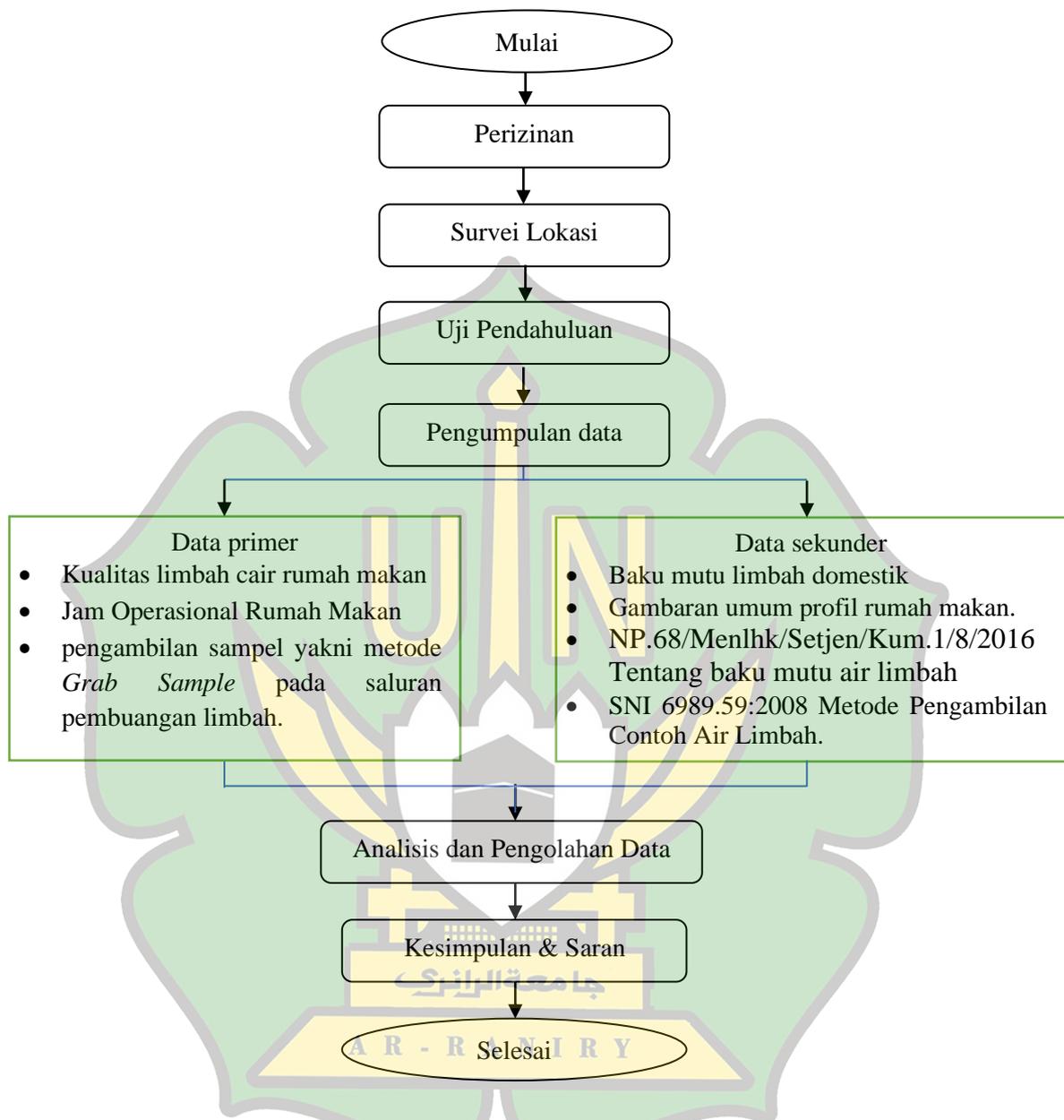
3.1. Gambaran Umum

Rumah Makan Bram Geutanyoe ialah salah satu rumah makan yang terletak di Desa Gp.Pineung, Kecamatan Syiah Kuala Kota Banda Aceh. Rumah Makan Bram Geutanyoe ini beroperasi setiap hari dimulai dari pukul 11.00 WIB hingga pukul 22.00 WIB dan melakukan penjualan masakan lokal maupun internasional untuk memenuhi permintaan pembeli di daerah setempat. Rumah makan ini menghasilkan limbah cair yang cukup banyak pada proses produksinya. Limbah cair yang dihasilkan kemudian dibuang melalui saluran tanpa pengolahan yang langsung menuju ke saluran drainase dan akan berakhir pada badan air. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode eksperimental.

3.2. Diagram Alir Penelitian

Pada penelitian anaerob-aerob pada pengolahan air limbah rumah makan diperlukan tahapan, tahapan penelitian dapat dilihat dalam bentuk *flowchat* pada Gambar 3.1





Gambar 3.1 Tahapan Penelitian

3.3. Waktu dan Lokasi

3.3.1. Waktu Penelitian

Penelitian ini ditargetkan akan berlangsung pada bulan Oktober – Februari 2022. Penelitian ini dilakukan dengan pengambilan sampel air limbah domestik rumah makan dan pengujian sampel menggunakan reaktor anaerob-aerob serta

membawa sampel tersebut ke laboratorium untuk pengujian parameter. Penelitian ini berlangsung pada bulan Oktober 2021- Februari 2022

Tabel 3.3.1 Target Jadwal Penelitian

No	Jenis Kegiatan	WAKTU PELAKSANAAN PENELITIAN				
		Oktober	November	Desember	Januari	Februari
1	Tahap Persiapan	■	■	■		
2	Sampling Air Limbah Rumah Makan		■			
3	Pengujian Air Limbah Rumah Makan		■	■		
4	Pembuatan Reaktor MBG			■	■	
5	Pengoperasian Reaktor MBG				■	■
6	Pengujian Air Limbah Setelah Pengolahan					■
7	Analisis Data					■
8	Tahap Pelaporan					■

3.3.2. Lokasi Pengambilan Sampel

Lokasi pengambilan sampel dalam penelitian ini di Rumah Makan Bram Geutanyoe yang terletak pada Desa Gampong Pineung Kecamatan Syiah Kuala Kota Banda Aceh. Peta lokasi pengambilan sampel secara jelas dapat dilihat gambar 3.2



Gambar 3.2 Lokasi Pengambilan Sampel

(Sumber: Google Maps)

3.3.3. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini dilakukan pada Laboratorium Teknik Lingkungan pada Gedung Laboratorium Multifungsi Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-raniry, sebagai tempat untuk menganalisa sampel.



Gambar 3.3 Lokasi Penelitian

(Sumber: Google Maps)

3.4. Titik dan Cara Pengambilan Sampel

Pada tahap ini dilakukan pengambilan sampel limbah cair Rumah Makan Aceh dengan menggunakan metode *grab sampling*. Teknik pengambilan sampel sesuai dengan SNI 6989.59:2008 Metode Pengambilan Contoh Air Limbah.

3.5. Sumber Data

3.5.1. Data Primer

- Jam Operasional Rumah Makan mulai pukul 11.00-22.00 WIB
- Pengambilan sampel menggunakan metode *Grab Sample* pada saluran pembuangan limbah.

3.5.2. Data Sekunder

- Gambaran umum profil rumah makan.
- Baku mutu air limbah untuk kegiatan/usaha industri PERMEN LH Nomor 05 tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah.
- SNI 6989.59:2008 Metode Pengambilan Contoh Air Limbah.

3.6. Alat dan Bahan Penelitian

3.6.1. Alat dan Bahan Laboratorium

1. Alat

Adapun alat yang dibutuhkan untuk penelitian sebagai berikut:

- Pipet
- Tetes
- Erlemenyer
- Neraca Analitik
- Cawan Porselin
- *Oven*
- *Furnace*
- *Beaker Glass*
- *Hot Plate*
- Spatula
- Botol plastik

2. Bahan

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

Sampel limbah cair rumah makan, *Aquades*, $K_2Cr_2O_7$, H_2SO_4 , $NaOH$, $MnSO_4$, dan $Na_2S_2O_3$.

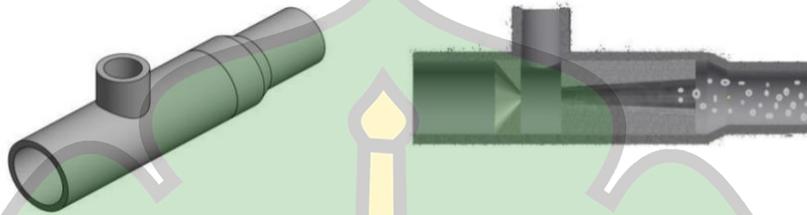
3.6.2 Alat dan Bahan Desain Penelitian

1. Alat

Mesin bor, mata bor ukuran 2 mm, gergaji, palu, obeng, tang, dan beberapa alat ukur

2. Bahan

Bahan yang digunakan pada pembuatan desain rencana penelitian antara lain pipa PVC ukuran ½ inch, fitting pipa PVC 1'x½, fitting pipa PVC fitting pipa PVC ½'x½,(drat luar), double drat luar ½, fitting PVC ½'x ½ (drat luar), lem pipa, pompa air, amplas ukuran 1000 cw, airline flow control valve, napple, stainless screen mesh 100 mesh dan *bio-ball*



Gambar 3.4 Skema *Microbubble Generator* (MBG) Tipe Venturi.

(Sumber: Rofik, 2020)

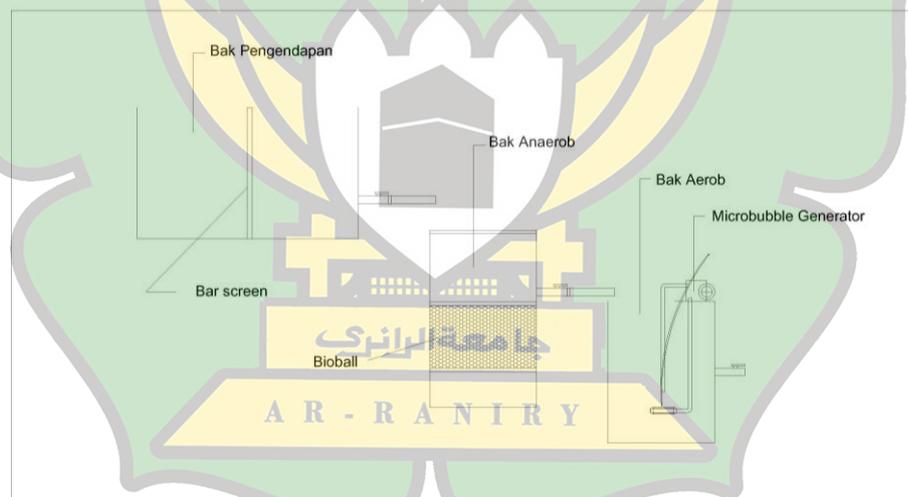
Tabel 3.6.2 Spesifikasi Bak Reaktor

1.	Bak Pengendapan	<ul style="list-style-type: none"> • Panjang = 62 cm • Lebar = 43,5 cm • Tinggi = 37,5 cm
2.	Bak Anaerob	<ul style="list-style-type: none"> • Panjang = 30 cm • Lebar = 30 cm • Tinggi = 50 cm
3.	Bak Aerob	<ul style="list-style-type: none"> • Panjang = 30 cm • Lebar = 30 cm • Tinggi = 40 cm

3.6.3. Metode Pengujian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental (pendekatan kualitatif) dengan mengolah limbah cair Rumah Makan dengan metode MBG (aerob), *bioball* (anaerob) dan kombinasi keduanya. Parameter kualitas air yang diuji adalah TSS, pH, Turbiditas dan COD. Standar baku mutu yang digunakan adalah Peraturan Menteri Lingkungan Hidup baku mutu air limbah domestik Nomor P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016. (kecuali Turbiditas). Adapun rangkaian pada penelitian ini terdiri dari dua set rangkaian. Adapun rangkaian pada penelitian ini terdiri dari dua set rangkaian.

- Set 1 : Bak pengendapan - Bak anaerob (*bioball*)
Dilakukan pengujian terlebih dahulu pada limbah awal sebelum dimasukkan ke reactor, kemudian diuji untuk kedua kalinya setelah melewati proses Bak Pengendapan dengan waktu detensi 1 jam 15 menit dan bak anaerob (*bioball*) dengan waktu detensi 25 jam. Hal ini bertujuan untuk mengetahui efektifitas dari pengolahan bak pengendapan dan anaerob.
- Set 2 : Bak pengendapan - anaerob (*bioball*) - *Microbubble Generator* (aerob)
Proses pertama terjadi pada bak pengendapan dengan waktu detensi 1 jam 15 menit, kemudian dilanjutkan pada bak anaerob dengan waktu detensi 25 jam dengan kombinasi media *bioball*, pengolahan terakhir terjadi pada bak aerob dengan menggunakan kombinasi *Microbubble Generator* dengan waktu detensi 8 jam. Hal ini bertujuan untuk mengetahui efektifitas dari pengolahan bak pengendapan, anaerob dan aerob.



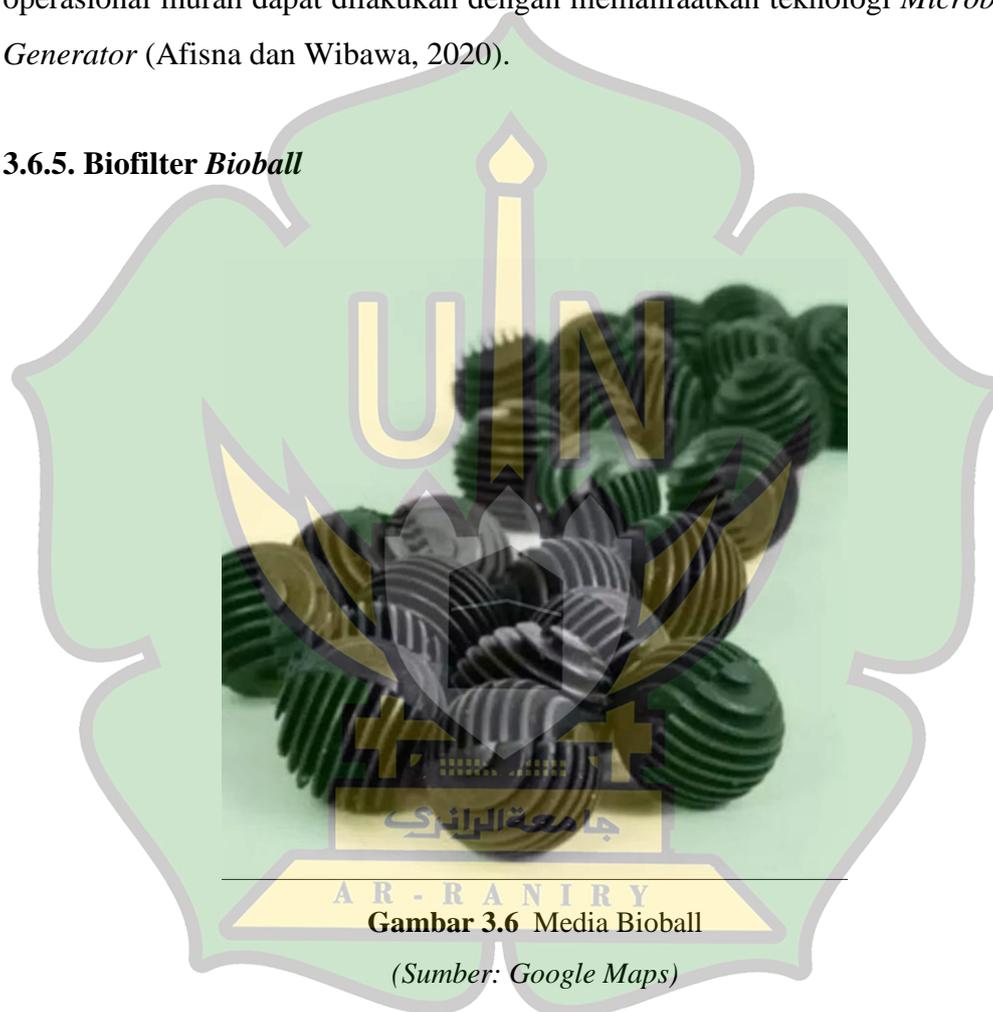
Gambar 3.5 Diagram Skema Peralatan Eksperimen

3.6.4. *Microbubble Generator* (MBG)

Microbubble Generator (MBG) adalah suatu alat yang berfungsi untuk menghasilkan gelembung udara di dalam air dengan ukuran diameter kurang dari 200 μm . *Microbubble* yang dihasilkan berguna bagi mikroorganisme dan bakteri untuk memenuhi kebutuhan oksigen. Kemudian bakteri yang terus berkembang

banyak ini akan melakukan dekomposisi terhadap air limbah sehingga air akan lebih jernih. Keuntungan diameter gelembung kecil dibanding ukuran yang biasa adalah kecepatan naik yang lambat. Karakteristik spesial ini menyebabkan gelembung akan lebih lama tinggal dalam cairan dan hasilnya proses massa transfer lebih cepat, pengolahan limbah buatan yang ramah lingkungan dan biaya operasional murah dapat dilakukan dengan memanfaatkan teknologi *Microbubble Generator* (Afisna dan Wibawa, 2020).

3.6.5. Biofilter *Bioball*



Gambar 3.6 Media Bioball

(Sumber: Google Maps)

Media *bioball* mempunyai keunggulan antara lain mempunyai luas spesifik yang cukup besar dan pemasangannya yang mudah, sehingga untuk Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) kecil sangat sesuai. Selain itu, media *bioball* memiliki keunggulan karena ringan, mudah dicuci ulang dan memiliki luas permukaan spesifik yang paling besar jika dibandingkan dengan jenis media biofilter lainnya, yaitu sebesar 200-240 m²/m³. Sedangkan jenis *bioball* yang

dipilih ialah yang berbentuk bola dengan diameter 3 cm, karena *bioball* jenis ini yang memiliki diameter paling kecil dan dengan bentuknya yang seperti bola (*random packing*) dapat meminimalisir terjadinya *clogging* (penyumbatan). *Bioball* ini berfungsi sebagai tempat hidup bakteri bakteri yang diperlukan untuk menjaga kualitas air (Said, 2017).

3.6.6. Proses Pengembangbiakan Mikroorganisme (*Seeding*)

Pembiakan (*seeding*) mikroorganisme dilakukan secara alami yaitu dengan cara mengalirkan air limbah yang akan diolah ke dalam reaktor yang telah terisi media *bioball* sampai terbentuknya lapisan biofilm pada media biofilternya, proses pembiakan dilakukan selama 2 (dua) minggu, hal tersebut dilakukan untuk didapatkan hasil sampai terjadi *steady state* pada kondisi air limbah. Tujuan dilakukan *seeding* yaitu untuk mengembangbiakkan mikroorganisme pada media filter yang akan digunakan pada saat pengujian reaktor. Setelah proses *seeding* selesai, dilakukan aklimatisasi atau pergantian limbah baru di dalam reaktor selama 3 (tiga) hari pada reaktor biofilter yang di dalamnya terdapat media *bioball*.

3.7 Prosedur Pengujian Sampel

1. *Chemical Oxygen Demand* (COD)

Cara melakukan pengujian parameter COD sesuai SNI 06-6989.73-2009 adalah:

- a. Dihomogenkan Sampel
- b. Dipipet sejumlah sampel lalu ditambahkan digestion solution
- c. Direfluks tertutup selama 2 (dua) jam pada suhu 150°C
- d. Dinginkan lalu pindahkan ke Erlenmeyer
- e. Diitrasi dengan FAS
- f. Diperlakukan blanko sebagaimana Sampel
- g. Dihitung Kadar COD

2. *Total Suspended Solid (TSS)*

Cara melakukan pengujian parameter *Total Suspended Solid (TSS)* sesuai SNI 06-6989.3-2019 adalah:

- a. Dilakukan penyaringan dengan peralatan penyaring. Basahi media penyaring dengan sedikit air bebas mineral
- b. Diaduk contoh uji hingga diperoleh contoh uji yang homogen, kemudian ambil contoh secara kuantitatif dengan volume tertentu dan masukkan ke dalam media penyaring. dinyalakan sistem vakum. Jika proses penyaringan membutuhkan waktu lebih dari 10 menit, maka kurangi volume contoh uji. Volume contoh uji yang diambil harus menghasilkan berat residu kering antara 2,5 mg sampai 200 mg.
- c. Dibilas media penyaring 3 kali dengan masing-masing 10 mL air bebas mineral, lanjutkan penyaringan dengan sistem vakum hingga tiris. Contoh uji dengan padatan terlarut yang tinggi memerlukan pencucian tambahan.
- d. Dipindahkan media penyaring (*glass-fiber filter*) secara hati-hati dari peralatan penyaring ke media penimbang (cawan petri). Jika menggunakan cawan Gooch, pindahkan cawan dari rangkaian alatnya. Gunakan penjepit (pinset) untuk memindahkan media penyaring dari peralatan.
- e. Dikeringkan media penimbang atau cawan *Gooch* yang berisi media penyaring dalam oven minimal selama 1 jam pada kisaran suhu 103°C sampai dengan 105°C, dinginkan dalam desikator, dan ditimbang. selama pengerjaan pengeringan, oven tidak boleh dibuka tutup.
- f. Diulangi langkah e) sampai diperoleh berat tetap (catat sebagai W_1).
- g. Dihitung TSS dan laporkan hasil pengujian sesuai formulir yang berlaku.

d. Derajat Keasaman (pH)

Cara melakukan pengujian parameter pH sesuai SNI 06-6989.11-2019 adalah:

- a. Dibilas elektroda dengan air bebas mineral, selanjutnya keringkan dengan tisu halus.

- b. Dichelupkan elektroda ke dalam contoh uji sampai pH meter menunjukkan pembacaan yang stabil.
- c. Dicatat hasil pembacaan skala atau angka pada tampilan dari pH meter.
- d. Dicatat suhu pada saat pengukuran pH dan laporkan hasilnya.
- e. Dibilas kembali elektroda dengan air bebas mineral setelah pengukuran.

3.8 Efektivitas Anaerob dan Aerob Dalam Mengolah Limbah Rumah Makan

Tingkat efektivitas reduksi penurunan parameter pada limbah cair Rumah Makan setelah pengolahan pada Rangkaian dapat dihitung menggunakan rumus efektivitas sebagai berikut.

$$\text{Efektivitas Nilai} = \frac{(\text{Kadar Awal} - \text{Kadar Akhir})}{\text{Kada Awal}} \times 100 \dots \dots \dots (1)$$

3.9 Tahapan Persiapan

Tahap persiapan merupakan rangkaian kegiatan yang dilakukan sebelum dimulainya penelitian. Hal-hal penting yang akan digunakan dan mempengaruhi penelitian harus mendapatkan perhatian pada tahapan persiapan. Tahap persiapan bertujuan untuk memaksimalkan proses dan tahapan dalam penelitian ini sehingga penelitian akan semakin efektif dan efisien. Beberapa kegiatan persiapan yang dilakukan pada penelitian ini di antaranya:

- a. Perumusan latar belakang dan identifikasi masalah.
- b. Observasi awal dengan peninjauan langsung pada lokasi penelitian dan lokasi pengambilan sampel penelitian.
- c. Tata cara dan kelengkapan administrasi pengurusan izin penelitian.

3.10 Tahap Pelaksanaan

3.10.1 Sampling Air Limbah

Sampel air limbah yang digunakan pada penelitian ini berasal dari Rumah Makan Kota Banda Aceh. Karena tidak ada IPAL yang beroperasi pada Rumah Makan, maka lokasi pengambilan sampel ialah pada saluran air limbah yang ada pada Rumah Makan. Metode pengambilan sampel yang dilakukan sesuai dengan

standar SNI 6989.59.2008 tentang Metode Pengambilan Contoh Air Limbah. Cara pengambilan sampel dilakukan dengan sebagai berikut:

- a. Alat yang digunakan adalah botol plastik, tisu, sarung tangan, masker, kertas label, gayung dan kotak *fiber* besar.
- b. Bahan yang digunakan yaitu es batu untuk pengawetan sampel air limbah.
- c. Prosedur pengambilan contoh sampel untuk pengujian kualitas air sebagai berikut: disiapkan alat pengambil sampel sesuai dengan jenis air yang akan diuji, lalu dibilas alat dengan air sampel yang akan diambil sebanyak 3 kali, kemudian dilakukan pengambilan sampel air limbah dengan menggunakan gayung, lalu dimasukkan sampel air ke dalam botol plastik. Selanjutnya, sampel yang sesuai dengan peruntukan analisis dan dimasukkan ke dalam botol plastik yang sesuai. Setelah itu, diberi label dengan mencantumkan nomor sampel, tanggal dan waktu pengambilan. Lalu, sampel dimasukkan dalam wadah berupa kotak *fiber* besar yang berisi es batu, kemudian dilakukan pengujian dengan segera untuk parameter pH secara langsung dilapangan, sedangkan pengujian TSS, Turbiditas dan COD dilakukan pada Laboratorium yang telah ditentukan.

3.11 Analisis Data

Pada tahap ini dilakukan analisa data yang diperoleh dari tahapan-tahapan yang telah dilakukan. Data-data yang diperoleh dari hasil pengolahan data tersebut dilakukan perbandingan untuk mengetahui waktu kontak optimum *Microbubble Generator* yang paling efektif dalam menurunkan parameter COD (*Chemical Oxygen Demand*), TSS (*Total Suspended Solid*), Turbiditas dan pH.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Analisis Air Limbah Sebelum Pengolahan

Penelitian ini dilakukan menggunakan reaktor *Microbubble Generator* (MBG) untuk mengetahui efektivitas dari bak pengendapan, anaerob dan aerob dengan menggunakan *Microbubble Generator* dalam memperbaiki nilai pH dan mengurangi kadar COD, Turbiditas, TSS dari limbah cair Rumah makan. Limbah tersebut berasal dari Rumah Makan Bram Geutanyoe di Gampong Cot Paya, Kecamatan Baitussalam, Kabupaten Aceh Besar. Air limbah hasil dari buang Rumah makan diolah dengan metode eksperimental dengan menggunakan anaerob-aerob sebagai pengolahan utama dari penelitian ini. Hasil pengukuran sampel sebelum dan sesudah eksperimen serta efektivitas degradasi untuk parameter pH, COD, TSS, dapat dilihat pada Tabel 4.1. Hasil uji yang didapatkan akan dibandingkan dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia No P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik.

Tabel 4. 1 Hasil Uji Sampel Limbah Cair Rumah Makan Sebelum Pengolahan

No.	Parameter	Metode Uji	Satuan	Hasil Uji Sebelum Pengolahan	Baku Mutu
1	Ph	SNI 6989.20:2019		6.1	6-9
2	COD	SNI 6989.73-2009	mg/L	501	100
3	TSS	SNI 6889.3-2004	mg/L	145	30
4	Turbiditas	-	NTU	341	-

Berdasarkan hasil pengujian sebelum pengolahan limbah pada Tabel 4.1 nilai parameter pH tidak sesuai baku mutu dan nilai COD dan TSS melampaui baku mutu. Tingginya nilai COD dan TSS, dapat diketahui bahwa dalam air limbah terdapat banyak kandungan zat organik yang mengotori sampel air limbah rumah makan dan berpotensi mencemari lingkungan. Dalam uji tahap awal sebelum pengolahan pada Tabel 4.1 kualitas air limbah rumah makan dinilai

tercemar karena melewati batas pada baku mutu yang telah ditetapkan. Sebelum dilepaskan pada perairan, limbah cair rumah makan harus melalui tahapan pengolahan untuk memperbaiki nilai pH serta mereduksi kadar COD dan TSS sehingga tidak berdampak buruk pada lingkungan perairan tempat hasil akhir pembuangan limbah cair rumah makan.



Gambar 4.1 Rangkaian Anaerob dan Aerob, Serta Sampel Sebelum Pengolahan

4.2 Hasil Analisis Parameter COD

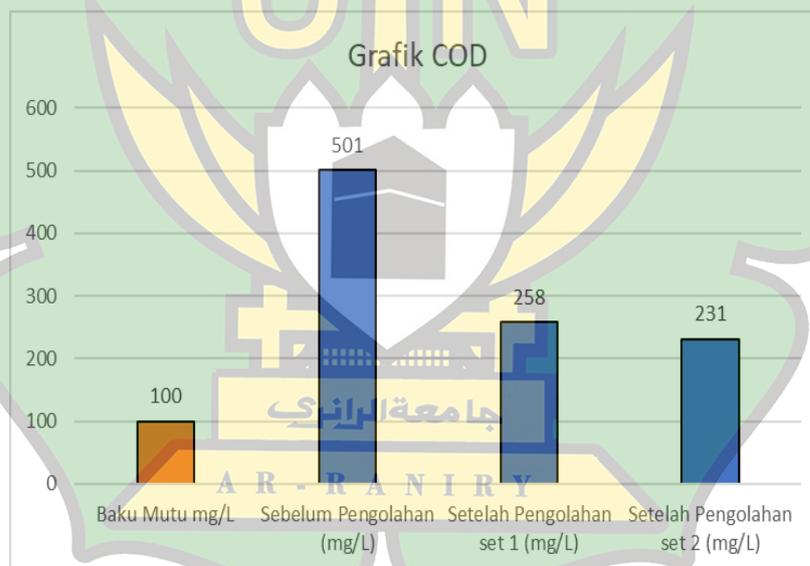
Berikut ini tabel hasil uji sampel air limbah cair rumah makan setelah dilakukannya pengolahan dengan metode anaerob-aerob, dapat dilihat Tabel 4.2

Tabel 4.2 Hasil Uji Sampel Limbah Cair Rumah Makan Setelah Pengolahan (Parameter COD)

No	Baku Mutu mg/L	Sebelum Pengolahan (mg/L)	Setelah Pengolahan Set 1 (mg/L)	Setelah Pengolahan Set 2 (mg/L)	Efektivitas Penurunan
1.	100	501	258	231	53,9%

Keterangan:

- Set 1 = Bak Pengendapan - bak anaerob
- Set 2 = Bak Pengendapan - bak anaerob - bak aerob (MBG)



Gambar 4. 2 Grafik Hasil Uji Penurunan Limbah Rumah Makan

Eksperimen pengolahan dengan menggunakan *Microbubble Generator* menunjukkan hasil bahwa pada variasi bak set 1 dan set 2 mempengaruhi degradasi parameter COD. Efektivitas proses pengolahan tertinggi mencapai 53,89% pada rangkaian bak set 2 dengan waktu kontak 34 jam 15 menit. Hasil degradasi terendah dapat terlihat pada rangkain set 1 yaitu sebesar 48,50% dengan

waktu kontak 26 jam 15 menit. Berdasarkan Gambar 4.2 grafik menunjukkan bahwa peningkatan degradasi terjadi pada rangkaian set 2 dengan menggunakan *Microbubble Generator* yang berpengaruh terhadap degradasi nilai COD. Pada rangkain set 1 tanpa menggunakan *Microbubble Generator* tingkat keefektivitasannya tidak terlalu tinggi. Hal ini dikarenakan di dalam proses pengolahan air limbah organik secara biologis aerobik, senyawa kompleks organik akan terurai oleh aktifitas mikroorganisme aerob. Mikroorganisme aerob tersebut di dalam aktifitasnya memerlukan oksigen untuk memecah senyawa organik yang kompleks menjadi CO₂ dan air serta ammonium, selanjutnya ammonium akan diubah menjadi nitrat dan H₂S akan dioksidasi menjadi sulfat. Dari proses pengolahan yang ada, yaitu anaerob dan aerob, dapat terlihat bahwa jika hanya menggunakan salah satu proses pengolahan saja maka hasil pengolahan berupa efisiensi penyisihan parameter masih sangat kecil. Pada penelitian ini proses pengolahan yang dipilih adalah rangkaian kombinasi proses anaerob-aerob dikarenakan dari kombinasi tersebut didapatkan hasil yang lebih efektif dibandingkan tanpa perlakuan kombinasi. Dari hasil eskperimen *Microbubble Generator* menunjukkan bahwa terjadinya penurunan kosentrasi dari kedua variasi yang dilakukan, dan membuktikan peneliti (Budhijanto, dkk, 2019) yang telah melakukan penelitian sebelum dengan tingkat keefektivasan mencapai 60,00%.

4.3 Hasil Analisis Parameter pH

Berikut ini tabel hasil uji parameter pada sampel air limbah cair rumah makan setelah dilakukannya pengolahan dengan metode anaerob-aerob, dapat dilihat Tabel 4.3

Tabel 4. 3 Hasil Pengukuran pH Sebelum Dilakukan Pengolahan

No	Sampel	Baku Mutu	Sebelum Pengolahan Set 1 (mg/L)	Setelah Pengolahan Set 2 (mg/L)	Efektifitas Penurunan
1.	Set 1	6-9	6,1	8	-
2.	Set 2	6-9	6,1	8,2	-

Keterangan :

- Set 1 = Bak Pengendapan - bak anaerob
- Set 2 = Bak Pengendapan - bak anaerob - bak aerob (MBG)

Hasil pengukuran pH sebelum dilakukan pengolahan ialah 6,1. Secara keseluruhan, setelah pengolahan menggunakan *reactor* kedua set, nilai pH termasuk dalam nilai yang diperbolehkan oleh baku mutu dan tidak terdapat masalah pada nilai yang diperoleh dari hasil pengolahan. Tinggi rendahnya nilai pH dapat berpengaruh pada kualitas air limbah. Nilai pH pada air sangat mempengaruhi aktivitas mikroorganisme didalamnya pada pH 6,5 hingga 8,3 aktivitas mikroorganisme pada air. Nilai pH berada jauh dibawah atau diatas nilai tersebut akan mempengaruhi efisiensi peningkatan kualitas air dengan menurunnya kemampuan bakteri dalam proses denitrifikasi. pH yang tinggi juga meningkatkan konsentrasi ammonia pada air dan nilai toksisitas pada air akan meningkat bahwa bakteri acidogenik yang terdapat dalam reaktor anaerob menghasilkan asam organik yang cenderung menurunkan pH bioreactor. Sedangkan nilai pH pada penelitian ini cenderung mengalami kenaikan pada biofilter anaerob (Supriatna, 2020).

4.4 Hasil Analisis Parameter Turbiditas

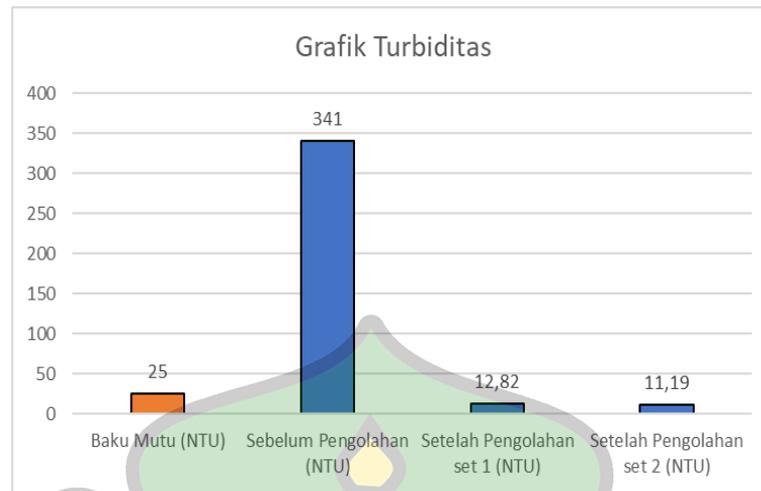
Berikut ini tabel uji sampel air limbah cair rumah makan setelah dilakukannya pengolahan dengan metode anaerob-aerob, dapat dilihat Tabel 4.4

Tabel 4. 4 Hasil Uji Pengukuran Turbiditas setelah dilakukan Pengolahan

No	Baku Mutu mg/L	Sebelum Pengolahan (mg/L)	Setelah Pengolahan Set 1 (mg/L)	Setelah Pengolahan Set 2 (mg/L)	Efektivitas Penurunan
1.	25	341	12,82	11,19	97,7%

Keterangan :

- Set 1 = Bak Pengendapan - bak anaerob
- Set 2 = Bak Pengendapan - bak anaerob - bak aerob (MBG)



Gambar 4. 4 Grafik Hasil Uji Penurunan Limbah Rumah Makan

Eksperimen pengolahan dengan menggunakan anaerob dan aerob menunjukkan hasil bahwa pada variasi bak set 1 dan set 2 mempengaruhi degradasi parameter Turbiditas. Penurunan terendah mencapai 11,19 NTU pada rangkain set 2 dengan waktu kontak 34 jam 15 menit. Hasil pada rangkain set 1 dapat terlihat pada grafik set 1 yaitu sebesar 12,82 NTU dengan waktu kontak 26 jam 15 menit. Berdasarkan Gambar 4.4, grafik menunjukkan bahwa peningkatan degradasi terjadi pada rangkain set 2 dengan kombinasi anaerob dan aerob menggunakan *Microbubble Generator* yang berpengaruh terhadap degradasi nilai Turbiditas.

Penurunan kekeruhan ini, jika dibandingkan dengan penurunan TSS sama - sama memiliki penurunan yang hampir mirip. Namun, proses terjadinya penurunan TSS dan kekeruhan tidak selalu berhubungan secara linear. Karena belum tentu kadar TSS yang lebih kecil akan memiliki nilai kekeruhan yang lebih kecil pula, selain padatan tersuspensi penyebab kekeruhan juga terdapat faktor lain yang dapat disebabkan oleh warna dan lain - lain. Menurut Dewi dan Any (2018), penurunan yang terjadi dipengaruhi oleh Turbiditas didominasi oleh pengolahan biologis secara anaerob dan aerob. Hal tersebut terjadi karena efisiensi penyisihan sangat dipengaruhi oleh rasio beban organik/pewarna dan beban mikroorganisme, suhu dan oksigen terlarut yang terdapat dalam air limbah.

4.5 Hasil Analisis Parameter TSS

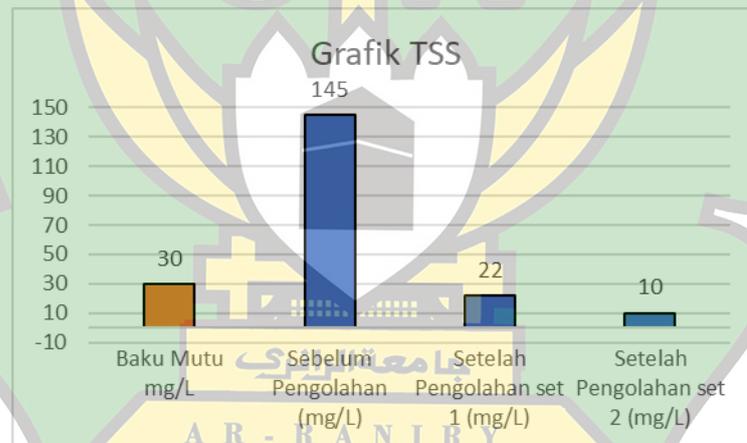
Berikut ini tabel hasil uji sampel air limbah cair rumah makan setelah dilakukannya pengolahan dengan metode anaerob-aerob dapat dilihat Tabel 4.5.

Tabel 4. 5 Hasil Uji Pengukuran TSS Sebelum Dan Sesudah Pengolahan

No	Baku Mutu mg/L	Sebelum Pengolahan (mg/L)	Setelah Pengolahan Set 1 (mg/L)	Setelah Pengolahan Set 2 (mg/L)	Efektivitas Penurunan
1.	30	145	22	10	93,1%

Keterangan :

- Set 1 = Bak Pengendapan - bak anaerob
- Set 2 = Bak Pengendapan - bak anaerob - bak aerob (MBG)



Gambar 4. 5 Grafik Hasil Uji Penurunan Limbah Rumah Makan

Eksperimen pengolahan dengan menggunakan *Microbubble Generator* menunjukkan hasil bahwa pada variasi bak set 1 dan set 2 mempengaruhi degradasi parameter TSS. Efektivitas proses pengolahan tertinggi mencapai 93,10% pada rangkain bak set 2 dengan waktu kontak 34 jam 15 menit. Hasil degradasi terendah dapat terlihat pada rangkain set 1 yaitu sebesar 84,83% dengan waktu kontak 26 jam 15 menit. Berdasarkan Gambar 4.2, grafik menunjukkan bahwa peningkatan degradasi terjadi pada rangkain set 2 dengan menggunakan

Microbubble Generator yang berpengaruh terhadap degradasi nilai TSS. Pada rangkaian set 1 tanpa menggunakan *Microbubble Generator* tingkat efektivitas tidak terlalu tinggi. Dari hasil eksperimen anaerob dan aerob menunjukkan bahwa terjadinya penurunan konsentrasi dari kedua variasi yang dilakukan, dan membuktikan peneliti (pramita, dkk, 2020) yang telah melakukan penelitian sebelum dengan tingkat efektivitas mencapai 74,97%.

Berdasarkan Tabel 4.5 proses penurunan konsentrasi TSS pada bak anaerob menghasilkan efisiensi penurunan yang baik. Salah satu faktor yang berpengaruh dalam penyisihan TSS adalah ukuran media *bioball* yang digunakan. Ukuran pada media memiliki fungsi filtrasi, sehingga kandungan TSS tersaring melalui celah-celah media dan biofilm yang membungkus permukaan media *bioball*. Hal ini membuktikan bahwa salah satu kelebihan biofilter yaitu dapat menghilangkan padatan tersuspensi dengan baik (Fitri, dkk, 2016). Penurunan nilai TSS yang terjadi pada bak aerob disebabkan adanya proses pengolahan zat organik yang terkandung didalam limbah cair rumah makan seperti, karbohidrat, protein, dan lemak oleh mikroorganisme yang tumbuh melekat di media biofilter. Semakin lama waktu tinggal, maka semakin tinggi pula konsentrasi TSS yang mampu disisihkan (Ariani, dkk, 2014).

4.6 Efektivitas Anaerob-Aerob *Microbubble Generator* (MBG) dalam Mengolah Limbah Rumah Makan

Tingkat efektivitas parameter limbah cair Rumah Makan setelah pengolahan pada Rangkaian pertama dapat dihitung menggunakan rumus efektivitas sebagai berikut

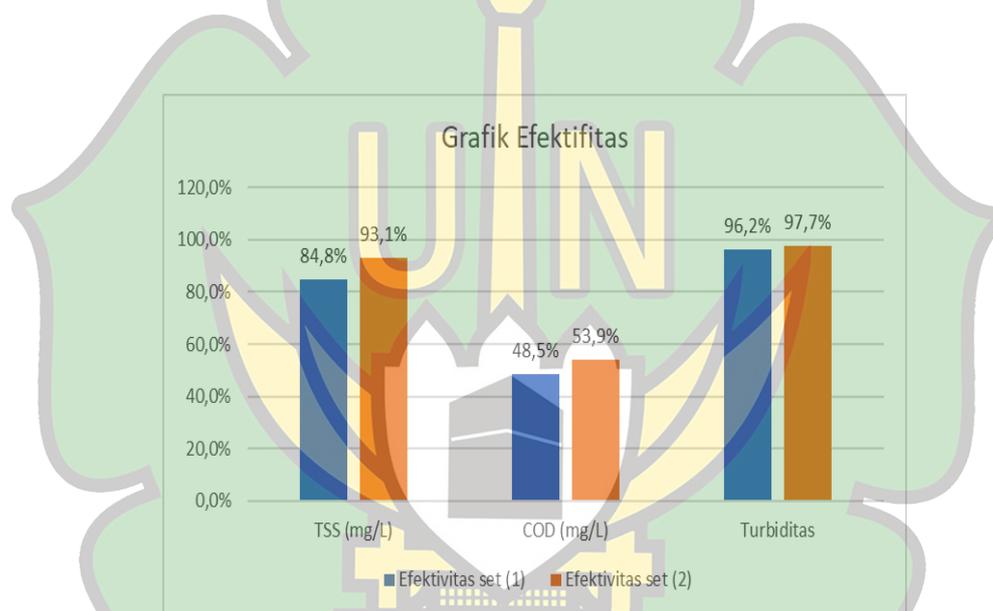
$$\text{Efektivitas Nilai} = \frac{(\text{Kadar Awal} - \text{Kadar Akhir})}{\text{Kada Awal}} \times 100 \dots \dots \dots (1)$$

- Efektivitas Nilai TSS set (1) = $\frac{(145-10)}{145} \times 100 = 93,10\%$

Hasil perhitungan efektivitas *Microbubble Generator* (MBG) dalam mengolah limbah Rumah Makan dapat dilihat pada Tabel 4.6

Tabel 4.6 Efektifitas *Microbubble Generator* (MBG) Dalam Mengolah Limbah Rumah Makan

No	Parameter	Efektivitas set (1)	Efektivitas set (2)
1	TSS (mg/L)	84,8%	93,1%
2	COD (mg/L)	48,5%	53,9%
3	Turbiditas	96,24%	97,72%



Gambar 4.6 Grafik Presentase Limbah Rumah Makan

Berdasarkan hasil uji yang telah dilakukan pada rangkaian 1 kombinasi bak pengendapan - bak anaerob dengan media *bioball* dapat diketahui tingkat efektivitas pada parameter TSS mencapai 84,82% pada parameter COD 48,50%, dan efektivitas penurunan kadar pada parameter Turbiditas mencapai 96,24%.

Berdasarkan hasil uji yang telah dilakukan pada rangkaian 2 yaitu bak pengendapan – anaerob - bak aerob MBG dapat diketahui tingkat efektivitas pada parameter TSS mencapai 93,10%, pada parameter COD 53,89%, dan efektivitas penurunan kadar pada parameter Turbiditas mencapai 97,72%. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar grafik di atas.

Dari hasil uji parameter pH, TSS, Turbiditas dan COD pada sampel air limbah rumah makan setelah pengolahan menggunakan *Kombinasi Microbubble Generator* (MBG) dan Filtrasi *Bioball* dengan variasi 2 rangkaian bak pengolahan, terbukti bahwa anaerob dan aerob mampu menyisihkan nilai konsentrasi TSS dan Turbiditas menjadi di bawah nilai baku mutu yang telah ditetapkan sehingga dapat mengurangi dampak buruk bagi lingkungan yang ditimbulkan oleh limbah cair rumah makan. Pada dasarnya, metode anaerob dan aerob pada penelitian Budhijanto et al., (2020) dapat menurunkan kadar COD pada limbah sebesar 60 % serta metode filtrasi media filter *bioball* pada penelitian Pramita, dkk (2020) dapat menurunkan kadar TSS sebesar 74,97%, apalagi bila dikombinasikan. Terbukti, pada penelitian ini kombinasi kedua metode tersebut dapat menurunkan kadar parameter hingga di bawah batas baku mutu.

Dari metode-metode pengolahan air limbah Rumah Makan yang dilakukan pada penelitian ini (kombinasi dari anaerob dan aerob), yang paling efektif dalam mendegradasi limbah (sesuai parameter yang diuji) adalah kombinasi metode anaerob *bioball* dan aerob (MBG). Namun, perlu diperhatikan waktu tinggal dari metode yang nantinya akan diterapkan ke depan. Pada penelitian ini, metode MBG membutuhkan waktu 6 jam, filter *bioball* 24 jam dan metode kombinasi 30 jam. Metode kombinasi adalah yang paling efektif tetapi juga membutuhkan waktu lebih lama, sehingga bila diperlukan sebuah metode pengolahan limbah yang lebih efisien dalam hal waktu, maka perlu dikembangkan metode yang lebih hemat waktu tetapi dengan efektivitas yang cukup untuk mengolah air limbah sehingga memenuhi baku mutu. Dalam hal ini, metode MBG sangat potensial untuk diteliti lebih lanjut agar efektivitasnya lebih tinggi.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan yang didasarkan pada rumusan masalah penelitian adalah sebagai berikut:

1. Berdasarkan pengujian yang dilakukan terhadap limbah cair Rumah makan dengan menggunakan rangkain set 1 dan set 2 dapat digunakan untuk mendegradasi zat berbahaya yang mencemari lingkungan. Hal ini dibuktikan dengan menurunnya kadar polutan dan beberapa parameter sudah memenuhi standar baku mutu air limbah domestik Nomor P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016.
2. Berdasarkan pengujian yang dilakukan terhadap limbah cair Rumah makan tingkat efektivitas penurunan pada rangkain set 2 didapatkan untuk parameter TSS mencapai 93,10%, parameter COD 53,89%, dan efektifitas penurunan kadar parameter Turbiditas mencapai 97,72. Tingkat efektivitas penurunan pada rangkain set 1 didapatkan untuk parameter TSS mencapai 84,82%, parameter COD 48,50%, dan efektifitas penurunan kadar pada parameter Turbiditas mencapai 96,24%.

5.2 Saran

Adapun saran dan masukan dalam penelitian ini yaitu:

1. Perlu ditambahkan parameter lainnya untuk penelitian ke depannya agar tercipta hasil yang lebih spesifik dalam memenuhi standar baku mutu.
2. Dalam penelitian selanjutnya perlu ditambahkan variasi DO untuk melihat kemampuan MBG dalam menambah oksigen terlarut dalam air limbah.
3. Penelitian selanjutnya disarankan memvariasikan berbagai faktor yang meningkatkan efektivitas MBG dalam pengolahan limbah cair Rumah Makan, misalnya menambah jumlah *generator* pada reaktor, memodifikasi reaktor sedemikian sehingga pengolahan lebih efektif.

DAFTAR PUSTAKA

- Afisna, Lathifa Putri dan Wibawa Endra Juwana. 2020. Aplikasi Microbubble Generator Porous-Venturi Pada Pengolahan Air Limbah Buatan. *Kurvatek*. Volume 5, No. 1. ISSN: 2477-7870.
- Ambat, R. Esther., & R. Andjar Prasetyo. 2015. Perancangan Bak Prasedimentasi. *Potensi : Jurnal Sipil Politeknik*. Volume 17, No.1. Hal 23–29.
- Budhijanto, Wiratni., Sholahuddin Al Ayyubi., Khalid Abdul Latif. 2020. Evaluasi Rangkaian Anaerobic Fluidized Bed Reactor (AFBR) dan Micro Bubble Generator (MBG) untuk Pengolahan Air Lindi Sampah. *Jurnal Teknik Kimia Indonesia*, Volume 18, No.1.
- Casban dan Ariya Purnamasari Dewi Dewi. 2018. Analisis Efektivitas Teknologi Proses Biologis Anaerob – Aerob Dengan Menggunakan Moving Bed System Contact Media Pada Pengolahan Air Limbah Domestik Di Perkantoran. *Jurnal Fakultas Teknik UMJ*. e-ISSN : 2460 – 8416.
- Dinas Lingkungan Hidup. 2019. Petunjuk Teknis Pengelolaan Limbah Cair Kegiatan Restoran/Rumah Makan. Surabaya: Pemerintah Kota Surabaya.
- Indrayani, Lilin. 2018. Pengolahan Limbah Cair Industri Batik Sebagai Salah Satu Percontohan Ipal Batik Di Yogyakarta. *ECOTROPHIC*. Volume 12, No.2.
- Indrayani, Lilin., dan Nur Rahmah. 2018. Nilai Parameter Kadar Pencemar Sebagai Penentu Tingkat Efektivitas Tahapan Pengolahan Limbah Cair Industri Batik. *Jurnal Rekayasa Proses*. Volume 12, No.1.
- Lestari, Dwi Endah. 2012. *Efektivitas Pengolahan Limbah Cair Domestik Dengan Metode Rawa Buatan (Constructed Wetland)*. Skripsi Fakultas Ilmu Kesehatan.
- Parasmita, Bernadette Nusye., Wiharyanto Oktiawan, Mochtar Hadiwidodo. 2013. Studi Pengaruh Waktu Tinggal Terhadap Penyisihan Parameter Bod5, COD Dan TSS Lindi Menggunakan Biofilter Secara Anaerob-Aerob (Studi Kasus: TPA Ngronggo, Kota Salatiga, Jawa Tengah). *Jurnal Teknik Lingkungan*. Volume 2, No.1. Hal 1–16.

- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.16/Menlhk/Setjen/Kum.1/4/2019 Tentang Perubahan Kedua Atas Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah.* (t.thn.).
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.68/Menlhk/Setjen/Kum. 1/8/2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik.* (t.thn.).
- Pramita, Ayu., Dwi Novia Prasetyanti, dan Dini Nur Fauziah. 2020. Penggunaan Media *Bioball* dan Tanaman Kayu Apu (*Pistia stratiotes*) Sebagai Biofilter Aerobik Pada Pengolahan Limbah Cair Rumah Tangga. *Journal of Research and Technology*. Volume 6, No. 1. Hal 131–136.
- Purnawan, Angge Dhevi Warisaura, dan Agnes Setyaningrum. 2018. Pengolahan Limbah Cair Rumah Makan Dengan Sistem Kombinasi *Presipitasi-Aerobic Biofilter*. *Jurnal Teknologi Technoscientia*. Volume 11, No. 1. Hal 47–53.
- Rosariawari, Firra., Iwan Wahjudijanto, dan Tuhu Agung Rachmanto. 2016. Peningkatan Efektifitas Aerasi Dengan Menggunakan *Micro Bubble Generator* (MBG). *Jurnal Envirotek*. Volume 8, No. 2.
- Rofik, Denis Abdur., Kardiman, dkk. 2020. Perancangan Dan Analisis Alat *Microbubble Generator* (MBG) Untuk Aerasi Kolam Ikan Tipe Nozzel Venturi. *Gorontalo Journal of Infrastructure and Science Engineering*. Volume 3, No.2. Hal 24.
- Rumbino, Yusuf dan Kezia Abigael. 2020. Penentuan laju pengendapan partikel di kolam penampungan air hail pencucian bijih mangan. *Jurnal Ilmiah Teknologi FSH Undaran*. Volume 14, No.1. ISSN: 1693-9522.
- Said, Nusa Idaman. 2017. Aplikasi Bio-Ball Untuk Media Biofilter Studi Kasus Pengolahan Air Limbah Pencucian Jean. *Jurnal Air Indonesia*. Volume 1, No.1.
- Silalahi, Indah V.O. 2019. *Analisa Kadar COD (Chemical Oxygen Demand) Pada Limbah Cair Domestik Secara Titrimetri Di PT. Shafera Enviro Laboratorium*. Tugas Akhir Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara.

- Supriatna, Mohammad Mahmudi, dkk. 2020. Hubungan pH dengan Parameter Kualitas Air pada Tambak Intensif Udang Vannamei (*Litopenaeus vannamei*). *JFMR-Journal of Fisheries and Marine Research*. Volume 4, No.3. Hal 368–374.
- Widyatama, Ganesa satria., Wiharyanto Oktiawan, dan Arya Rezagama. 2016. Rencanana Instalasi Pengolahan Air Lindi (IPL) Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Regional Kabupaten Dan Kota Magelang. *Jurnal Teknik Lingkungan*. Volume 5, No.1.
- Wulandari, Puji Retno. 2014. Perencanaan Pengolahan Air Limbah Sistem Terpusat (Studi Kasus di Perumahan PT. Pertamina Unit Pelayanan III Plaju - Sumatera Selatan. *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*. Volume 2, No.3. ISSN: 2355-374X.
- Yuniarti, Dewi Putri., Ria Komala, Suhadi Aziz. 2019. Pengaruh Proses Aerasi Terhadap Pengolahan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit Di PTPN VII Secara Aerobik. *Teknik Lingkungan*. Volume 4, No.2.



Lampiran 1 Hasil Uji Air Limbah



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
 UNIVERSITAS SYIAH KUALA
 FAKULTAS TEKNIK
 JURUSAN TEKNIK KIMIA
LAB. TEKNIK PENGUJIAN KUALITAS LINGKUNGAN
 Jalan Tengku Syech Abdur Rauf No. 7, Darussalam, Banda Aceh 23111 Telepon/Fax. (0651) 7552222
 Laman: <http://che.unsyiah.ac.id>; e-mail: ltpl@che.unsyiah.ac.id

LEMBAR HASIL UJI

Nomor: 090/JTK-USK/LTPKL/2022

Nama Pelanggan : M. Ichlasul Awal
 Alamat Pelanggan : Gp. Tanjong-Aceh Besar
 Tanggal di Terima : 21 Maret 2022
 Kode Contoh Uji : Air Pengolahan R.1
 Tanggal di Analisa : 22 Maret 2022–29 Maret 2022
 Untuk Keperluan : Penelitian Mahasiswa
 Baku Mutu : Lampiran I Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia
 Nomor P.68 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik

No.	Parameter	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisa	Ket.
I.	Fisika				
1.	Zat Padat Tersuspensi (TSS)	mg/l	30	10,0	
II.	Kimia				
1.	pH	–	6–9	8,0	
2.	Kebutuhan Oksigen Kimia (COD)	mg/l	100	231	

Keterangan:
 Pengambilan contoh dilakukan oleh pelanggan dan contoh diterima di laboratorium dalam kemasan botol plastik.

Darussalam, 29 Maret 2022

Ketua,

Dr. Ir. Iddi Munawar, S.T., M.Eng.
 NIP: 19691210 199802 1001

جامعة الرانيري

AR - RANIRY



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
 UNIVERSITAS SYIAH KUALA
 FAKULTAS TEKNIK
 JURUSAN TEKNIK KIMIA
LAB. TEKNIK PENGUJIAN KUALITAS LINGKUNGAN
 Jalan Tengku Syech Abdur Rauf No. 7, Darussalam, Banda Aceh 23111 Telepon/Fax. (0651) 7552222
 Laman: <http://che.unsyiah.ac.id>; e-mail: ltpk1@che.unsyiah.ac.id

LEMBAR HASIL UJI

Nomor: 090/JTK-USK/LTPKL/2022

Nama Pelanggan : M. Ichlasul Awal
 Alamat Pelanggan : Gp. Tanjong-Aceh Besar
 Tanggal di Terima : 21 Maret 2022
 Kode Contoh Uji : Air Pengolahan R.1
 Tanggal di Analisa : 22 Maret 2022–29 Maret 2022
 Untuk Keperluan : Penelitian Mahasiswa
 Baku Mutu : Lampiran I Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia
 Nomor P.68 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik

No.	Parameter	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisa	Ket.
I. Fisika					
1.	Zat Padat Tersuspensi (TSS)	mg/l	30	10,0	
II. Kimia					
1.	pH	-	6–9	8,0	
2.	Kebutuhan Oksigen Kimia (COD)	mg/l	100	258	

Keterangan:
 Pengambilan contoh dilakukan oleh pelanggan dan contoh diterima di laboratorium dalam kemasan botol plastik.

Darussalam, 29 Maret 2022

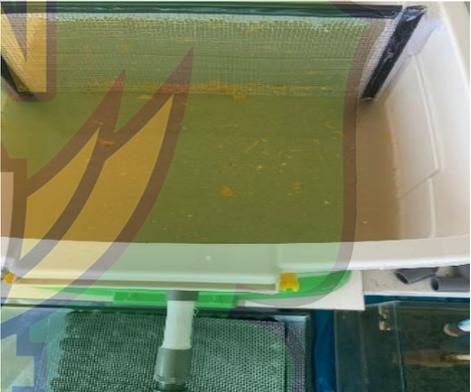
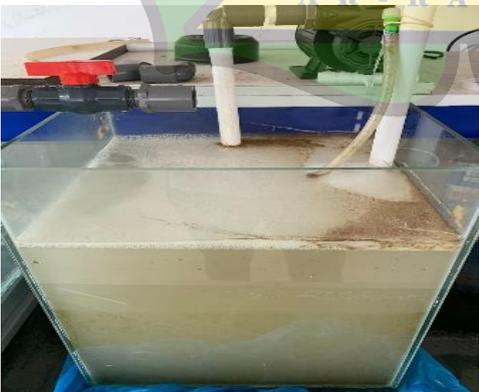
Ketua,

Dr. Ir. Idris Munawar, S.T., M.Eng.
 NIP. 19691210 199802 1001

جامعة الرانيري

AR - RANIRY

Lampiran 2 Dokumentasi Penelitian

	
<p>Rangkaian Reaktor MBG</p>	<p>Proses Pembuatan Reaktor</p>
	
<p>Bak Anaerob</p>	<p>Bak Pengendapan</p>
	
<p>Bak Aerob</p>	<p>Sampel Sebelum Pengolahan</p>



Sampel Setelah Pengolahan Set 1



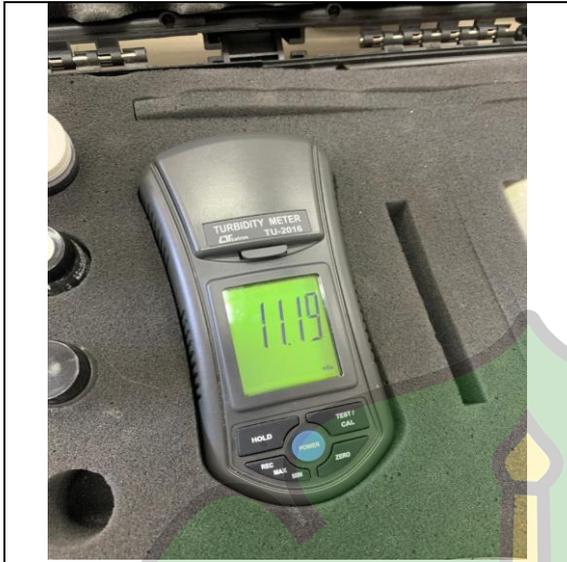
Sampel Setelah Pengolahan Set 2



Sampel Turbiditas Sebelum Pengolahan



Sampel Turbiditas Setelah Pengolahan Set 1



Sampel Turbiditas Setelah Pengolahan Set 2



Lampiran 3 Perhitungan

1. Perhitungan TSS

Rumus yang digunakan untuk menghitung TSS yaitu :

$$\text{TSS mg/L} = \frac{(A-B) \times 1000}{\text{Volume contoh uji (ml)}}$$

Dengan A merupakan berat residu kering ditambah kertas saring dan B merupakan berat dari kertas saring (mg).

- Sampel sebelum pengolahan

$$\begin{aligned} \text{TSS} &= \frac{(A-B) \times 1000}{\text{Volume contoh uji (ml)}} \\ &= \frac{(0,1823 - 0,1678) \times 1000}{0,1} \\ &= 145 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

2. Perhitungan Efektivitas

$$\text{Efektivitas Nilai} = \frac{(\text{Kadar Awal} - \text{Kadar Akhir})}{\text{Kada Awal}} \times 100 \dots \dots \dots (1)$$

- Efektivitas Nilai TSS set (1) = $\frac{(145-10)}{145} \times 100 = 93,10\%$
- Efektivitas Nilai COD set (1) = $\frac{(501-231)}{501} \times 100 = 53,89\%$
- Efektivitas Nilai Turbiditas set (1) = $\frac{(341-12,82)}{341} \times 100 = 96,24\%$

$$\text{Efektivitas Nilai} = \frac{(\text{Kadar Awal} - \text{Kadar Akhir})}{\text{Kada Awal}} \times 100 \dots \dots \dots (2)$$

- Efektivitas Nilai TSS set (2) = $\frac{(145-22)}{145} \times 100 = 84,82\%$
- Efektivitas Nilai COD set (2) = $\frac{(501-258)}{501} \times 100 = 48,50\%$
- Efektivitas Nilai TURBIDITAS set (2) = $\frac{(341-11,19)}{341} \times 100 = 97,72\%$

Lampiran 4. Baku Mutu

-11-

LAMPIRAN I
 PERATURAN MENTERI LINGKUNGAN HIDUP DAN KEHUTANAN
 REPUBLIK INDONESIA
 NOMOR P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016
 TENTANG
 BAKU MUTU AIR LIMBAH DOMESTIK

BAKU MUTU AIR LIMBAH DOMESTIK TERSENDIRI

Parameter	Satuan	Kadar maksimum*
pH	-	6 - 9
BOD	mg/L	30
COD	mg/L	100
TSS	mg/L	30
Minyak & lemak	mg/L	5
Amoniak	mg/L	10
Total Coliform	jumlah/100mL	3000
Debit	L/orang/hari	100

Keterangan:

*= Rumah susun, penginapan, asrama, pelayanan keschatan, lembaga pendidikan, perkantoran, perniagaan, pasar, rumah makan, balai pertemuan, arena rekreasi, permukiman, industri, IPAL kawasan, IPAL permukiman, IPAL perkotaan, pelabuhan, bandara, stasiun kereta api, terminal dan lembaga pemasyarakatan.

Salinan sesuai dengan aslinya

KEPALA BIRO HUKUM,

KRISNA RYA

MENTERI LINGKUNGAN HIDUP DAN
 KEHUTANAN REPUBLIK INDONESIA,

ttd.

SITI NURBAYA

AR - RANIRY

Lampiran 5. Prosedur Pengambilan Sampel

SNI
Standar Nasional Indonesia

SNI 6989.59:2008



ICS 13.060.50

Badan Standardisasi Nasional

BSN

SNI 6989.59:2008

4 Peralatan

4.1 Alat pengambil contoh

4.1.1 Persyaratan alat pengambil contoh

Alat pengambil contoh harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

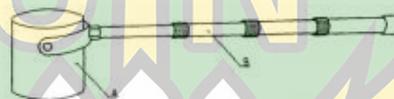
- terbuat dari bahan yang tidak mempengaruhi sifat contoh;
- mudah dicuci dari bekas contoh sebelumnya;
- contoh mudah dipindahkan ke dalam botol penampung tanpa ada sisa bahan tersuspensi di dalamnya;
- mudah dan aman di bawa;
- kapasitas alat tergantung dari tujuan pengujian.

4.1.2 Jenis alat pengambil contoh

- Alat pengambil contoh sederhana

Alat pengambil contoh sederhana dapat berupa ember plastik yang dilengkapi dengan tali atau gayung plastik yang bertangkai panjang.

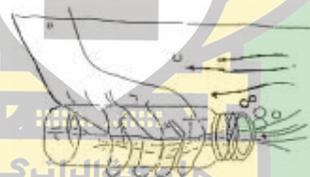
CATATAN Dalam praktiknya, alat sederhana ini paling sering digunakan dan dipakai untuk mengambil air permukaan atau air sungai kecil yang relatif dangkal.



Keterangan gambar:

- adalah pengambil contoh terbuat dari polietilen
- adalah *handle* (tipe teleskopi yang terbuat dari aluminium atau stanlestit)

Gambar 1 Contoh alat pengambil contoh gayung bertangkai panjang



Gambar 2 Contoh botol biasa secara langsung