

**PENGOLAHAN AIR LINDI TPA GAMPONG JAWA BANDA ACEH
DENGAN MENGGUNAKAN PROSES *TRICKLING FILTER* DAN
*ROTATING BIOLOGICAL CONTACTOR (RBC)***

TUGAS AKHIR

Diajukan Oleh:

DIMAS FAZDLI

NIM. 160702085

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



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
BANDA ACEH
2023 M/1444 H**

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Dimas Fazdli

Nim : 160702085

Program Studi : Teknik Lingkungan

Judul : Pengolahan Air Lindi Tpa Gampong Jawa Banda Aceh
Dengan Menggunakan Proses *Trickling Filter* Dan
Rotating Biological Contactor (RBC).

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penelitian skripsi ini, saya:

1. Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mampu mengembangkan dan mempertanggungjawabkan;
2. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah karya orang lain;
3. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya;
4. Tidak memanipulasi dan memalsukan data;
5. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu mempertanggungjawabkan atas karya ini.

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

Demikian pernyataan saya ini saya buat dengan sesungguhnya dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Banda Aceh, 27 Maret 2023

Yang menyatakan,




Dimas Fazdli

LEMBARAN PERSETUJUAN
PENGOLAHAN AIR LINDI TPA GAMPONG JAWA BANDA ACEH
DENGAN MENGGUNAKAN PROSES *TRICKLING FILTER* DAN
ROTATING BIOLOGICAL CONTACTOR (RBC)

TUGAS AKHIR

Diajukan Kepada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri (UIN) Ar-Raniry Banda Aceh
Sebagai Salah Satu Beban Studi Memperoleh Gelar Sarjana (S1)
dalam Ilmu/Prodi Teknik Lingkungan

Oleh:

DIMAS FAZDLI

NIM. 160702085

Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Teknik Lingkungan

Disetujui untuk Dimunaqasyahkan Oleh:

Pembimbing I,



Syafrina Sari Lubis, M.Si
NIP:198004252014032001

A R - R A N I R Y Pembimbing II,



Husnawati Yahya, M.Sc
NIP:197906202014032001

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Lingkungan



Husnawati Yahya, M.Sc
NIP:197906202014032001

LEMBARAN PENGESAHAN
PENGOLAHAN AIR LINDI TPA GAMPONG JAWA BANDA ACEH
DENGAN MENGGUNAKAN PROSES *TRICKLING FILTER* DAN
ROTATING BIOLOGICAL CONTACTOR (RBC)

TUGAS AKHIR

Telah diuji oleh Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry dan dinyatakan Lulus
Serta diterima sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S-1)
Dalam Ilmu Teknik Lingkungan

Pada Hari/Tanggal : 17 Maret 2023
24 Sya'ban 1444 H

Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir

Ketua,



Syafrina Sari Lubis, M.Si
NIP:198004252014032001

Sekretaris,



Husnawati Yahya, M.Sc
NIP:197906202014032001

Penguji I,



Dianita Harahap, M.Si
NIP:198703222015032004

Penguji II,



Arief Rahman, M.T
NIP:198903102019031012

Mengetahui:

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



Dr. L. Muhammad Dirhamsyah, M.T., IPU
NIP:196210021988111001

ABSTRAK

Nama : Dimas Fazdli
NIM : 160702085
Program Studi : Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi (FST)
Judul : Pengolahan Air Lindi Tpa Gampong Jawa Banda Aceh Dengan Menggunakan Proses *Trickling Filter* Dan *Rotating Biological Contactor* (RBC).
Tanggal Sidang : 17 Maret 2023
Tebal Skripsi : 78 Halaman
Pembimbing I : Syafrina Sari Lubis, M.Si
Pembimbing II : Husnawati Yahya, M.Sc
Kata Kunci : Air Lindi, *Trickling Filter*, *Biofilm*, *Rotating Biological Contactor*, Media.

Air lindi TPA mengandung bahan organik yang tinggi yang apabila masuk ke badan air akan menyebabkan terjadinya pencemaran lingkungan. Salah satu cara pengolahan limbah cair agar aman dibuang ke lingkungan adalah dengan menggunakan sistem *Trickling Filter* dan RBC. Pemanfaatan media dalam pembentukan *biofilm* digunakan pada proses pengolahan air lindi TPA dengan sistem *Trickling Filter*, sedangkan pengolahan RBC menggunakan MOL dari nasi basi. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui efektivitas penurunan kadar parameter pencemar yaitu BOD, COD, TSS, dan kekeruhan pada pengolahan air lindi TPA menggunakan sistem *Trickling Filter* dan RBC. Berdasarkan hasil uji awal, air lindi TPA nilai parameter BOD, COD, TSS, Kekeruhan, DO, Suhu dan pH secara berturut-turut adalah 600 mg/L, 2.785,4 mg/L, 161 mg/L, 507 NTU, 13,2 mg/L, 28°C dan 3,2. Pengolahan dengan sistem *Trickling Filter* dan RBC pada penelitian ini diamati setiap 24 jam selama 3 hari untuk melihat pengaruh waktu kontak terhadap penurunan kadar pencemar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengolahan dengan *Trickling Filter* dan RBC menghasilkan penurunan pencemar dengan nilai paling baik pada hasil pengamatan hari ke 3 (waktu kontak 3x24 jam). Kombinasi pengolahan ini cukup efektif dalam menurunkan kadar parameter adalah hari ke 3 atau selama 72 jam dengan efektivitas penurunan kadar parameter BOD mencapai 84,5%, COD sebesar 92,81%, TSS sebesar 62,73% dan kekeruhan sebesar 91,02%. Sedangkan parameter pendukung DO, suhu dan pH dalam kadar netral.

ABSTRACT

Nama : Dimas Fazdli
Student ID : 160702085
Study Program : Environmental Engineering, Faculty Science and
Technology (FST)
Title : Leachate Water Treatment from Gampong Jawa Banda
Aceh Landfill Using Trickling Filter And Process Rotating
Biological Contactor (RBC).
Defense Date : 17 March 2023
Number of Pages : 78 Page
Thesis Advisor I : Syafrina Sari Lubis, M.Si
Thesis Advisor II : Husnawati Yahya, M.Sc
Key Words : Leachate, Trickling Filter, Biofilm, Rotating Biological
Contactor, Media.

TPA leachate contains high organic matter which, if it enters water bodies, will cause environmental pollution. One way to treat liquid waste safely for disposal into the environment is to use a Trickling Filter and RBC system. Utilization of media in the formation of biofilms is used in the TPA leachate treatment process with the Trickling Filter system, while RBC processing uses MOL from stale rice. This research was conducted to determine the effectiveness of reducing the levels of pollutant parameters, namely BOD, COD, TSS, and turbidity in TPA leachate treatment using Trickling Filter and RBC systems. Based on the initial test results, TPA leachate water parameter values of BOD, COD, TSS, Turbidity, DO, Temperature and pH respectively were 600 mg/L, 2,785.4 mg/L, 161 mg/L, 507 NTU, 13, 2 mg/L, 28oC and 3.2. Processing with the Trickling Filter and RBC system in this study was observed every 24 hours for 3 days to see the effect of contact time on reducing pollutant levels. The results showed that processing with Trickling Filter and RBC resulted in a decrease in contaminants with the best value on the 3rd day of observation (3x24 hour contact time). This combination of treatments was quite effective in reducing the parameter levels on day 3 or for 72 hours with the effectiveness of reducing the parameter levels of BOD reaching 84.5%, COD of 92.81%, TSS of 62.73% and turbidity of 91.02%. While the supporting parameters DO, temperature and pH are neutral.

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Segala puji hanya milik Allah s.w.t, Dia-lah yang telah menganugerahkan Al-Qur'an sebagai *hudan lin nas* (petunjuk bagi seluruh manusia) dan rahmatanlil'alamin (rahmat bagi segenap alam). Dia-lah yang Maha Mengetahui makna dan maksud kandungan Al-Qur'an. Selawat dan salam semoga tercurahkan kepada Nabi Besar Muhammad s.a.w utusan dan manusia pilihan, dialah penyampai, pengamal dan pentafsir pertama Al-Qur'an.

Dengan pertolongan dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh sarjana di Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.

Selama persiapan penyusunan tugas akhir ini, penulis telah banyak mendapat bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis tak lupa mengucapkan terima kasih kepada Orang Tua, Kakak, Adik, dan keluarga besar saya yang selalu mendoakan penulis serta memberikan dukungan penuh kepada penulis dalam mengerjakan penelitian ini serta kepada:

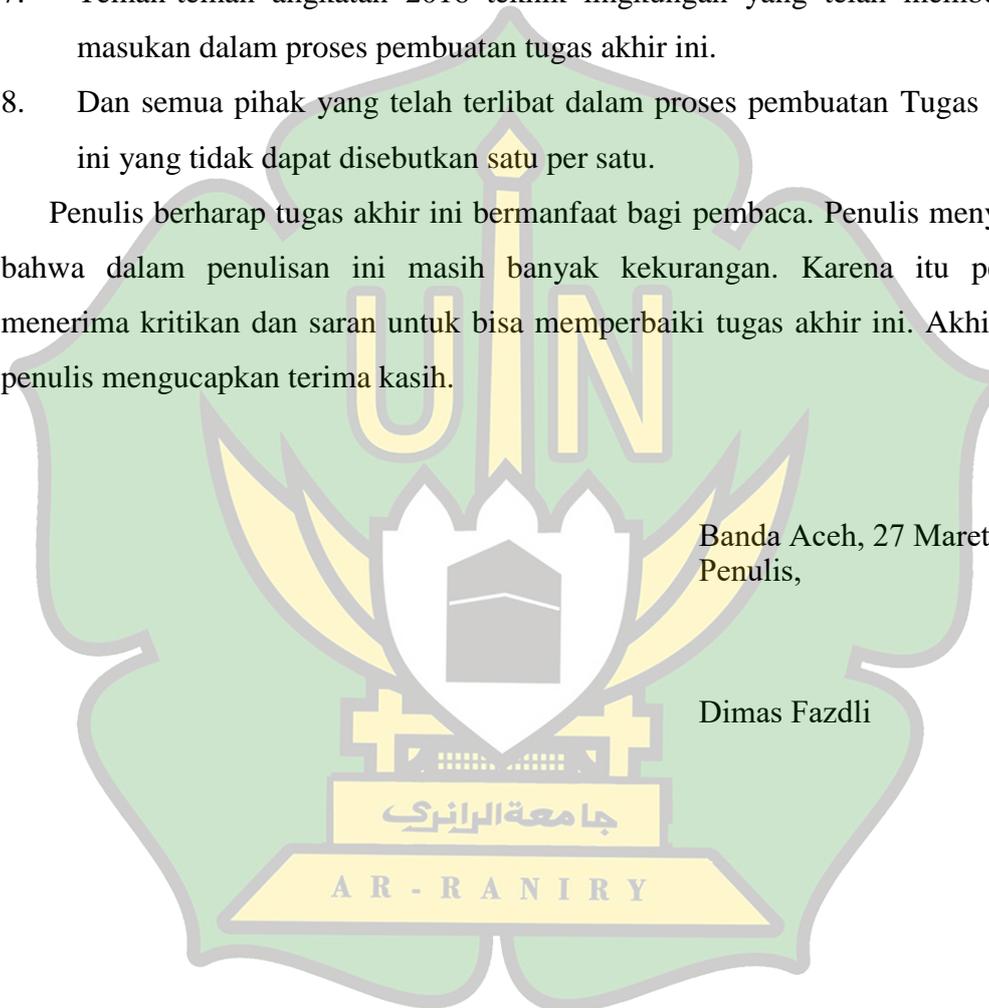
1. Dr. Ir. Muhammad Dirhamsyah, MT., IPU., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi.
2. Ibu Husnawati Yahya, S.Si. M.Sc., selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh sekaligus sebagai Dosen Pembimbing II.
3. Bapak Aulia Rohendi, S.T., M.T., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
4. Bapak Mulyadi Abdul Wahid, M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Akademik Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.

5. Ibu Syafrina Sari Lubis, M.Sc., selaku Dosen Pembimbing I Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
6. Ibu Firda dan Kak Nurul yang telah membantu dalam pembuatan syarat-syarat yang diperlukan dalam penyelesaian tugas akhir saya.
7. Teman-teman angkatan 2016 teknik lingkungan yang telah memberikan masukan dalam proses pembuatan tugas akhir ini.
8. Dan semua pihak yang telah terlibat dalam proses pembuatan Tugas Akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis berharap tugas akhir ini bermanfaat bagi pembaca. Penulis menyadari bahwa dalam penulisan ini masih banyak kekurangan. Karena itu penulis menerima kritikan dan saran untuk bisa memperbaiki tugas akhir ini. Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih.

Banda Aceh, 27 Maret 2023
Penulis,

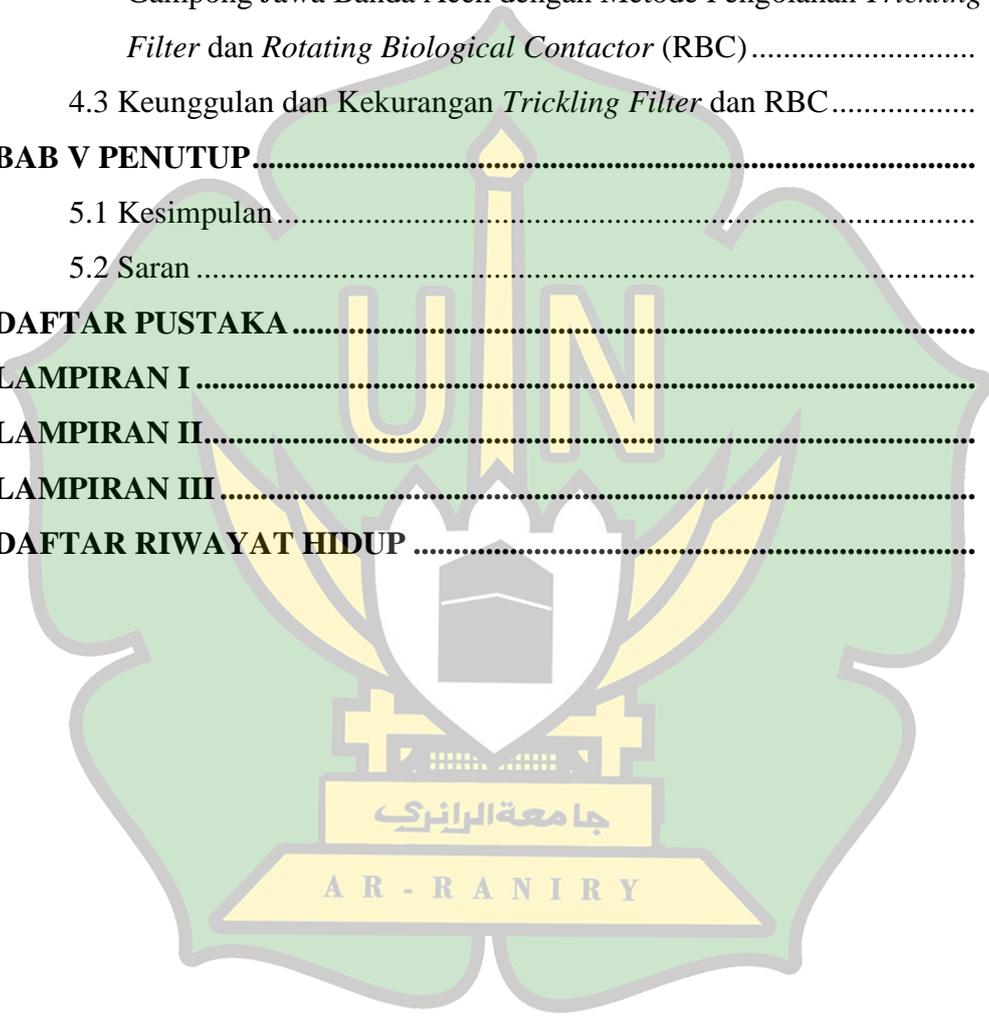
Dimas Fazdli



DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN	i
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penulisan	4
1.4 Manfaat Penulisan	4
1.5 Batasan Penulisan	4
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1 TPA Gampong Jawa	5
2.2 Unit Pengolahan Lindi Gampong Jawa	7
2.3 Air Lindi	8
2.4 <i>Trickling Filter</i>	10
2.5 Sistem Pengolahan <i>Rotating Biological Contactor</i> (RBC)	15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	22
3.1 Metode Penelitian	22
3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian	22
3.3 Alat dan Bahan	24
3.4 Tahapan penelitian.....	24
3.5 Analisis Data.....	33
3.6 Diagram Alur Penelitian	34
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	35

4.1 Kemampuan Kombinasi Metode Pengolahan <i>Trickling Filter</i> dan <i>Rotating Biological Contactor</i> (RBC) Dalam Menurunkan Konsentrasi Limbah Lindi dari TPA Gampong Jawa Kota Banda Aceh.....	35
4.2 Pengaruh Waktu Tinggal Dalam Mengolah Air Lindi TPA Gampong Jawa Banda Aceh dengan Metode Pengolahan <i>Trickling Filter</i> dan <i>Rotating Biological Contactor</i> (RBC).....	51
4.3 Keunggulan dan Kekurangan <i>Trickling Filter</i> dan RBC.....	52
BAB V PENUTUP	54
5.1 Kesimpulan.....	54
5.2 Saran.....	54
DAFTAR PUSTAKA	55
LAMPIRAN I	58
LAMPIRAN II	64
LAMPIRAN III	65
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	66

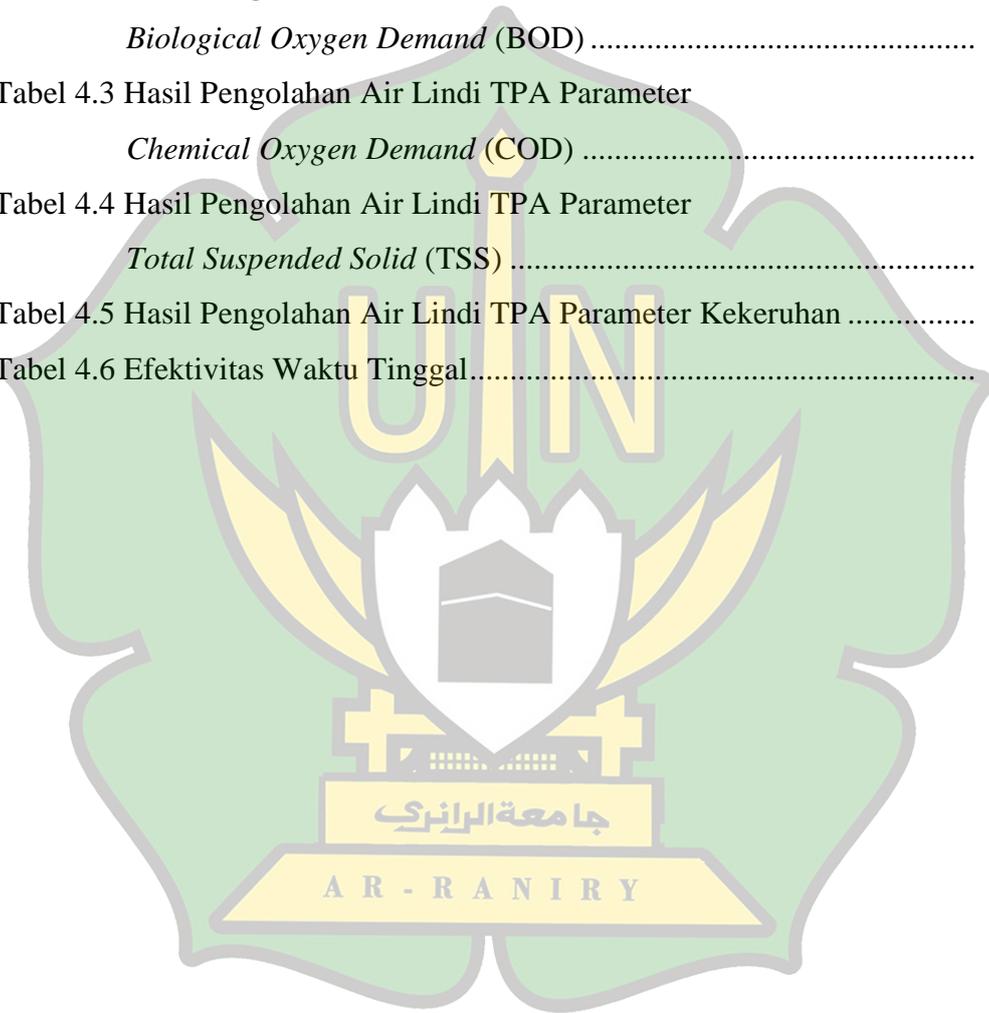


DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Proses Pengolahan Air Limbah Sistem <i>Trickling Filter</i>	5
Gambar 2.2 Skema <i>Trickling Filter</i>	7
Gambar 2.3 Prinsip Kerja <i>Trickling Filter</i>	8
Gambar 2.4 Proses <i>Biofilm</i>	10
Gambar 2.5 Skema <i>Trickling Filter</i>	11
Gambar 2.6 Diagram proses pengolahan air limbah dengan sistem RBC	20
Gambar 3.1 Lokasi Pengambilan Sampel Air Lindi TPA.....	22
Gambar 3.2 Tempat Pengambilan Sampel Air Lindi TPA	24
Gambar 3.3 Gambaran atau Desain <i>Trickling Filter</i>	26
Gambar 3.4 Desain Pengolahan RBC	27
Gambar 3.5 Diagram Kerangka Penelitian	34
Gambar 4.1 Reaktor TF dan RBC	35
Gambar 4.2 Hasil Pengolahan Air Lindi TPA Terhadap Parameter Uji.....	36
Gambar 4.3 Hasil Pengolahan Air Lindi TPA Parameter <i>Biological Oxygen Demand (BOD)</i>	38
Gambar 4.4 Hasil Pengolahan Air Lindi TPA Parameter <i>Chemical Oxygen Demand (COD)</i>	41
Gambar 4.5 Perbandingan Air Lindi	43
Gambar 4.6 Hasil Pengolahan Air Lindi TPA Parameter <i>Total Suspended Solid (TSS)</i>	44
Gambar 4.7 Hasil Pengolahan Air Lindi TPA Parameter Kekerusuhan	46
Gambar 4.8 Hasil Pengolahan Air Lindi TPA Parameter pH	48
Gambar 4.9 Hasil Pengolahan Air Lindi TPA Parameter Suhu	49
Gambar 4.10 Hasil Pengolahan Air Lindi TPA Parameter <i>Dissolved Oxygen (DO)</i>	50

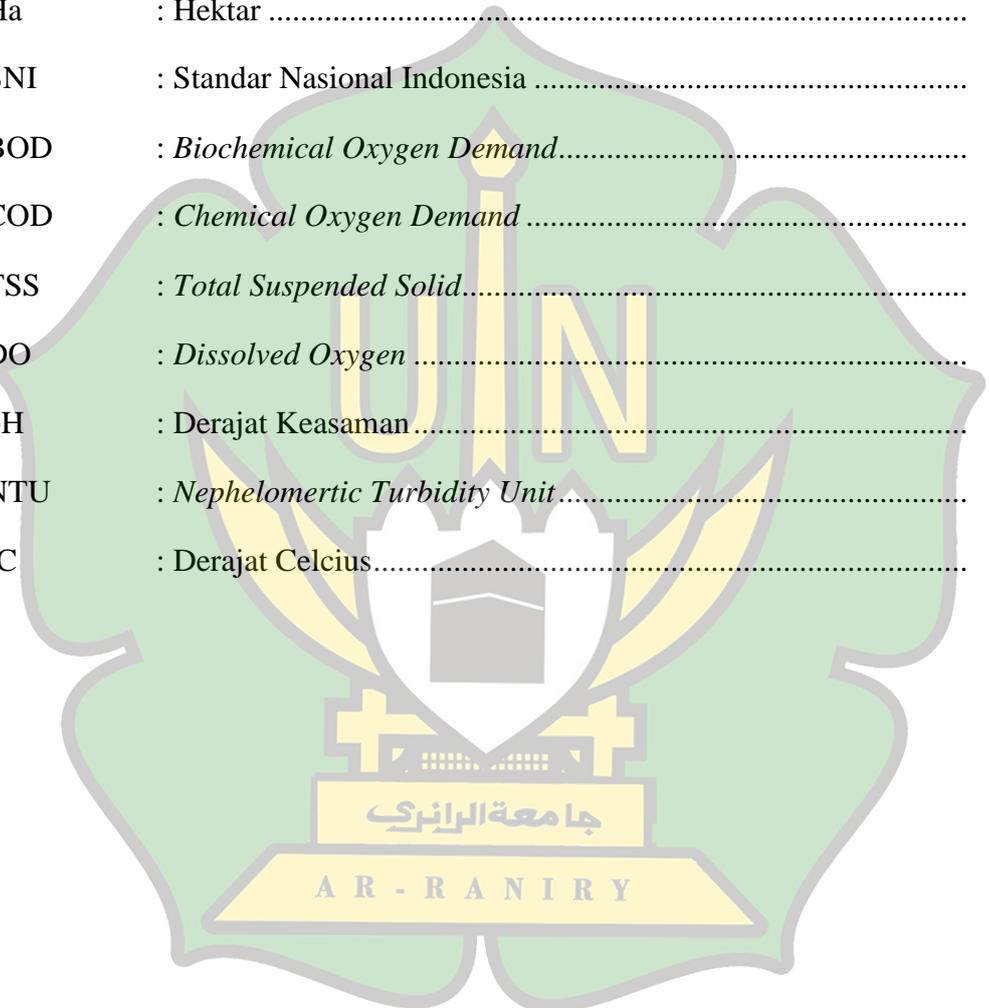
DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Baku Mutu Air Lindi	9
Tabel 4.1 Hasil Analisis parameter BOD, COD, TSS, Kekерuhan, DO, pH dan Suhu dengan Kombinasi Metode TF dan RBC.....	36
Tabel 4.2 Hasil Pengolahan Air Lindi TPA Parameter <i>Biological Oxygen Demand</i> (BOD)	37
Tabel 4.3 Hasil Pengolahan Air Lindi TPA Parameter <i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD)	40
Tabel 4.4 Hasil Pengolahan Air Lindi TPA Parameter <i>Total Suspended Solid</i> (TSS)	44
Tabel 4.5 Hasil Pengolahan Air Lindi TPA Parameter Kekерuhan	46
Tabel 4.6 Efektivitas Waktu Tinggal.....	51



DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

TPA	: Tempat Pemrosesan Akhir.....	1
DLHK3	: Dinas Lingkungan Hidup, Kebersihan dan Keindahan	1
TF	: <i>Trickling Filter</i>	2
Ha	: Hektar	9
SNI	: Standar Nasional Indonesia	28
BOD	: <i>Biochemical Oxygen Demand</i>	28
COD	: <i>Chemical Oxygen Demand</i>	28
TSS	: <i>Total Suspended Solid</i>	29
DO	: <i>Dissolved Oxygen</i>	31
pH	: Derajat Keasaman.....	31
NTU	: <i>Nephelometric Turbidity Unit</i>	36
°C	: Derajat Celcius.....	36



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) merupakan tempat dimana sampah mencapai tahap terakhir dalam pengelolaannya sejak mulai timbul di sumber, pengumpulan, pemindahan/pengangkutan, pengolahan dan pembuangan. TPA merupakan tempat dimana sampah diisolasi secara aman agar tidak menimbulkan gangguan terhadap lingkungan sekitarnya. Karenanya diperlukan penyediaan fasilitas dan perlakuan yang benar agar keamanan tersebut dapat dicapai dengan baik. Tempat pemrosesan akhir (TPA) merupakan suatu komponen yang sangat penting dalam pengelolaan sampah. TPA disediakan oleh DLHK sebagai bentuk tanggung jawab atau bentuk pelayanan kepada masyarakat. Kebersihan dan kenyamanan lingkungan memberikan keuntungan bagi masyarakat dan lingkungan secara menyeluruh (Fitria *et al.*, 2018).

Salah satu kota yang melakukan pengelolaan terhadap sampah yaitu Kota Banda Aceh yang dilakukan oleh Dinas Lingkungan Hidup, Kebersihan dan Keindahan (DLHK3) Kota Banda Aceh. TPA di Kota Banda Aceh berada di daerah Gampong Jawa yang lokasinya berada di bagian utara dari kota tersebut. TPA Gampong Jawa pertama sekali dibangun pada tahun 1994 dengan luas 12 Ha. Saat bencana gempa bumi dan tsunami tahun 2004, TPA Gampong Jawa hancur total dan menyapu semua sampah yang ada di sana. Pengelolaan sampah yang dilakukan di TPA Gampong Jawa yaitu secara *open dumping* yang maksudnya sampah dibuang begitu saja di TPA, sehingga dapat menimbulkan pencemaran terhadap lingkungan hidup (DLHK3 Banda Aceh, 2018).

Peningkatan timbunan sampah dapat menyebabkan peningkatan volume dan debit lindi (*leachate*) yang dihasilkan sebagai limbah operasional TPA. Lindi mengandung bahanbahan kimia organik dan anorganik serta sejumlah bakteri patogen, yang berpotensi menimbulkan pencemaran terhadap air tanah dan lingkungan, dan manusia. Permasalahan lain yang sering muncul akibat adanya TPA yaitu sampah di TPA tersebut mengalami degradasi dan proses pembusukan

yang kemudian akan menghasilkan suatu limbah cair beracun yang disebut dengan lindi (*leachate*). Lindi merupakan cairan yang berasal dari sampah yang dihasilkan dari campuran bahan pelarut maupun tersuspensi dengan tingkat polutan tinggi yang terkandung di dalam sampah. Partikel tersuspensi dan material terlarut yang dikandung oleh lindi jika dibiarkan begitu saja akan menimbulkan dampak yang buruk terhadap lingkungan dan kesehatan manusia (Hartini *et al.*, 2018).

Proses pengolahan limbah cair dapat diolah menggunakan teknologi yang dapat dilakukan secara fisika, kimia, biologi dan gabungan ketiganya. Penelitian ini menguji proses pengolahan limbah cair secara biologis yang disebut sebagai proses tahapan pengolahan sekunder dengan menggunakan pengolahan *Trickling Filter* dan *Rotating Biological Contactor* (RBC). Pengolahan limbah cair secara biologi tentunya memiliki tujuan yaitu untuk mengubah zat organik yang berbahaya menjadi zat yang kurang berbahaya, sehingga zat-zat organik yang terdapat dalam limbah cair tersebut dapat digunakan kembali. Proses pengolahan air limbah secara biologis terbagi menjadi tiga jenis yaitu proses biomassa tersuspensi (*suspended culture*), proses biomassa melekat (*attached culture*) dan *lagoon/kolam* (Sofi, 2017).

Metode *Trickling Filter* (TF) ini digunakan karena pengolahannya lebih sederhana, mudah dilakukan serta tidak terlalu membutuhkan biaya besar. Pengolahan ini hanya memerlukan bahan-bahan yang mudah didapatkan dan bisa membantu secara maksimal dalam mengolah air limbah yang telah ditentukan. Pengolahan *Trickling Filter* sebelumnya sudah dilakukan untuk mengolah limbah cair dari tempat pengolahan ikan dengan tujuan untuk menurunkan kadar BOD, COD, minyak dan lemak dari limbah tersebut. Sistem pengolahan ini juga sudah dilakukan penelitian untuk mengolah limbah cair tahu dengan metode *Bioreaktor Trickling Filter* untuk menurunkan kadar BOD₅ dan COD dari limbah cair tahu, kinerja *trickling filter* untuk mengolah limbah cair *catering* dengan variasi media *bioball* dan batu apung ditinjau dari parameter BOD₅ dan COD dengan media batu apung memiliki efisiensi lebih tinggi daripada *Trickling Filter* dengan media

bioball, yaitu sebesar 82,1% untuk BOD₅ dan 89,8% untuk COD. (Rizkiyanti, D.S., dan Alifiah, 2018).

Pengolahan air limbah tahu menggunakan teknologi bioreaktor *trickling filter* didapat efisiensi penurunan BOD₅ sebesar 66,67% dan COD sebesar 40,51%. Proses pengolahan limbah cair dapat diolah menggunakan teknologi yang dapat dilakukan secara fisika, kimia, biologi dan gabungan ketiganya. Penelitian ini menguji proses pengolahan limbah cair secara biologis yang disebut sebagai proses tahapan pengolahan sekunder dengan menggunakan pengolahan *Trickling Filter* dan *Rotating Biological Contactor* (RBC) (T. Mulyani., 2018).

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini penting untuk menguji pengolahan air lindi TPA Gampong Jawa Banda Aceh dengan sistem *Trickling Filter* dan *Rotating Biological Contactor* (RBC) . Penelitian ini bertujuan melihat penurunan kadar parameter pencemar yang ada pada air lindi TPA Gampong Jawa Banda Aceh sehingga aman dibuang dan sesuai dengan baku mutu yang telah ditentukan, yaitu Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Dari hasil pengujian awal dilakukan dapat dilihat bahwa air lindi TPA Gampong Jawa Banda Aceh mengandung polutan yang tinggi sehingga harus dilakukan pengolahan terlebih dahulu sebelum dibuang ke badan air.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian-uraian diatas maka dapat dirumuskan suatu permasalahan yaitu sebagai berikut :

1. Bagaimana kadar BOD, COD, TSS, Kekeruhan air lindi TPA Gampong Jawa Banda Aceh setelah pengolahan dengan metode *Trickling Filter* dan *Rotating Biological Contactor* (RBC) terhadap Baku Mutu?
2. Bagaimana pengaruh waktu tinggal dalam mengolah air lindi TPA Gampong Jawa Banda Aceh dengan metode Pengolahan *Trickling Filter* dan *Rotating Biological Contactor* (RBC)?

1.3 Tujuan Penelitian

Dalam penelitian ini memiliki tujuan-tujuan yaitu :

1. Mengetahui kadar BOD, COD, TSS, Kekeruhan air lindi TPA Gampong Jawa Banda Aceh setelah pengolahan dengan metode *Trickling Filter* dan *Rotating Biological Contactor* (RBC) terhadap Baku Mutu.
2. Mengetahui pengaruh waktu tinggal dalam mengolah air lindi TPA Gampong Jawa Banda Aceh dengan metode Pengolahan *Trickling Filter* dan *Rotating Biological Contactor* (RBC).

1.4 Manfaat Penelitian

Dalam penulisan ini memiliki manfaat-manfaat penelitian sebagai berikut :

1. Dapat memberikan edukasi dan informasi mengenai seberapa besar pencemaran perairan yang tercemar akibat kontaminasi dari air lindi TPA.
2. Dapat memberikan informasi bahwa pengolahan dengan sistem *Trickling Filter* dan *Rotating Biological Contactor* (RBC) mampu membantu menurunkan kadar parameter pencemar yang ada pada air lindi TPA.

1.5 Batasan Penelitian

Dalam penelitian ini terdapat batasan-batasan penelitian yaitu :

1. Limbah yang digunakan sebanyak 40 L dan diamati setiap 24 jam sekali selama 3 hari.
2. Parameter uji adalah pH, Suhu, DO, Kekeruhan, BOD, COD dan TSS.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 TPA Gampong Jawa

TPA Gampong Jawa, Banda Aceh menampung sebanyak 168 ton sampah setiap hari dikumpulkan dari 224 ribu jiwa jumlah penduduk Banda Aceh, ditambah penduduk Aceh Besar disekitaran kota yang sampahnya dibuang Ke TPA tersebut. Untuk Banda Aceh saja terdapat 90 desa dari sembilan kecamatan. Meskipun telah memiliki TPA baru di kawasan Blang Bintang, namun TPA Gampong Jawa yang selama ini mendapat kiriman sampah dari dua kabupaten/kota (Banda Aceh dan Aceh Besar) tersebut, akan tetap digunakan oleh pemerintah Kota Banda Aceh. Nantinya, sampah yang berasal dari Kota Banda Aceh dan sekitarnya (Aceh Besar) tetap dibawa ke TPA Gampong Jawa sebelum dikirim ke TPA Blangbintang. TPA Gampong Jawa akan tetap dipertahankan karena akan dijadikan tempat transferstation (*DLHK3 Banda Aceh*, 2018). Berikut Gambar 2.1 TPA Gampong Jawa Kota Banda Aceh.



Gambar 2.1 TPA Gampong Jawa, Banda Aceh

(Sumber: (*DLHK3 Banda Aceh*, 2018))

Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) yaitu tempat yang digunakan sebagai tempat untuk melakukan pengelolaan sampah pada tahap akhir, dimana proses pengelolaan sampah dimulai dari pertama kali sampah dihasilkan (berasal dari

sumbernya), dikumpulkan, diangkut, lalu dilakukan proses pengelolaan hingga diurug. Dalam pemilihan lokasi TPA yang dibutuhkan adalah melakukan penentuan pemilihan lokasi serta melakukan analisa sedemikian rupa agar tidak membahayakan kesehatan masyarakat dan lingkungan (Mahyudin *et al.*, 2017).

Banda Aceh telah memiliki kebijakan pengelolaan sampah yang memuat prinsip-prinsip pengurangan sampah semaksimal mungkin atau lebih dikenal dengan istilah Zero Waste. Prinsip ini menerapkan praktek pengurangan timbulan sampah semaksimal mungkin sehingga sampah yang sampai ke TPA semakin minim dan memperpanjang umur TPA (Nizar *et al.*, 2019). Sejumlah sarana penunjang terus dilengkapi di TPA Gampong Jawa, seperti:

1. Jembatan timbang
2. Bengkel (workshop)
3. Doorsmeer untuk truk sampah
4. Alat berat
5. Kolam pengolahan lindi (cairan timbulan sampah)
6. Pipa gas
7. Aksesori TPA (pagar, jalan akses, dll)
8. Intermediate Treatment Facility (ITF) yang sedang dalam pembangunan. ITF akan mengolah sampah organik menjadi tenaga listrik serta pupuk kompos.

TPA Gampong Jawa akan berfungsi sebagai transfer station pasca pengoperasian TPA Regional Blang Bintang. Sekilas informasi tentang TPA Regional Blang Bintang adalah sebagai berikut:

1. Luas lahan yang ada : 200 ha
2. Luas lahan yg sudah digunakan : 45 ha
3. Dibangun dengan teknologi *Reusable Sanitary Landfill* generasi terakhir di dunia
4. Merupakan TPA terbesar yang pernah dibangun oleh MDF/UNDP
5. Memiliki unit pengolahan lindi yang sangat lengkap

2.2 Unit Pengolahan Lindi TPA Gampong Jawa

Pencemaran lingkungan yang diakibatkan oleh sampah dapat mengakibatkan ancaman serius terhadap lingkungan dan perekonomian masyarakat. Pembuangan sampah dapat menyebabkan aliran polusi terhadap meningkatnya masalah lingkungan dan ekonomi. Kondisi ini umumnya disebabkan oleh sampah mengandung bahan-bahan yang berbahaya yang secara langsung dapat mempengaruhi fungsi lingkungan yang merupakan penguat utama akan menjadi masalah kehidupan dan perekonomian. Jumlah sampah yang melebihi kapasitas tentu saja akan menyebabkan ancaman serius bagi stabilitas dan batas toleransi dari suatu ekosistem. Ekosistem yang rusak disebabkan oleh sampah akan menjadi masalah yang dilihat dari dampak sampah terhadap lingkungan dan masyarakat.



Gambar 2.2 Tempat Penampungan Air Lindi TPA Gampong Jawa, Banda Aceh

(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2022)

Dampak terhadap lingkungan, cairan rembesan sampah yang masuk ke dalam drainase atau sungai akan mencemari air. Berbagai organisme termasuk ikan dapat mati sehingga beberapa spesies akan lenyap, hal ini mengakibatkan berubahnya ekosistem perairan biologis. Penguraian sampah yang dibuang ke

dalam air akan menghasilkan asam organik dan gas cair organik seperti gas metana. Selain berbau kurang sedap, gas ini dalam konsentrasi tinggi dapat meledak (Pasek *et al.*, 2016).

2.3 Air Lindi

Lindi (*leachate*) adalah cairan yang berasal dari rembesan melalui tumpukan sampah dengan membawa materi terlarut atau tersuspensi terutama hasil dari proses yang terkompresi materi sampah. Air lindi adalah air yang dengan konsentrasi kandungan organik tinggi yang terbentuk dalam *landfill*, yang diakibatkan adanya air hujan yang masuk kedalam *landfill*. Air lindi yang berasal dari TPA dapat mencemari air tanah apabila meresap ke dalam tanah dan akhirnya ke dalam aliran tanah. Air lindi dapat didefinisikan sebagai limbah cair yang dihasilkan dari perkolasi air hujan yang melewati timbunan sampah itu sendiri (Arif Sumantri, 2010).



Gambar 2.3 Tempat Penampungan Air Lindi TPA Gampong Jawa, Banda Aceh

(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2022)

Proses penimbunan sampah di daerah Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah dengan sistem open dumping maupun *sanitary landfill*, pada umumnya menghasilkan pencemar berupa air lindi. Air lindi didefinisikan sebagai suatu larutan (misalnya, air hujan) yang terpapar di deposit sampah, kemudian sebagian

masuk ke dalam tanah (dan bercampur dengan air tanah) dan sebagiannya lagi mengalir di permukaan tanah. Air lindi ini membawa materi tersuspensi dan terlarut yang merupakan produk dari degradasi sampah.

Air lindi yang berada di permukaan tanah dapat menyebabkan beberapa polusi pada air tanah dan air sungai sebagai berikut:

- a. Air sungai yang terpolusi oleh air lindi dengan kandungan zat organik tinggi, pada proses penguraian secara biologis akan menghabiskan kandungan oksigen didalam air yang tergantung oleh keberadaan oksigen terlarut akan mati.
- b. Air tanah yang terpolusi oleh air lindi dengan konsentrasi tinggi, maka polutan tersebut akan berada dan tetap ada pada air tanah tersebut dalam jangka waktu yang lama, karna terbatasnya oksigen terlarut sehingga sumber sumber air yang berasal dari air tanah tidak sesuai lagi untuk air bersih.

Berikut ini merupakan beberapa penjelasan kandungan yang terdapat pada air lindi (Julioe, 2017):

- a. Bahan organik merupakan hasil pembusukan dari hewan dan tumbuhan yang mati atau hasil dari buangan limbah domestik dan industri.
- b. BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) atau kebutuhan oksigen biokimiawi yaitu gambaran kadar bahan organik yang dapat didekomposisi secara biologis, yaitu jumlah oksigen yang dibutuhkan mikroba aerob untuk mengoksidasi bahan organik menjadi karbondioksida dan air.

Tabel 2.1 Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.59/Menlhk/Setjen/Kum.1/7/2016 Tentang Baku Mutu Air Lindi Bagi Usaha dan/Atau Kegiatan Tempat Pemrosesan Akhir Sampah.

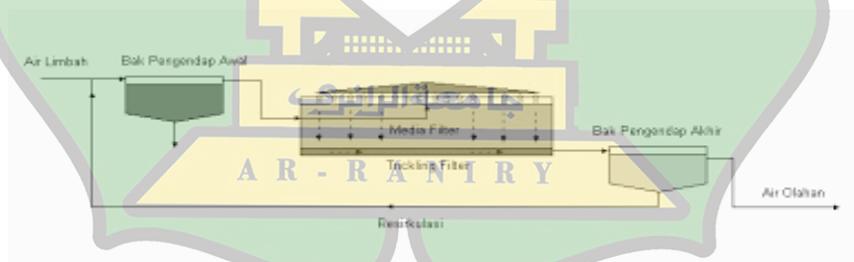
Parameter	Baku Mutu	Satuan
pH	6-9	-
COD	300	mg/L
BOD	150	mg/L
TSS	100	mg/L
Kekeruhan	25	NTU
N Total	60	mg/L
Merkuri	0,005	mg/L

Kadmium	0,1	mg/L
---------	-----	------

4.4 Sistem Pengolahan *Trickling Filter*

Pengolahan *Trickling Filter* merupakan proses dalam mengolah limbah cair yaitu dengan cara mengalirkan atau menyebarkan air limbah yang akan diolah ke dalam sebuah tumpukan yang telah berisi bahan seperti batu pecah (batu kerikil), bahan keramik, sisa tanur (*slag*), serta medium dari bahan plastik dan sejenis lainnya. Sehingga dengan cara tersebut maka pada permukaan medium tersebut akan tumbuh mikroorganisme atau lapisan biologis (*biofilm*) yang berbentuk seperti lendir, maka lapisan biologis nantinya akan terhubung langsung dengan air limbah sehingga akan terjadinya proses dalam menguraikan senyawa polutan yang ada pada air limbah tersebut (Nurkholis *et al.*, 2010).

Sistem pengolahan limbah cair dengan menggunakan proses *Trickling Filter* hampir mirip dengan proses pengolahan air limbah dengan sistem pengolahan yang menggunakan lumpur aktif yaitu mikroorganisme yang nantinya akan tumbuh dan berkembang serta akan menempel pada permukaan media penyangga. Secara umum proses pengolahan *Trickling Filter* dapat digambarkan seperti pada Gambar 2.4 berikut :



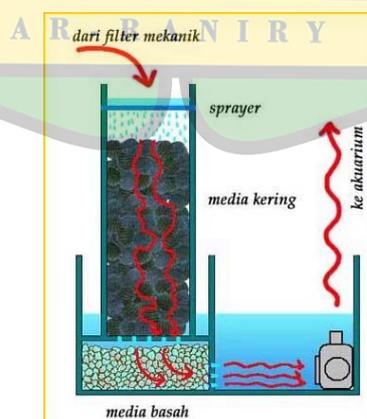
Gambar 2.4 Proses Pengolahan Air Limbah Sistem *Trickling Filter*
(Sumber : (Nurkholis *et al.*, 2010))

2.4.1 Media *Trickling Filter*

Media *Trickling Filter* yang digunakan secara umum sebenarnya terdiri dari dua bahan yaitu berupa bahan material organik atau anorganik. Untuk media *Trickling Filter* ini terdiri dari bahan organik misalnya dalam bentuk jaring, bentuk tali, bentuk butiran tak teratur (*random packing*), bentuk papan (*plate*),

bentuk sarang tawon. Media dari bahan anorganik misalnya batu kali, batu marmer, batu tembakan, batubara (kokas). Pemilihan media *Trickling Filter* biasanya memiliki permukaan yang luas dan memiliki pori-pori yang khusus. Semakin luas permukaannya, maka semakin banyak mikroorganisme yang berkembangbiak di atasnya. Sedangkan diameter dari media *Trickling Filter* ini biasanya antara 2,5-7,5 cm. Hal ini sebaiknya dihindari penggunaan media dengan ukuran diameter yang terlalu kecil karena akan dapat memperbesar kemungkinan penyumbatan. Ketebalan media dari *Trickling Filter* minimum 1 meter dan maksimum 3-4 meter. Oleh karena itu semakin tinggi ketebalan media, maka akan semakin besar pula total luas dari permukaan yang akan ditumbuhi mikroorganisme tersebut sehingga semakin banyak pula mikroorganisme yang tumbuh menempel di atasnya (Agustina *et al.*, 2017)

Filter biologi konvensional, media filternya berada kondisi terendam air. Sedangkan dalam *Trickling Filter*, sebagian dari media *filter* tersebut sengaja dilepaskan ke udara terbuka, sehingga bisa menghasilkan bagian *filter* dalam keadaan yang kering. Hasil dari kondisi media kering ini dimaksudkan untuk menambah efektivitas kinerja bakteri pengurai. Dengan keadaan tersebut, interaksi bakteri dengan oksigen akan semakin baik. Keadaan ini pun akan menghasilkan terjadinya lapisan tipis air yang akan menyelimuti media *Trickling Filter*, akibatnya kontak antara air dengan bakteri akan menjadi lebih baik (Perikanan *et al.*, 2014).



Gambar 2.5 Skema *Trickling Filter*
(Sumber : (Perikanan *et al.*, 2014))

Faktor-faktor yang Berpengaruh pada pengolahan *Trickling Filter* dapat berjalan dengan lancar tentunya memerlukan persyaratan-persyaratan sebagai berikut:

1. Lama Waktu Tinggal

Pengolahan ini tentunya memerlukan lama waktu tinggal yang biasa disebut dengan masa pengkondisian atau pendewasaan dari mikroba tersebut dengan tujuan mikroorganismenya yang tumbuh di atas permukaan media telah tumbuh dengan cukup memadai untuk berjalannya proses yang diharapkan. Waktu aerasi dirancang umumnya antara 3-8 hari. Oleh sebab itu, lama waktu tinggal ini bertujuan agar mikroorganismenya dapat menguraikan bahan-bahan organik dan dapat tumbuh di permukaan media *Trickling Filter* untuk membentuk lapisan *biofilm* atau lapisan berlendir.

2. Aerasi

Aerasi dapat berlangsung dengan lancar, maka media dari *Trickling Filter* ini harus disesuaikan dengan sedemikian rupa sehingga akan terjadi masuknya udara ke dalam sistem *Trickling Filter* tersebut. Keterbatasan oksigen atau udara sangat berpengaruh terhadap proses penguraian oleh mikroorganismenya tersebut. Aerasi juga dapat dilakukan dengan cara distributor berputar. Air limbah dikeluarkan dari atas penyaring yang menetes melalui suatu distributor berputar sehingga aerasi cairan berlangsung sebelum kontak langsung dengan media.

3. Jenis Media

Bahan untuk media *Trickling Filter* ini diharuskan kuat, keras, tahan tekanan, tahan lama, tidak mudah berubah dan juga mempunyai luas permukaan per unit volume yang tinggi. Bahan yang biasa dipakai ialah diantaranya 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 semakin 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 semakin besar pula total luas permukaan yang ditumbuhi mikroorganisme sehingga semakin banyak pula mikroorganisme yang tumbuh menempel di atasnya.

6. pH

Perkembangbiakan mikroorganisme khususnya bakteri, juga dipengaruhi oleh nilai pH. Agar pertumbuhan mikroorganisme ini baik, maka diusahakan nilai pH mendekati keadaan netral. Nilai pH antara 4-9,5 masih diperbolehkan akan tetapi lebih baik lagi jika 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, hal ini dikarenakan pengendapan terjadi dengan tujuan mencegah penyumbatan pada distributor dan media *filter*.

8. Temperatur

Suhu dapat mempengaruhi kecepatan reaksi dari suatu proses biologis.

2.4.2 Prinsip Kerja *Trickling Filter*

Prinsip kerja dari pengolahan ini ialah air limbahnya diteteskan secara periodik dan juga secara terus-menerus ke atas media *Trickling Filter*. Bahan organik yang ada pada air limbah tentunya akan diuraikan oleh mikroorganisme yang menempel pada media filter tersebut. Bahan organik sebagai substrat yang terlarut dalam air limbah tersebut yang tentunya akan diabsorpsi *biofilm* dan

kemudian akan dilepaskan sebagai bahan suspensi yang terkoagulasi lebih mudah mengendap karena massanya lebih berat.

Mekanisme dari proses metabolisme di dalam sistem *biofilm* aerob secara sederhana yaitu pada sistem *biofilm* yang terdiri dari media, lapisan *biofilm* yang melekat pada media, lapisan alir limbah serta lapisan udara yang terletak diluar. Senyawa polutan yang ada pada air limbah seperti senyawa organik (BOD), amonia, fospor dan lainnya akan berdifusi ke dalam suatu lapisan *biofilm* yang melekat pada permukaan medium. Proses penguraian yang terjadi tentunya bersamaan dengan menggunakan oksigen yang terlarut di dalam air limbah, senyawa polutan tersebut akan diuraikan oleh mikroorganisme yang ada di dalam lapisan *biofilm*, sedangkan energi yang dihasilkan akan diubah menjadi biomasa. Penyuplaian oksigen pada lapisan *biofilm* dapat dilakukan dengan beberapa cara seperti pada sistem RBC yaitu dengan cara kontak langsung bersama udara luar, sedangkan pada sistem *Trickling Filter* ini menggunakan blower udara atau pompa sirkulasi (Perikanan *et al.*, 2014).

2.4.3 *Biofilm*

Biofilm merupakan penggunaan reaktor dengan adanya pertumbuhan mikroorganisme yang melekat pada suatu media yang berfungsi sebagai pengolahan air limbah yang lebih didahulukan dalam pengolahan. Sampai saat ini reaktor *biofilm* menjadi pemegang peranan yang penting dalam proses pengolahan dan penggunaan air buangan. Pengembangan *biofilm* ini tidak hanya digunakan untuk mengolah air limbah saja akan tetapi juga bisa mengolah air baku untuk air minum.

Mikroorganisme yang berkembangbiak pada proses *Trickling Filter* ini akan membangun keterikatan yang kuat dengan permukaan yang kasar dari media dan *biofilm* juga akan berkembang diatas media tersebut dengan kedalaman yaitu sekitar 2 mm. Karakteristik dari banyaknya *biofilm* ialah memproduksi polisakarida ekstraseluler. Polimer ini merupakan komponen yang dapat menyatu dengan ultrastruktur *biofilm* sehingga bisa berperan dalam proses melekatnya dan juga dapat melindungi sel yang berada di bawahnya melalui dari fluktuasi

keadaan di sekelilingnya. *Biofilm* tersusun dari komunitas campuran dari mikroorganisme serta proses dari metabolismenya. Sedangkan komposisi utama dari *biofilm* yaitu ekstraseluler polisakarida dan 90% yang merupakan lapisan matrik polimer (Mulyani., 2018).

Oksigen dan nutrien yang dibawa oleh air yang diolah akan terdifusi menembus lapisan *biofilm* sampai lapisan sel yang paling dalam yang tidak dapat ditembus oleh oksigen dan nutrien. Setelah beberapa lama, terjadi stratifikasi menjadi lapisan aerobik tempat oksigen masih dapat terdifusi dan lapisan anaerobik yang tidak mengandung oksigen. Ketebalan kedua lapisan ini bervariasi tergantung jenis reaktor dan material pendukungnya. Jika lapisan mikrobiologis cukup tebal, maka pada bagian luar lapisan mikrobiologis akan berada dalam kondisi aerobik sedangkan pada bagian dalam *biofilm* yang melekat pada medium akan berada dalam kondisi anaerobik.

Masalah yang sering timbul pada pengolahan *Trickling filter* adalah sering timbul lalat dan bau yang berasal dari reaktor tersebut, serta sering terjadi pengelupasan pada lapisan *biofilm* dalam jumlah yang besar. Pengelupasan lapisan *biofilm* ini terjadi disebabkan karena perubahan beban hidrolis atau beban organik secara mendadak sehingga lapisan *biofilm* tersebut kekurangan oksigen dan keadaan pH nya juga berubah menjadi asam karena telah menampung beban asam organik sehingga *adhesive* dari *biofilm* berkurang sehingga terjadi pengelupasan. Hal ini dapat diatasi dengan cara menurunkan debit air limbah yang masuk ke dalam reaktor atau dengan cara melakukan aerasi di dalam bak ekualisasi dengan tujuan untuk menaikkan konsentrasi oksigen terlarut dalam air limbah tersebut (Said & Yudo, 2018).

2.5 Sistem Pengolahan *Rotating Biological Contactor* (RBC)

Reaktor kontak biologis putar atau *Rotating Biological Contactor* (RBC) merupakan adaptasi dari proses pengolahan air limbah dengan biakan melekat (*attached growth*). Media yang dipakai berupa piring (*disk*) tipis berbentuk bulat yang dipasang berjajar-jajar dalam suatu poros yang terbuat dari baja, selanjutnya diputar di dalam reaktor khusus dimana di dalamnya dialirkan air limbah secara

kontinyu. Media yang digunakan biasanya terdiri dari lembaran plastik dengan diameter 2-4 meter, dengan ketebalan 0,8 sampai beberapa milimeter. Material yang lebih tipis dapat digunakan dengan cara dibentuk bergelombang atau berombak dan ditempelkan diantara *disk* yang rata dan dilekatkan menjadi satu unit modul. Jarak antara dua *disk* yang rata berkisar antara 30-40 mm. *Disk* atau piringan tersebut diletakkan pada poros baja dengan panjang mencapai 8 m, tiap poros yang sudah dipasang media diletakkan di dalam tangki atau bak reaktor RBC menjadi suatu modul RBC. Beberapa modul dapat dipasang secara seri dan paralel untuk mendapatkan tingkat kualitas hasil olahan yang diharapkan (Sholichin, 2018).

RBC seperti kumpulan piringan-piringan dimana pada permukaannya ada media *disk* sebagai tempat mikroorganisme untuk memakan kandungan bahan organik dalam limbah diusahakan media *disk* bisa disediakan bisa seluas-luasnya agar mikroorganisme dapat mudah mengambil polutan pada limbah yang dialirkan. Sistem pengoperasian RBC yaitu menggunakan mikroorganisme untuk memakan bahan organik. Syarat hidup mikroorganisme yaitu memerlukan makanan O_2 , sehingga pada RBC ini disetting seperti roda berputar sehingga ketika posisi dibawah mikroorganisme dapat mengambil makanan sedangkan ia bisa mengolahnya dengan mengambil oksigen terlebih dahulu ketika ia berada diatas. Akan tetapi perlu diketahui pula apabila RBC telah digunakan dalam jangka waktu yang lama pada permukaan media *disk* akan terbentuk tumpukan mikroorganisme yang banyak karena adanya pertumbuhan MO (Mikroorganisme). Jika MO ini terus menumpuk maka MO yang ada ditumpukkan paling bawah yang hidup hanya MO anaerob karena tertutup oleh MO diatasnya sehingga terkadang terbentuk seperti kerak (Pasek *et al.*, 2016).

RBC mempunyai beberapa keuntungan, antara lain mudah dioperasikan, mudah dalam perawatan, tidak membutuhkan banyak lahan. Untuk perancangan unit pengolahan air limbah dengan sistem RBC ini harus memperhatikan beberapa parameter yang berhubungan dengan beban (*loading*), parameter tersebut adalah ratio volume reaktor terhadap luas permukaan media (*disk*), BOD, beban hidrolis, rata-rata dari waktu tinggal, jumlah tahapan, diameter piringan (*disk*), kecepatan

putaran dan temperatur. Sedangkan pada saat pengolahannya hal yang paling penting untuk di jaga dan diperhatikan yaitu temperature dan pH (Pasek *et al.*, 2016).

2.5.1 Prinsip Pengolahan RBC

Proses pengolahan air limbah dengan sistem RBC adalah merupakan proses yang relatif baru dari seluruh proses pengolahan air limbah yang ada, oleh karena itu pengalaman dengan penggunaan skala penuh masih terbatas, dan proses ini banyak digunakan untuk pengolahan air limbah domestik atau perkotaan. Prinsip kerja pengolahan air limbah dengan sistem RBC adalah air limbah yang mengandung polutan organik dikontakkan media piringan (*disk*) dengan lapisan mikroorganisme yang melekat pada *biofilm* di suatu reaktor. Piringan tempat melekatnya *biofilm* ini terbuat dari bahan polimer yang di susun secara berjajar pada poros, kumpulan piringan-piringan tersebut tercelup di dalam air sebanyak 40% dari bagiannya dan diputar dengan kecepatan tertentu agar tiap bagian dari piringan bergantian terkena air dan mendapat oksigen secara kontinyu. Baktetri tumbuh pada piringan-piringan yang berputar tersebut dengan mengambil oksigen dari udara, sehingga kandungan organik air limbah menjadi berkurang untuk dialirkan ke daerah pembuangan (*effluent*) atau ke proses pengolahan selanjutnya (Sofi, 2017).

Proses pengolahannya yaitu air limbah dimasukkan secara teratur dan mengalir ke dalam tangki tempat cakram atau piringan tersebut, lalu cakram diputar perlahan-lahan, pada saat melaluinya permukaan cakram akan terdapat lendir yang disebut *biofilm*. Mikroorganisme akan tumbuh dan menempel pada permukaan *disk* dalam bentuk *biofilm*. Mikroorganisme inilah yang akan melakukan penguraian dan menghilangkan kandungan organik dari air limbah. Pada saat berputar bagian *disk* yang tercelup air akan mengadsorp dan menguraikan zat organik yang terlarut di dalam air. Dengan demikian, salah satu kelemahan dari RBC konsumsi adalah lebih sensitif terhadap perubahan suhu (Sholichin, 2018).

Berkaitan dengan media lekat mikrobanya, ada beberapa bahan yang dapat digunakan. Yang sering dipilih adalah media plastik HDPE (*high-density polyethylene*) berdiameter antara 2-4 m, dengan ketebalan mencapai 10 mm. Bentuk media bisa berupa lembaran pelat tetapi bisa juga berupa pipa-pipa atau tabung yang dipasang pada satu poros besi dengan bentangan mencapai 8 m. Media beserta poros dan motornya ini disebut satu modul yang terus berotasi di dalam bak. Beberapa modul dapat dipasang secara seri atau paralel sesuai dengan kebutuhan debit air limbah yang diolah. Biasanya antarmodul dipisahkan oleh sekat (*baffle*) untuk menghindari aliran singkat (*short circuiting*) di dalam tangki (bak). Kinerja RBC pun dipengaruhi oleh temperatur air limbah, konsentrasi substrat influen, waktu tinggal hidrolis, rasio volume tangki terhadap luas permukaan media, kecepatan rotasi media, dan oksigen terlarut (Julioe, 2017).

2.5.2 Pertumbuhan Mikroorganisme Pada RBC

Reaktor biologis putar (*Rotating Biological Contactor*) disingkat RBC adalah salah satu teknologi pengolahan air limbah yang mengandung polutan organik secara biologis dengan sistem biakan melekat (*attached culture*). Prinsip kerja pengolahan air limbah dengan RBC yakni air limbah yang mengandung polutan organik dikontakkan dengan lapisan mikro-organisme (*microbial film*) yang melekat pada permukaan media di dalam suatu reaktor. Media tempat melekatnya film biologis ini berupa piringan (*disk*) dari bahan polimer atau plastik yang ringan dan disusun dari berjajar-jajar pada suatu poros sehingga membentuk suatu modul atau paket, selanjutnya modul tersebut diputar secara pelan dalam keadaan tercelup sebagian ke dalam air limbah yang mengalir secara kontinyu ke dalam reaktor tersebut. Dengan cara seperti ini mikro-organisme misalnya bakteri, alga, protozoa, fungi, dan lainnya tumbuh melekat pada permukaan media yang berputar tersebut membentuk suatu lapisan yang terdiri dari mikro-organisme yang disebut *biofilm* atau lapisan biologis.

Bakteri diperlukan untuk menguraikan bahan organik yang ada didalam air limbah. Oleh karena itu, diperlukan jumlah bakteri yang cukup untuk menguraikan bahan-bahan tersebut. Bakteri itu sendiri akan berkembang biak

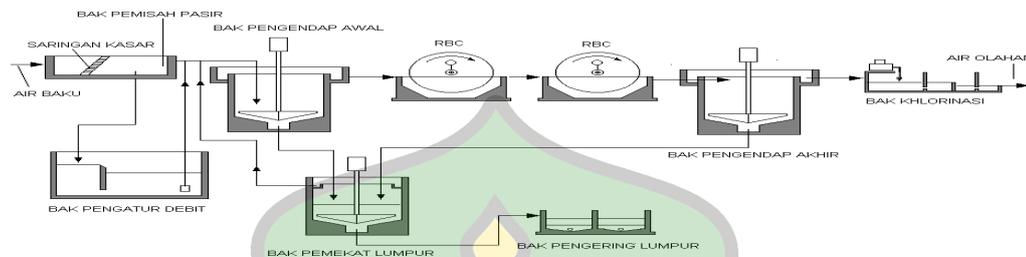
apabila jumlah makanan yang terkandung didalamnya cukup tersedia. Sehingga pertumbuhan bakteri dapat dipertahankan secara konstan. Mikro-organisme akan menguraikan atau mengambil senyawa organik yang ada dalam air serta mengambil oksigen yang larut dalam air atau dari udara untuk proses metabolismenya, sehingga kandungan senyawa organik dalam air limbah berkurang. Pada saat *biofilm* yang melekat pada media yang berupa piringan tipis tersebut tercelup ke dalam air limbah, mikroorganisme menyerap senyawa organik yang ada dalam air limbah yang mengalir pada permukaan biofilm, dan pada saat biofilm berada di atas permukaan air, mikro-organisme menyerap oksigen dari udara atau oksigen yang terlarut dalam air untuk menguraikan senyawa organik. Energi hasil penguraian senyawa organik tersebut digunakan oleh mikroorganisme untuk proses berkembang-biakan atau metabolisme. Senyawa hasil proses metabolisme mikro-organisme tersebut akan keluar dari biofilm dan terbawa oleh aliran air atau yang berupa gas akan tersebar ke udara melalui rongga-rongga yang ada pada mediumnya, sedangkan untuk padatan tersuspensi (SS) akan tertahan pada permukaan lapisan biologis (*biofilm*) dan akan terurai menjadi bentuk yang larut dalam air.

Pertumbuhan mikro-organisme atau biofilm tersebut makin lama semakin tebal, sampai akhirnya karena gaya beratnya sebagian akan mengelupas dari mediumnya dan terbawa aliran air keluar. Selanjutnya, mikro-organisme pada permukaan medium akan tumbuh lagi dengan sendirinya hingga terjadi kesetimbangan sesuai dengan kandungan senyawa organik yang ada dalam air limbah. Keunggulan dari sistem RBC yakni proses operasi maupun konstruksinya sederhana, kebutuhan energi relatif lebih kecil, tidak memerlukan udara dalam jumlah yang besar, lumpur yang terjadi relatif kecil dibandingkan dengan proses lumpur aktif, serta relatif tidak menimbulkan buih. Sedangkan kekurangan dari sistem RBC yakni sensitif terhadap temperatur (Sofi, 2017).

2.5.3 Proses Pengolahan Limbah dengan RBC

Secara garis besar proses pengolahan air limbah dengan sistem RBC terdiri dari bak pemisah pasir, bak pengendap awal, bak kontrol aliran, reaktor/kontaktor

biologis putar (RBC), bak pengendap akhir, bak klorinasi, serta unit pengolahan lumpur. Diagram proses pengolahan air limbah dengan sistem RBC adalah seperti pada Gambar 2.6 (Sholichin, 2012).



Gambar 2.6 Diagram proses pengolahan air limbah dengan sistem RBC
(Sumber : (Sholichin, 2012))

2.5.4 Bak Pemisah Pasir

Air limbah dialirkan dengan tenang ke dalam bak pemisah pasir, sehingga kotoran yang berupa pasir atau lumpur kasar dapat diendapkan. Sedangkan kotoran yang mengambang misalnya sampah, plastik, sampah kain dan lainnya tertahan pada sarangan (*screen*) yang dipasang pada inlet kolam pemisah pasir tersebut.

2.5.5 Bak Pengendap Awal

Di dalam bak awal ini, apabila terdapat lumpur atau padatan yang tersuspensi diharapkan sebagian besar lumpur maupun padatan tersebut dapat mengendap dengan baik.

2.5.6 Kontaktor (*reaktor*) Biologis Putar

Di dalam bak kontaktor ini, media berupa piringan (*disk*) tipis dari bahan polimer atau plastik dengan jumlah banyak, yang dilekatkan atau dirakit pada suatu poros, diputar secara pelan dalam keadaan tercelup sebagian ke dalam air limbah. Waktu tinggal di dalam bak kontaktor kira-kira 2,5 jam. Dalam kondisi demikian, mikroorganisme akan tumbuh pada permukaan media yang berputar tersebut, membentuk suatu lapisan (*film*) biologis. Film biologis tersebut terdiri dari berbagai jenis/*spicies* mikroorganisme misalnya bakteri, protozoa, fungi, dan lainnya. Mikro-organisme yang tumbuh pada permukaan media inilah yang akan menguraikan senyawa organik yang ada di dalam air limbah. Lapisan biologis

tersebut makin lama makin tebal dan karena gaya beratnya akan mengelupas dengan sendirinya dan lumpur organik tersebut akan terbawa aliran air keluar. Selanjutnya lapisan biologis akan tumbuh dan berkembang lagi pada permukaan media dengan sendirinya.

2.5.7 Bak Pengendap Akhir

Air limbah yang keluar dari bak kontaktor (*reaktor*) selanjutnya dialirkan ke bak pengendap akhir, dengan waktu pengendapan sekitar 3 jam. Dibandingkan dengan proses lumpur aktif, lumpur yang berasal dari RBC lebih mudah mengendap, karena ukurannya lebih besar dan lebih berat. Air limpasan dari bak pengendap akhir relatif sudah jernih, selanjutnya dialirkan ke bak khlorinasi. Sedangkan lumpur yang mengendap di dasar bak dipompa ke bak pemekat lumpur bersama-sama dengan lumpur yang berasal dari bak pengendap awal.

2.5.8 Bak Khlorinasi

Air olahan atau air limpasan dari bak pengendap akhir masih mengandung bakteri coli, bakteri patogen, atau virus yang sangat berpotensi menginfeksi ke masyarakat sekitarnya. Untuk mengatasi hal tersebut, air limbah yang keluar dari bak pengendap akhir dialirkan ke bak khlorinasi untuk membunuh mikro-organisme patogen yang ada dalam air. Di dalam bak khlorinasi, air limbah dibubuhi dengan senyawa khlorine dengan dosis dan waktu kontak tertentu sehingga seluruh mikro-organisme patogennya dapat di matikan. Selanjutnya dari bak khlorinasi air limbah sudah boleh dibuang ke badan air.

2.5.9 Bak Pemekat Lumpur

Lumpur yang berasal dari bak pengendap awal maupun bak pengendap akhir dikumpulkan di bak pemekat lumpur. Di dalam bak tersebut lumpur di aduk secara pelan kemudian di pekatkan dengan cara didiamkan sekitar 25 jam sehingga lumpurnya mengendap, selanjutnya air supernatant yang ada pada bagian atas dialirkan ke bak pengendap awal, sedangkan lumpur yang telah pekat dipompa ke bak pengering lumpur atau ditampung pada bak tersendiri dan secara periodik dikirim ke pusat pengolahan lumpur di tempat lain.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan konsep penelitian kuantitatif yang bersifat eksperimental yaitu peneliti melakukan eksperimen terhadap pengolahan air lindi TPA Gampong Jawa Banda Aceh dengan metode *Trickling Filter* dan *Rotating Biological Contactor* (RBC). Media yang digunakan dalam penelitian ini adalah kerikil, tempurung kelapa, batu apung dan arang kayu. Sedangkan parameter pengujian dalam penelitian ini adalah BOD, COD, TSS, Kekeruhan, DO, Suhu dan pH.

3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dan penyelesaian Tugas Akhir ini dilakukan dari bulan Oktober-Desember 2022. Sampel air lindi diambil di TPA Gampong Jawa Banda Aceh. Sedangkan untuk pengujian sampel tersebut dilakukan di Laboratorium Multifungsi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry, Darussalam Kota Banda Aceh, dan Laboratorium Terpadu Universitas Syiah Kuala di Jalan Syech Abdurrauf Nomor 10, Darussalam, Banda Aceh, Provinsi Aceh.



جامعة الرانيري
A R - R A N I R Y



Gambar 3.1 Lokasi Pengambilan Air Lindi TPA Kampung Jawa Banda Aceh
(Google Maps, 2022)

3.3 Alat dan Bahan

3.3.1 Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah tangki kaca 1 (40x20x20 cm) dan tangki kaca 2 dan 3 dengan ukuran (50x40x40 cm), aerator, reaktor disk datar, reaktor disk baling-baling, penyangga, belt, motor penggerak 5/6 rpm, pully prereduksi putaran, gir, rantai, termometer dengan ketelitian 1°C, botol winkler 250 ml, pH meter, turbidimeter, gelas ukur 100 ml, labu erlenmeyer 250 ml, pipet tetes, alat ukur COD, alat ukur BOD, alat ukur TSS, buret dan statif, *beaker glass*, kertas label dan alat tulis.

3.3.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian yaitu air lindi TPA, media dengan ukuran 2,5-7,5 cm yaitu kerikil 7,5 cm, tempurung kelapa 7,5 cm, batu apung 2,5 cm, dan arang kayu 2,5 cm, nasi basi 1 mangkok, gula pasir 5 sendok, air 1 liter, aquades.

3.4 Tahapan penelitian

3.4.1 Metode dan Rancangan Eksperimen

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental. Perlakuan yang digunakan adalah perlakuan secara kelompok dalam 2 perlakuan. Perlakuan yang dilakukan adalah dengan menyebarkan air lindi ke tempat pengolahan *Trickling Filter* yang berisi tumpukan media yaitu kerikil, tempurung kelapa, batu apung dan arang kayu dengan ketinggian masing-masing media yaitu sebesar 5 cm, kemudian dialirkan ke dalam bak RBC.

3.4.2 Cara Pengambilan Sampel

Teknik pengambilan sampel mengacu pada (SNI 6989.59:2008) yaitu dengan metode *grab sampling* dimana sampel air lindi yang diambil hanya pada saat itu saja. Sampel air lindi TPA diambil dari tempat penampungan air lindi TPA Gampong Jawa Banda Aceh. Pengambilan sampel air limbah tersebut dilakukan secara langsung dengan menggunakan gayung, kemudian dimasukkan ke dalam 4 jerigen masing-masing sebanyak 20L.



Gambar 3.2 Tempat Pengambilan Sampel Air Lindi TPA Kampung Jawa Banda Aceh

(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2022)

3.4.3 Parameter Penelitian

Parameter-parameter utama yang diteliti atau yang diamati dalam penelitian ini ialah BOD, COD, TSS dan Kekeruhan. Parameter pendukungnya

yaitu Suhu (temperatur), pH, dan DO dengan variasi pengamatan waktu kontak selama 3x24 jam.

3.4.4 Prosedur Penelitian

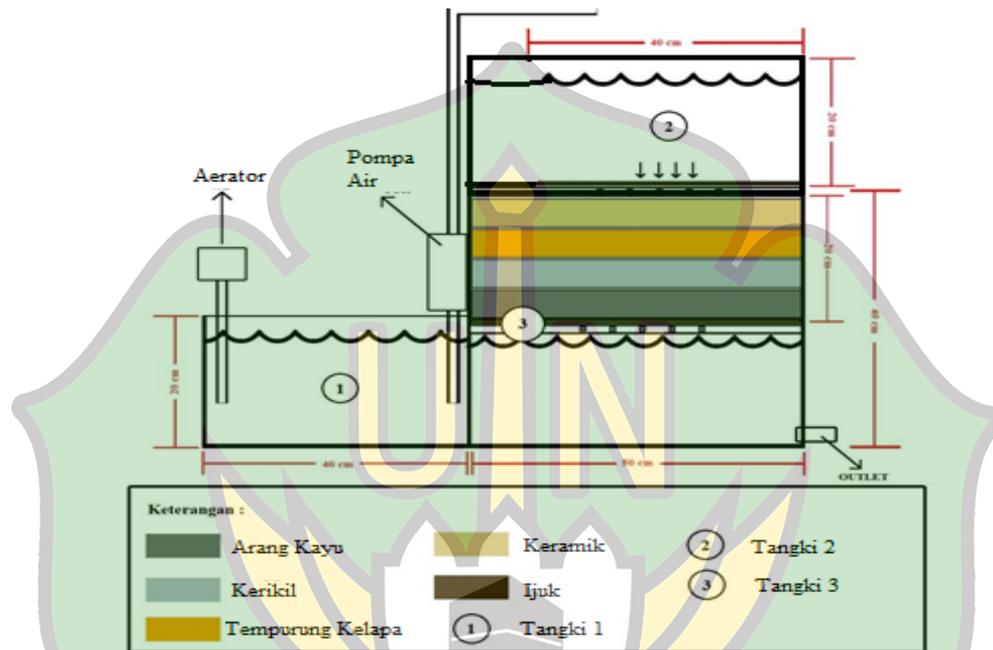
1. Pengolahan *Trickling Filter*

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan di laboratorium dengan menyediakan alatnya yaitu tangki kaca, memasang alat-alat lain seperti aerator, pompa air, serta pemasangan media *Trickling Filter* pada tempat yang telah disediakan. Air lindi TPA disaring terlebih dahulu kemudian diendapkan selama 30 menit. Pengendapan bertujuan agar tidak terjadinya penyumbatan terhadap media *Trickling Filter* dan proses filtrasi dapat berjalan dengan lancar.

Proses selanjutnya adalah penetralan yaitu dengan melakukan pengujian terhadap pH dengan menggunakan alat ukur pH yaitu pH meter, jika keadaan asam maka dapat dilakukan penambahan zat kimia yaitu larutan senyawa HCOOH dan jika keadaan basa maka ditambahkan larutan NaCl. Penyaringan dan pengendapan berfungsi untuk menghilangkan padatan tersuspensi, sedangkan penetralan dilakukan untuk menetralkan keadaan asam atau basa dari limbah tersebut. Pembibitan dan aklimatisasi *Biofilm* dilakukan sekaligus secara alami yaitu memasukkan air lindi ke dalam reaktor tangki *Trickling Filter* yang telah berisi media selama 7 hari (Said & Yudo, 2018).

Media kerikil, tempurung kelapa, batu apung dan arang kayu yang telah dihidupi oleh mikroorganisme dan sudah terbentuk *biofilm*, selanjutnya sampel air lindi dimasukkan ke dalam tangki dengan ketebalan media 20 cm (Said, 2017). Tangki ini terbagi tiga bagian yaitu tangki pertama berfungsi sebagai penampungan awal limbah yang telah berisi pompa air (*water pump*), sedangkan tangki kedua telah dipasangkan aerator dengan tujuan untuk penambahan oksigen, tangki ini berfungsi untuk bak penampungan air lindi yang telah dipompakan dari tangki pertama dan pada bak ketiga berfungsi sebagai tempat media yang di atasnya diberi sekat yang sudah dilubangi agar air lindi tersebut menetes di atas media.

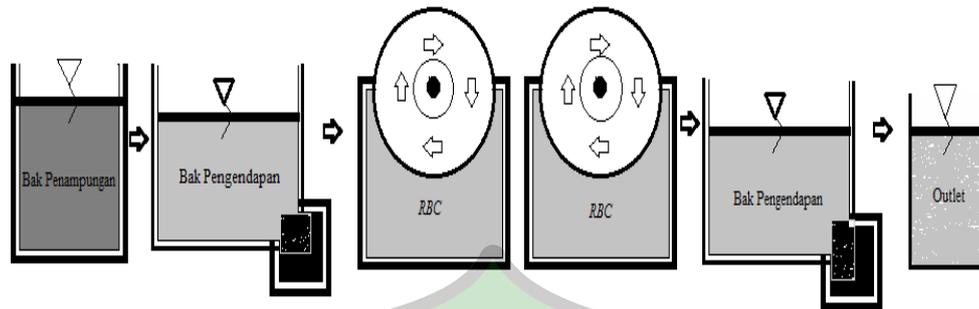
Water pump dihidupkan agar air lindi tersebut dapat menyebar atau terdistribusikan ke seluruh media, kemudian proses tersebut dilanjutkan secara terus-menerus selama 24 jam. Perlakuan dalam pengolahan air lindi TPA ini dilakukan dengan variasi pengamatan waktu kontak selama 3 kali 24 jam, kemudian limbah cair tersebut diambil dan dilakukan pengukuran.



Gambar 3.3 Desain Pengolahan *Trickling Filter*

2. Pengolahan *Rotating Biological Contactor* (RBC)

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan di laboratorium dengan menyediakan alat perancangan diantaranya yaitu bak penyaringan, bak pengendapan, bak RBC dan memasang alat-alat lain seperti reaktor disk, reaktor disk baling-baling dan lainnya, pada tempat yang telah disediakan.



Gambar 3.4 Desain Pengolahan RBC

Pembuatan MOL dari nasi basi yaitu dengan mendinginkan nasi tersebut selama 2-3 hari hingga ditumbuhi jamur yang berwarna orange dengan tidak berkontak langsung dengan matahari, kemudian dimasukkan air 1 liter ke dalam ember dan ditambahkan 5 sdm gula hingga larut dan campurkan ke dalam nasi basi kemudian di tunggu hingga berbau seperti tape.

Proses pengolahan menggunakan metode RBC yaitu sebagai berikut:

1. Terlebih dahulu dilakukan penyaringan pada bak penyaringan (pemisah).
2. Kemudian dimasukkan ke dalam bak pengendapan awal sebanyak 20L.
3. Menghidupkan RBC dengan energi listrik dengan daya 4/5 rpm.
4. Kemudian diamati pergerakan RBC dengan benar-benar stabil.
5. Memasukkan MOL nasi basi sebagai media pelekat (mengandung jamur *Sacharomyces* dan bakteri *Lactobacillus* dan juga mengandung mikroorganisme pengurai lainnya).
6. Limbah dialirkan menuju bak kontaktor (bak pengolah) dalam bak kontaktor limbah akan mengalami masa kontak (aerasi) selama 12 jam.
7. Dan setelah melewati proses pengolahan dari bak pengolah, limbah cair akan dialirkan menuju bak penampung akhir (sebagai outlet), selanjutnya hasil akhir dilakukan pengujian.

3. Pengukuran Parameter Uji

A. Pengukuran *Biological Oxygen Demand* (SNI 06.6989.72-2009)

1. Dimasukkan 250 mL sampel ke dalam botol uji BOD dan masukkan *magnetic stirrer*.

2. Ditutup botol dengan *alkalinity holder* yang di dalamnya dimasukkan NaOH untuk menghilangkan ion logam berat yang ada pada sampel.
3. Kemudian dilakukan dengan BOD sensor sebagai penutup akhir pada suhu 20°C selama 5 hari.
4. Setelah 5 hari nilai BOD akan terukur pada BOD Sensor, dan dicatat hasilnya.

B. Pengukuran *Chemical Oxygen Demand* (SNI 06.6989.72-2009)

1. Dihidupkan Reaktor COD. Kemudian dipanaskan alat sampai suhu 150°C. Diletakkan pelindung plastik tepat didepan reaktor.
 2. Dibuka tutup COD Digestion Reagent vial sesuai dengan range yang diinginkan: Range Konsentrasi sampel (mg/L)
- | | | |
|---------------------------------|--------|-----------------|
| Type COD Digestion Reagent Vial | | |
| 0 - | 150 | Low range |
| 0 - | 1500 | High range |
| 0 - | 15.000 | High range plus |
3. Diposisikan vial pada sudut 45 derajat. Pipet 2 ml sampel dan dimasukkan ke dalam vial (0.2 ml untuk range 0 - 15.000 mg/L).
 4. Ditutup kembali vial dengan ketat dan digunakan alat penutup, jika dibutuhkan. Dibersihkan bagian luar vial COD dengan air aquadest dan di lap vial dengan tissue.
 5. Kemudian dibolak-balikkan vial beberapa saat agar campuran menjadi homogen. Diletakkan vial pada alat pemanas COD reaktor
 6. Dibuat blanko dengan mengulangi langkah 1 sampai 6 dengan menambahkan 2 ml air aquadest sebagai sampel.
 7. Dipanaskan vial selama 2 jam
 8. Dimatikan alat reaktor dan ditunggu kira-kira 20 menit agar vial menjadi dingin sampai suhu 120°C atau lebih rendah.
 9. Dibolak-balikkan vial selagi hangat dan diletakkan vial pada rak. Ditunggu sampai vial menjadi dingin pada suhu kamar. Jika warna hijau muncul pada

sampel yang telah dipanaskan, kemudian diukur nilai COD nya, Jika dibutuhkan, diulangi pengujian dengan menggunakan pengenceran sampel.

10. Dilakukan analisa dengan metode colorimeter dengan alat spektrofotometer

11. Dihidupkan alat spektrofotometer

12. Kemudian dimasukkan nomor program untuk COD low range. Ditekan 430 Enter. Dilayar akan menampilkan Dial nm to 420.

Kemudian putar-putaran panjang gelombang hingga layar menampilkan 420 nm. Pada saat panjang gelombang telah tepat, layar akan segera menampilkan: **Zero sampel**, kemudian **mg/L COD LR**.

C. Pengukuran *Total Suspended Solid* (SNI 06-6989.3-2004)

Alat yang digunakan yaitu desikator yang berisi silika gel, oven, untuk pengoperasian pada suhu 103°C sampai dengan 105°C, timbangan analitik dengan ketelitian 0,1 mg, pengaduk *magnetic*, pipet volum, gelas ukur, cawan aluminium, cawan porselen/cawan *Gooch*, penjepit, kaca arloji dan pompa vakum.

Bahan yang digunakan yaitu kertas saring Whatman No.42, air suling dan sampel air lindi.

Persiapan Kertas Saring

- 1) Diletakkan kertas saring pada peralatan filtrasi. Dipasang vakum dan wadah pencuci dengan air suling berlebih 20 ml. Dilanjutkan penyedotan untuk menghilangkan semua sisa air, matikan vakum, dan hentikan pencucian.
- 2) Dipindahkan kertas saring dari peralatan filtrasi ke wadah timbang aluminium.
- 3) Dikeringkan dalam oven pada suhu 103°C sampai dengan 105°C selama 1 jam, dinginkan dalam desikator kemudian timbang.
- 4) Ulangi langkah pada poin 3 sampai diperoleh berat konstan atau sampai perubahan berat lebih kecil dari 4% terhadap penimbangan sebelumnya atau lebih kecil dari 0,5 mg.

b. Cara Kerja

- 1) Dilakukan penyaringan dengan peralatan vakum. Basahi saringan dengan sedikit air suling.

- 2) Diaduk sampel air lindi dengan pengaduk magnetik untuk memperoleh sampel yang lebih homogen.
- 3) Pipet sampel limbah cair rumah potong ayam dengan volume tertentu, pada waktu sampel air lindi diaduk dengan pengaduk magnetik.
- 4) Dicuci kertas saring atau saringan dengan 3 x 10 mL air suling, biarkan kering sempurna, dan lanjutkan penyaringan dengan vakum selama 3 menit agar diperoleh penyaringan sempurna. Sampel dengan padatan terlarut yang tinggi memerlukan pencucian tambahan.
- 5) Dipindahkan kertas saring secara hati-hati dari peralatan penyaring dan pindahkan ke wadah timbang aluminium sebagai penyangga.
- 6) Dikeringkan dalam oven setidaknya selama 1 jam pada suhu 103°C sampai dengan 105°C, didinginkan dalam desikator untuk menyeimbangkan suhu dan timbang.
- 7) Diulangi tahapan pengeringan, pendinginan dalam desikator, dan lakukan penimbangan sampai diperoleh berat konstan atau sampai perubahan berat lebih kecil dari 4% terhadap penimbangan sebelumnya atau lebih kecil dari 0,5 mg.

Perhitungan untuk mengukur TSS, menurut SNI 06-6989.3-2004.

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

Keterangan:

A= Berat kertas saring + residu kering (mg)

B= Berat kertas saring (mg)

V= Volume sampel (ml)

D. Pengukuran Kekeruhan (SNI 06-6989.25-2005)

Alat yang digunakan yaitu alat turbidimeter type TU-2016 dan *beaker glass* sedangkan Bahan yang digunakan yaitu sampel air lindi, kertas tisu dan *aquades*.

Cara Kerja Penetapan kekeruhan

- a. Dibilas kuvet dengan air *aquades*.
- b. Dimasukkan sampel air lindi ke dalam kuvet sampai batas garis.
- c. Dilap sisa-sisa air pada kuvet sampai dipastikan bagian luar kuvet kering dan letakkan kuvet di alat turbidimeter.
- d. Ditekan tombol “POWER” pada alat turbidimeter.
- e. Selanjutnya ditekan tombol zero pada alat turbidimeter.
- f. Ditekan tombol “TEST/ CALL” pada alat turbidimeter.
- g. Dicatat hasil angka dari pengukuran kekeruhan sampel air lindi.
- h. Ditekan tombol “POWER” pada alat turbidimeter untuk mematikan alat.
- i. Dikeluarkan kembali kuvet yang berisi sampel air limbah dan dibilas kembali kuvet dengan *aquades*, kemudian diulang kembali cara kerja poin 2-6 untuk uji sampel air limbah selanjutnya.

E. Pengukuran *Dissolved Oxygen* (DO) (SNI 06-6989.14-2004)

1. Disediakan botol *Winkler*
2. Dimasukkan contoh uji ke dalam botol *Winkler* sampai meluap, hati-hati jangan sampai terjadi gelembung udara, kemudian tutup rapat jangan sampai ada gelembung udara didalam botolnya.
3. Dilakukan pengujian contoh uji segera setelah contoh uji di ambil.

F. Pengukuran pH (SNI 06-6989.11-2004)

Alat yang digunakan yaitu pH meter type HI 9813-5 dan *beaker glass*. Bahan yang digunakan yaitu kertas tisu, sampel air limbah, larutan buffer 4,0, larutan buffer 7,0 dan *aquades*.

- a. Dikalibrasi Alat:
 - 1) Direndam elektroda dalam larutan penyangga pH 7,0, dan diaduk perlahan elektroda, atur alat sehingga skala pH menunjukkan pH 7,0.
 - 2) Diulangi prosedur dengan merendam elektroda dalam larutan penyangga pH 4,0.

3) Ditunggu sekitar satu menit, sampai didapatkan larutan penyangga yang sesuai dengan suhu pengukuran.

b. Penetapan pH

- 1) Dilepaskan tutup pelindung elektroda pH meter.
- 2) Dibilas elektroda dengan air *aquades* atau air suling sekali dan dikeringkan dengan tisu.
- 3) Dihidupkan alat dengan menekan tombol “ON-OFF” pada bagian alat pH meter.
- 4) Dichelupkan elektroda ke dalam *beaker glass* yang berisi sampel air lindi sampai tanda batas di dalam larutan sampel, tunggu sampai pembacaannya stabil.
- 5) Diulangi tahap 2-4 pada *beaker glass* kedua sampai kedelapan belas.
- 6) Dicatat hasil pengukuran yaitu angka pada tampilan alat pH meter.
- 7) Setelah selesai digunakan, matikan alat. Gunakan air suling untuk membersihkan elektroda dan keringkan elektroda dengan kertas tisu. Lalu dipasang kembali tutup pelindung.

G. Pengukuran Suhu (SNI 06-6989.23-2005)

Prosedur kerja pada pengujian suhu yaitu tentang cara uji suhu dengan menggunakan thermometer adalah sebagai berikut:

1. Digunakan thermometer untuk pengujian suhu
2. Dichelupkan thermometer pada sampel air dibiarkan selama 2 menit s/d 5 menit hingga thermometer menetapkan angka yang diinginkan.
3. Dicatat angka pembacaan pada thermometer tanpa mengangkat terlebih dahulu thermometer dari dalam air.

3.5 Analisis Data

Persentase efisiensi penurunan kadar BOD, COD, TSS, Kekeruhan dapat diperoleh dengan membandingkan nilai konsentrasi BOD, COD, TSS, Kekeruhan sampel awal sebelum dilakukan proses *Trickling Filter* dengan nilai konsentrasi BOD, COD, TSS, Turbiditas pada hasil akhir proses *Trickling Filter* dan RBC.

$$\%P = \frac{(C_0 - C_e) \times 100\%}{C_0}$$

Keterangan:

%P= Efisiensi penurunan

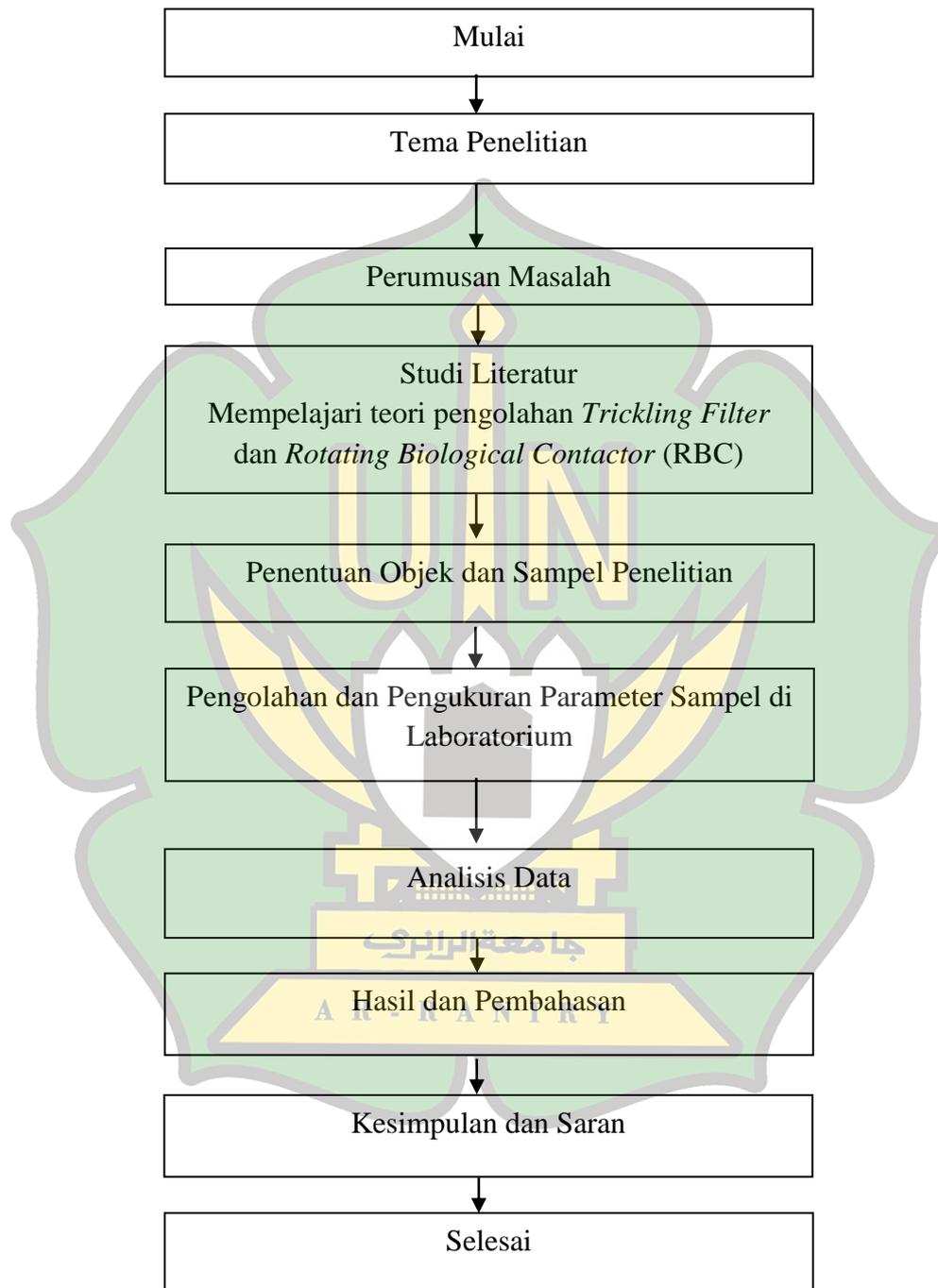
C₀ = konsentrasi awal (mg/L)

C_e = konsentrasi akhir (mg/L)



3.6 Diagram Alur Penelitian

Diagram alur penelitian Tugas Akhir ini ditunjukkan sebagai berikut :



Gambar 3.5 Diagram Kerangka Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kemampuan Kombinasi Metode Pengolahan *Trickling Filter* dan *Rotating Biological Contactor* (RBC) Dalam Menurunkan Konsentrasi Limbah Lindi dari TPA Gampong Jawa Kota Banda Aceh

Proses pengolahan air lindi dilakukan dengan *Trickling filter* dan RBC selama 3 hari menggunakan air lindi sebanyak 40L. Sampel air lindi yang telah diolah dilakukan pengukuran setiap 24 jam sekali, yaitu air lindi diambil sebanyak 1L dan kemudian dilakukan pengukuran terhadap kadar parameter uji yaitu *Biological Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Total Suspended Solid* (TSS) dan Kekeruhan pH, Suhu, *Dissolved Oxygen* (DO).



Gambar 4.1 Reaktor TF dan RBC

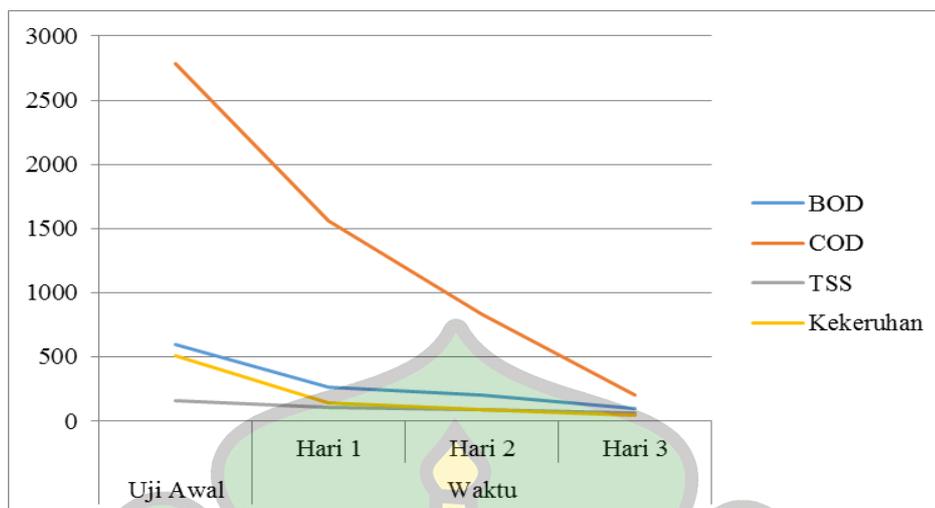
Hasil pengukuran sampel air lindi TPA dengan parameter BOD, COD, TSS, Kekeruhan, DO, pH dan Suhu dapat dilihat pada Tabel 4.1. Hasil analisis pengujian awal terhadap air lindi TPA yang akan diolah memiliki kandungan parameter BOD sebesar 600 mg/l, COD 2.785,4 mg/l, TSS 161 mg/l, Kekeruhan 507 NTU, DO 13,2 mg/l, pH 3,2 dan suhu 28°C. Air lindi yang akan diolah dari TPA Gampong Jawa, Kota Banda Aceh semua parameter telah melebihi baku mutu oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.59/Menlhk/Setjen/Kum.1/7/2016 Tentang Baku Mutu Air Lindi Bagi Usaha dan/Atau Kegiatan Tempat Pemrosesan Akhir Sampah. Berikut Tabel 4.1 dan Gambar 4.2.

Tabel 4.1 Hasil Analisis parameter BOD, COD, TSS, Kekeruhan, DO, pH dan Suhu dengan Kombinasi Metode TF dan RBC

Tahapan Pelaksanaan	Waktu (hari)	BOD (mg/l)	COD (mg/l)	TSS (mg/l)	Kekeruhan (NTU)	DO (mg/l)	Suhu (°C)	pH
Pengujian Awal	0	600**	2785,4**	161	507**	13,2	28	3,2
TF dan RBC	1	260**	1560**	102	143,8**	13,8	27	6,8
	2	201**	836**	90	85**	15,2	27	6,8
	3	93	200	60	45,5**	17,6	27	6,7
*Baku Mutu		150	300	100	30	15	25-28	6,0-9,0

* Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.59/Menlhk/Setjen/Kum.1/7/2016 Tentang Baku Mutu Air Lindi Bagi Usaha dan/Atau Kegiatan Tempat Pemrosesan Akhir Sampah.

**Melebihi Nilai Ambang Batas



Gambar 4.2 Hasil Pengolahan Air Lindi TPA Terhadap Parameter Uji

Dari Tabel 4.1 dan gambar 4.2 dapat dilihat bahwa setelah proses pengolahan air lindi TPA dengan pengujian kombinasi *Trickling filter* dan RBC terjadi penurunan yang cukup baik pada semua parameter uji. Namun, untuk parameter BOD dan COD penurunan yang terjadi belum mencapai seperti yang tercantum pada baku mutu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.59/Menlhk/Setjen/Kum.1/7/2016 Tentang Baku Mutu Air Lindi Bagi Usaha dan/Atau Kegiatan Tempat Pemrosesan Akhir Sampah. Hal ini dikarenakan cukup tingginya bahan organik pada air lindi dan juga waktu kontak antara mikroorganisme dengan air lindi selama proses pengolahan juga cukup singkat, sehingga mikroorganisme belum mampu mengurai bahan organik dalam air lindi untuk mencapai baku mutu. Air lindi mengandung bahan-bahan organik yang cukup tinggi, maka untuk mencapai baku mutu harus dilakukan penambahan waktu dalam proses kombinasi tersebut.

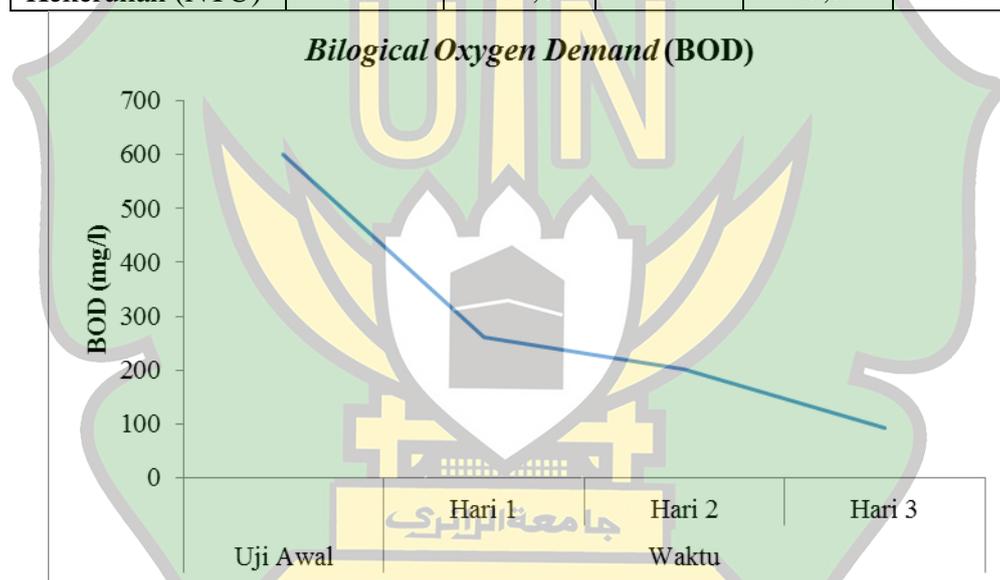
4.1.1 Parameter Kadar Nilai *Biological Oxygen Demand* (BOD)

Penyisihan BOD dalam penelitian ini merupakan nilai kebutuhan oksigen biokimia yang apabila semakin tinggi akan menunjukkan semakin meningkatnya aktivitas mikroorganisme dalam menguraikan bahan-bahan organik (Wardhana, 2004). Penelitian ini merupakan penelitian yang menggunakan perlakuan dengan beberapa media yaitu kerikil, arang kayu, tempurung dan batu apung yang digunakan dalam proses TF dan RBC yang menggunakan media MOL nasi basi

pada proses *rotating* untuk menurunkan kadar *Biological Oxygen Demand* (BOD) air lindi TPA di Gampong Jawa, Banda Aceh. Perlakuan dari beberapa media ini terdiri 3 hari waktu pengamatan dengan air lindi sebanyak 40L selama 24 jam dan hasil pengolahan dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil Pengolahan Air Lindi TPA Parameter BOD, COD, TSS dan Kekeruhan

Parameter	Uji Awal	Waktu			Baku Mutu
		Hari 1	Hari 2	Hari 3	
BOD (mg/l)	600	260	201	93	100
COD (mg/l)	2785,4	1560	836	200	200
TSS (mg/l)	161	102	90	60	100
Kekeruhan (NTU)	507	143,8	85	45,5	30



Gambar 4.3 Hasil Pengolahan Air Lindi TPA Parameter *Biological Oxygen Demand* (BOD)

Gambar 4.3 tersebut menunjukkan hasil pengolahan untuk parameter *Biological Oxygen Demand* (BOD), pada pengujian awal air lindi TPA tanpa perlakuan sebesar 600 mg/l sedangkan setelah dilakukan pengolahan dengan waktu tinggi selama 1 hari (24 jam) yaitu pada pengolahan pertama sebesar 260 mg/l mengalami penurunan sebesar 50%, sedangkan pada pengolahan kedua nilai *Biological Oxygen Demand* (BOD) sebesar 201 mg/l dengan penurunan kadar BOD sebesar 66,5% dan untuk pengolahan ketiga kadar *Biological Oxygen Demand* (BOD) sebesar 93 mg/l dengan penurunan sebesar 84,5%. Sehingga

dapat dinyatakan bahwa proses pengolahan kombinasi *Trickling filter* dan RBC ini mampu menurunkan kadar *Biological Oxygen Demand* (BOD) pada air lindi dengan kadar pencemarnya yang sangat tinggi, walaupun belum mencapai baku mutu yang telah ditentukan.

Dalam penelitian dengan menggunakan *Trickling filter*, batu apung yang digunakan sudah mulai berlendir-lendir ini diduga berisi kumpulan mikroba pengurai yang ada dalam lindi. Lendir ini biasa dikenal dengan *Biofilm*. Penurunan kandungan BOD air lindi TPA menunjukkan bahwa adanya peran mikroorganisme yang membentuk *biofilm*. *Biofilm* adalah kumpulan sel mikroorganisme khususnya bakteri, yang melekat di suatu permukaan dan diselimuti oleh pelekat karbohidrat yang dikeluarkan oleh bakteri. Dalam kombinasi *Trickling Filter* dan RBC, mikroorganisme membangun keterikatan yang kuat dengan permukaan media dan *biofilm* berkembang diatas media tersebut. *Biofilm* yang terbentuk pada media dapat menguraikan bahan organik *biodegradable* yang terkandung dalam air lindi TPA. Molekul-molekul bahan organik berdifusi kedalam sel-sel mikroorganisme yang berada di dalam *biofilm* yang berfungsi sebagai karbon dan nutrisi yang dibutuhkan untuk pertumbuhan mikroorganisme (Boltz *et al.*, 2006).

Efektivitas dari sumber mikroorganisme dari hari ketiga lebih tinggi dibandingkan dengan hari pertama dan kedua. Hal ini disebabkan oleh banyaknya mikroorganisme yang berbentuk *biofilm* sehingga air lindi TPA diurai menjadi bahan organik berupa nutrisi bagi mikroorganisme. Penurunan konsentrasi air lindi TPA tertinggi berasal dari sumber mikroorganisme pada hari pertama selama 24 jam. Hal ini disebabkan karena mikroorganisme berkembangbiak melalui air lindi yang berasal dari sumber yang sama dengan air lindi sebelumnya sehingga mikroorganisme telah beradaptasi terlebih dahulu dengan ekosistemnya. Menurut Suyasa (2015), bahwa lokasi pembentukan *biofilm* disesuaikan dengan air limbah yang akan diolah. Selain itu, disampaikan juga oleh Penn *et al.*, (2015), bahwa jumlah oksigen yang memadai akan mendukung proses degradasi biologis secara aerobik dari limbah organik sampai semua limbah terdegradasi. Awalnya sebagian air lindi dioksidasi untuk melepaskan energi yang digunakan oleh mikroorganisme untuk pemeliharaan sel serta pembentukan sel baru.

Reaksi ini berlangsung pada perairan dan limbah yang mengandung senyawa organik. Terlebih apabila mikroorganisme tersebut masih berada dalam fase eksponensial, yaitu kondisi dimana terjadi peningkatan jumlah sel karena mikroorganisme mengalami fase pertumbuhan. Pada fase ini jumlah mikroorganisme mencapai maksimal sehingga air lindi yang didegradasi juga maksimal yang menyebabkan kandungan senyawa organik menurun (Suyasa, 2015).

Penurunan kadar BOD berpengaruh terhadap parameter lainnya. Sedangkan proses pengolahan yang dilakukan pada air lindi ini cukup berfungsi untuk menurunkan kadar parameter BOD yang membutuhkan mikroorganisme pada air lindi sesuai dengan kandungan bahan organik yang ada pada air lindi, sehingga dalam menurunkan kadar polutan cukup berfungsi. Penambahan *biofilm* pada tangki TF dan media pelekak MOL dari nasi basi pada tangki RBC yang berfungsi membantu pembentukan mikroorganisme dalam mengurai kadar polutan.

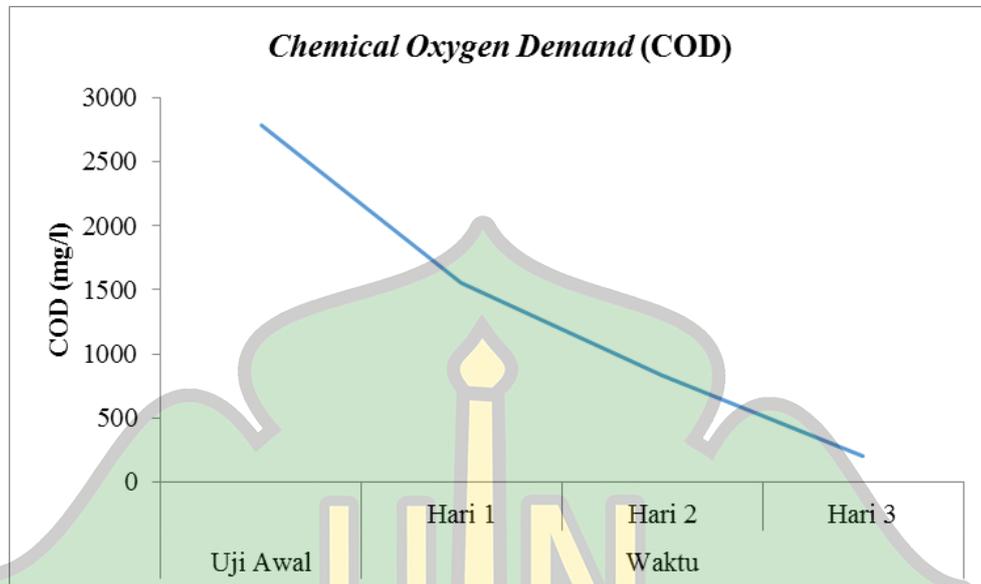
4.1.2 Parameter Kadar Nilai *Chemical Oxygen Demand* (COD)

Efektivitas pengolahan menggunakan *Trickling filter* dan RBC juga dilakukan penelitian yang menggunakan perlakuan dengan beberapa media yaitu kerikil, arang kayu, tempurung dan batu apung yang digunakan untuk membantu proses pengolahan *Trickling filter* dan RBC dengan tujuan juga menurunkan kadar *Chemical Oxygen Demand* (COD) pada air lindi TPA Gampong Jawa, Kota Banda Aceh. Perlakuan ini juga sama halnya dengan pengujian lainnya yang kadar pencemarnya juga dilihat dari parameter *Chemical Oxygen Demand* (COD) dikarenakan sangat berhubungan dengan parameter lain dan untuk rata-rata nilai COD setelah pengolahan setiap 24 Jam sekali dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil Pengolahan Air Lindi TPA Parameter BOD, COD, TSS dan Kekeruhan

Parameter	Uji Awal	Waktu			Baku Mutu
		Hari 1	Hari 2	Hari 3	
BOD (mg/l)	600	260	201	93	100
COD (mg/l)	2785,4	1560	836	200	200
TSS (mg/l)	161	102	90	60	100

Kekeruhan (NTU)	507	143,8	85	45,5	30
-----------------	-----	-------	----	------	----



Gambar 4.4 Hasil Pengolahan Air Lindi TPA Parameter *Chemical Oxygen Demand* (COD)

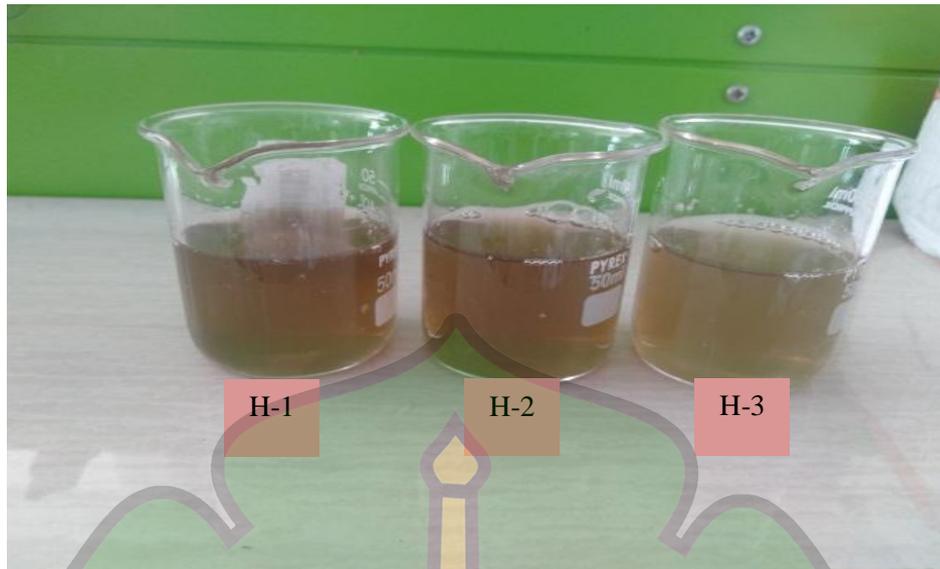
Nilai COD mencakup kebutuhan oksigen untuk reaksi biokimiawi, karena senyawa yang dapat dirombak oleh mikroorganisme dapat pula mengalami oksidasi lewat reaksi kimiawi. Dapat dilihat pada gambar 4.4 tersebut telah menunjukkan hasil pengolahan untuk parameter *Chemical Oxygen Demand* (COD). Pada pengujian awal air lindi TPA tanpa perlakuan sebesar 2785,4 mg/l sedangkan setelah dilakukan pengolahan dengan waktu tinggi selama 1 hari (24 jam) yaitu pada pengolahan pertama sebesar 1.560 mg/l mengalami penurunan sebesar 44%, sedangkan pada pengolahan kedua nilai *Chemical Oxygen Demand* (COD) sebesar 836 mg/l dengan penurunan kadar COD sebesar 70% dan untuk pengolahan ketiga kadar *Chemical Oxygen Demand* (COD) sebesar 200 mg/l dengan penurunan sebesar 92,81%. Sehingga dapat dinyatakan bahwa proses pengolahan dengan *trickling filter* dan RBC ini mampu menurunkan kadar *Chemical Oxygen Demand* (COD) pada air lindi TPA dengan kadar pencemarnya yang sangat tinggi, walaupun belum mencapai baku mutu yang telah ditentukan.

Selain itu, dapat diamati pula bahwa semakin terbentuknya *biofilm*, maka nilai COD akhir semakin menurun (persentase penurunan COD semakin besar).

Ditinjau dari baku mutu COD yaitu 300 mg/L, mikroorganisme yang terbentuk cukup efektif dalam menurunkan nilai COD di hari ketiga selama 24 jam, dibandingkan pada pengolahan pada hari pertama dan pengolahan kedua. Tingginya penurunan nilai COD dengan aplikasi sumber mikroorganisme disebabkan oleh tingginya konsentrasi mikroorganisme serta kesamaan sumber mikroorganisme dengan limbah yang diolah sehingga pembentukan *biofilm* lebih baik (Suyasa, 2015). Pada lapisan *biofilm* senyawa organik diurai oleh mikroorganisme aerob, sehingga nilai COD menjadi turun. Nilai COD yang tinggi, menunjukkan kandungan senyawa organik pada limbah tinggi, sehingga bila melewati *biofilm* akan sedikit yang mampu diurai oleh mikroorganime.

Kadar COD pada air lindi cukup tinggi. Proses kombinasi *Trickling filter* dan RBC ini bertujuan untuk membantu menurunkan kadar polutan tersebut melalui media-media yang digunakan pada tangki *Trickling filter*, begitu juga dengan tangki RBC yang memanfaatkan MOL nasi basi untuk pembentukan mikroorganisme pengurai zat polutan yang ada pada air lindi selama 3 hari dengan proses resirkulasi melalui *Trickling filter* kemudian ke tangki RBC yang keduanya memiliki fungsi yang berbeda-beda di dalam penurunan kadar polutan yang ada pada air lindi.

Air lindi memiliki banyak senyawa organik. Mikroorganisme yang berada pada lempeng RBC dan *Trickling filter* dapat mengurai limbah organik tersebut menjadi sumber nutrisi bagi mikroorganisme. COD dapat diurai dengan cukup baik oleh mikroorganisme sehingga terjadinya penurunan konsentrasi terhadap parameter tersebut dengan kandungan senyawa organik yang dapat didegradasi oleh mikroba pada *Trickling filter* dan RBC. Perbandingan air lindi setiap harinya dapat dilihat pada Gambar 4.5.



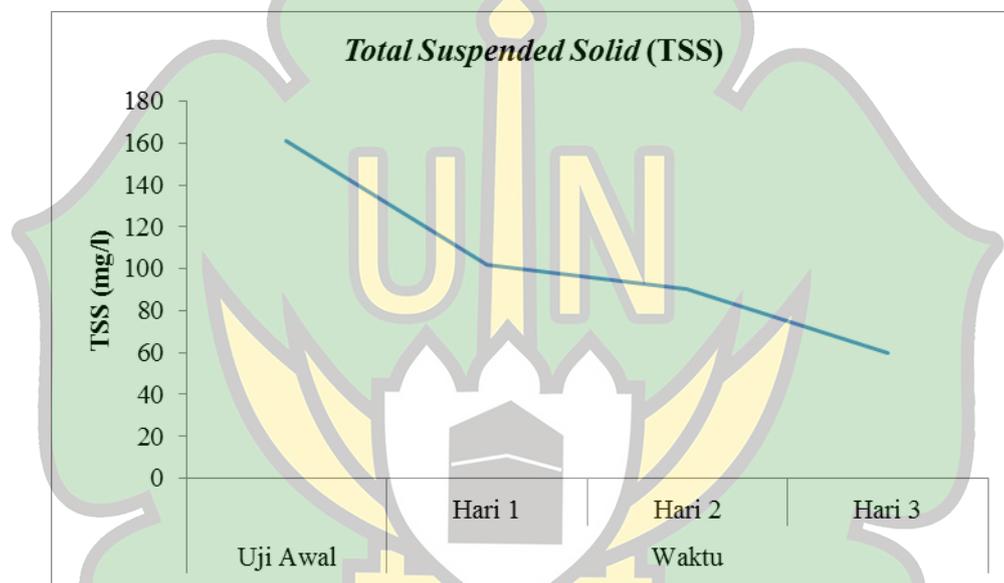
Gambar 4.5 Perbandingan Air Lindi Hari Pertama, Kedua dan Ketiga

4.1.3 Parameter Kadar Nilai *Total Suspended Solid* (TSS)

Waktu tinggal dan debit dari penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penyisihan efisiensi TSS dengan waktu tinggal dan debit yang berbeda dari pengolahan pada reaktor *filtrasi* media terlekat. Hasil penelitian dari variasi tersebut dianalisis berdasarkan proses pengolahan yang digunakan yaitu *Trickling filter* dan RBC. Kemampuan pengolahan menggunakan proses *Trickling filter* dan RBC juga dilakukan menggunakan perlakuan dengan beberapa media yaitu kerikil, arang kayu, tempurung dan batu apung yang digunakan untuk membantu proses pengolahan *Trickling filter* dan RBC dengan tujuan juga menurunkan kadar *Total Suspended Solid* (TSS) pada air lindi TPA Gampong Jawa Kota Banda Aceh. Perlakuan ini juga sama halnya dengan pengolahan RBC yang menggunakan media lekat pada *rotating*, kombinasi pengolahan ini cukup berpengaruh terhadap pengujian lainnya yang kadar pencemarnya juga dilihat dari parameter *Total Suspended Solid* (TSS) dikarenakan sangat berhubungan dengan parameter lain dan untuk rata-rata nilai *Total Suspended Solid* (TSS) setelah pengolahan setiap 24 Jam sekali dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Hasil Pengolahan Air lindi TPA Parameter BOD, COD, TSS dan Kekeruhan

Parameter	Uji Awal	Waktu			Baku Mutu
		Hari 1	Hari 2	Hari 3	
BOD (mg/l)	600	260	201	93	100
COD (mg/l)	2785,4	1560	836	200	200
TSS (mg/l)	161	102	90	60	100
Kekeruhan (NTU)	507	143,8	85	45,5	30



Gambar 4.6 Hasil Pengolahan Air Lindi TPA Parameter *Total Suspended Solid (TSS)*

Gambar 4.6 menunjukkan hasil dari pengolahan untuk parameter *Total Suspended Solid (TSS)*, pada pengujian awal air lindi TPA tanpa perlakuan sebesar 161 mg/l sedangkan setelah dilakukan pengolahan dengan waktu tinggi selama 1 hari (24 jam) yaitu pada pengolahan pertama sebesar 102 mg/l mengalami penurunan sebesar 36,64%, sedangkan pada pengolahan kedua nilai *Total Suspended Solid (TSS)* sebesar 90 mg/l dengan penurunan kadar TSS sebesar 44,09% dan untuk pengolahan ketiga kadar *Total Suspended Solid (TSS)* sebesar 60 mg/l dengan penurunan sebesar 62,73%. Sehingga dapat dinyatakan bahwa proses pengolahan dengan proses *trickling filter* dan RBC ini mampu menurunkan kadar *Total Suspended Solid (TSS)* pada air lindi TPA dengan kadar

pencemarnya yang tinggi, walaupun semuanya belum mencapai baku mutu yang telah ditentukan.

Pengolahan limbah dengan sistem *Trickling filter* dan RBC cukup efektif sesuai baku mutu pada sistem yang menggunakan sumber mikroorganisme air lindi TPA pada pengolahan kedua dan ketiga pada *running* kedua dan ketiga. Penurunan nilai TSS terjadi karena tertahannya partikel-partikel padatan oleh *biofilm* dan pada reaktor *contactor* penggunaan MOL yang menyebabkan jumlah padatan pada air lindi menjadi berkurang. Media *biofilm* dan reaktor *contactor* yang menggunakan MOL nasi basi mampu menahan dan mengikat laju alir air lindi sehingga terjadi interaksi antara limbah dengan mikroorganisme yang terdapat pada *biofilm* dan penggunaan MOL dimana penyaringan diawali dengan penahanan dan pengikatan padatan tersuspensi sehingga dapat menurunkan nilai TSS (Abrori *et al*, 2014).

Begitu juga terhadap pengolahan RBC dalam menurunkan konsentrasi dengan menggunakan penambahan oksigen dan media lekat ada bak RBC. Padatan yang terlarut pada air lindi cukup berpengaruh terhadap kualitas air. Namun pada pengolahan ini dimanfaatkan prose penyaringan melalui media TF dan proses pada tangki RBC. Pengolahan ini dapat menurunkan dan menangkap senyawa organik air lindi yang dilakukan sehingga dapat mengurangi kadar TSS yang ada pada air lindi. Pengolahan ini cukup baik dan tepat untuk proses penurunan kadar organik yang ada pada air lindi.

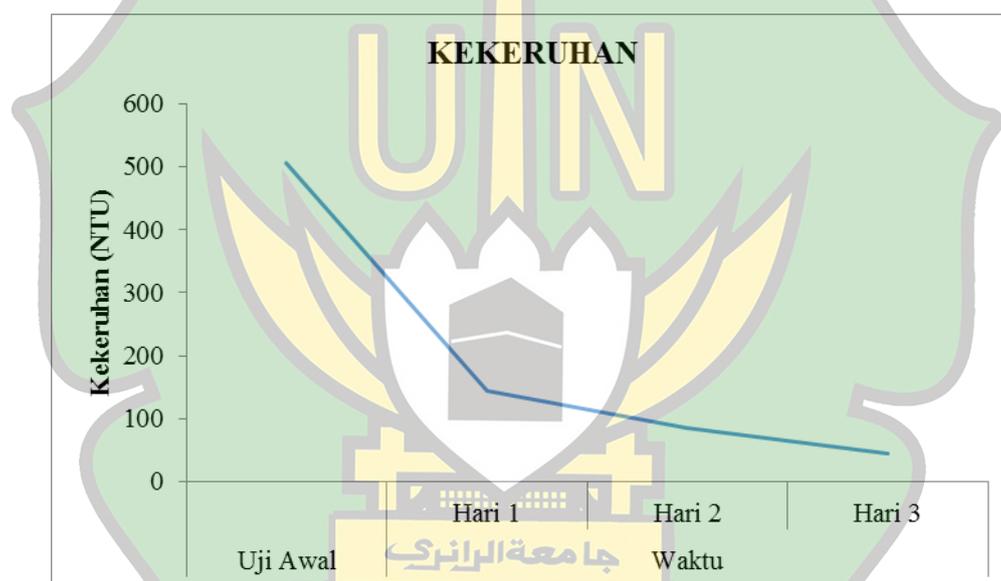
4.1.4 Parameter Kadar Nilai Kekeruhan

Efektifitas pengolahan dengan proses *Trickling filter* dan RBC juga dilakukan dengan menggunakan perlakuan dari beberapa media yaitu kerikil, arang kayu, tempurung dan batu apung yang digunakan untuk membantu proses pengolahan *Trickling filter* dan RBC dengan tujuan juga menurunkan kadar kekeruhan pada air lindi TPA Gampong Jawa Kota Banda Aceh. Perlakuan ini juga sama halnya dengan pengujian lainnya yang kadar pencemarnya juga dilihat dari parameter kekeruhan dikarenakan parameter ini sangat berhubungan dengan

parameter lainnya dan untuk rata-rata nilai kekeruhan setelah pengolahan setiap 24 Jam sekali dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Hasil Pengolahan Air Lindi TPA Parameter BOD, COD, TSS dan Kekeruhan

Parameter	Uji Awal	Waktu			Baku Mutu
		Hari 1	Hari 2	Hari 3	
BOD (mg/l)	600	260	201	93	100
COD (mg/l)	2785,4	1560	836	200	200
TSS (mg/l)	161	102	90	60	100
Kekeruhan (NTU)	507	143,8	85	45,5	30



Gambar 4.7 Hasil Pengolahan Air Lindi TPA Parameter Kekeruhan

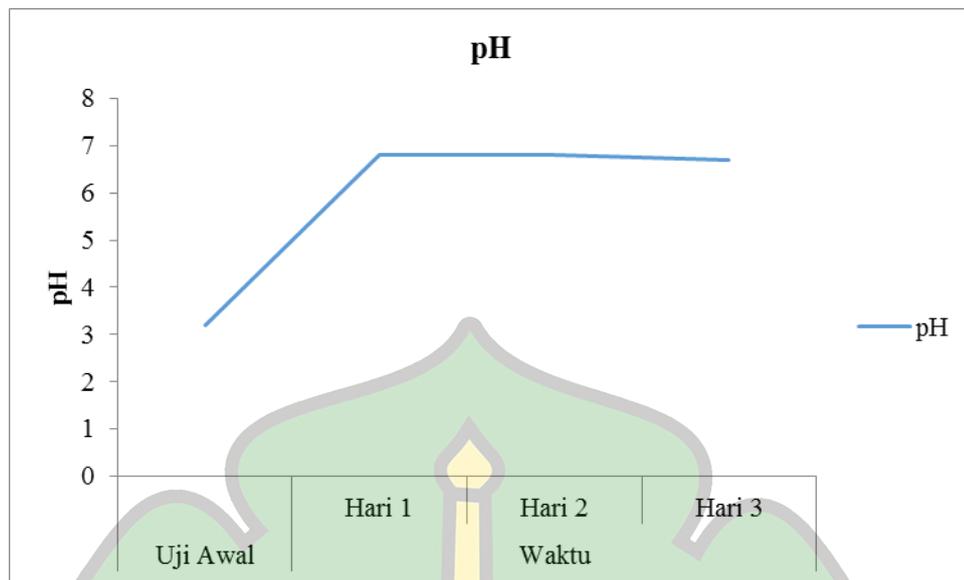
Gambar 4.7 menunjukkan hasil dari pengolahan untuk parameter kekeruhan, pada pengujian awal air lindi TPA tanpa perlakuan sebesar 507 mg/l sedangkan setelah dilakukan pengolahan dengan waktu tinggi selama 1 hari (24 jam) yaitu pada pengolahan pertama sebesar 143,8 mg/l mengalami penurunan sebesar 71,63%, sedangkan pada pengolahan kedua nilai kekeruhan sebesar 85 mg/l dengan penurunan kadar kekeruhan sebesar 83,23% dan untuk pengolahan ketiga kadar kekeruhan sebesar 45,5 mg/l dengan penurunan sebesar 91,02%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa proses pengolahan dengan metode kombinasi *Trickling filter* dan RBC ini mampu menurunkan kadar kekeruhan pada air lindi

TPA dengan kadar pencemarnya yang sangat tinggi, walaupun semuanya belum mencapai baku mutu yang telah ditentukan.

Kekeruhan terjadi dikarenakan adanya zat padat tersuspensi yang ada pada air, dari yang bersifat organik maupun anorganik, serta juga menunjukkan sifat optis air yang nantinya akan menyebabkan membatasi pencahayaan kedalam air. Kekeruhan merupakan suatu ukuran biasan cahaya dalam perairan. Kekeruhan biasanya disebabkan oleh partikel koloid yang tersuspensi. Oleh sebab itu semakin banyak cahaya yang terpantul atau menyebar semakin tinggi nilai kekeruhannya. Hal ini dikarenakan cahaya tidak bisa masuk sehingga kadar kekeruhan semakin meningkat. Sehingga digunakan pengolahan dengan metode *Trickling filter* dan RBC ini sesuai dengan jenis limbah yang digunakan yaitu limbah organik dengan tujuan untuk mengurai polutan yang berbentuk koloid dan dapat menurunkan kadar polutan pada air lindi.

4.1.5 Parameter Kadar Nilai pH

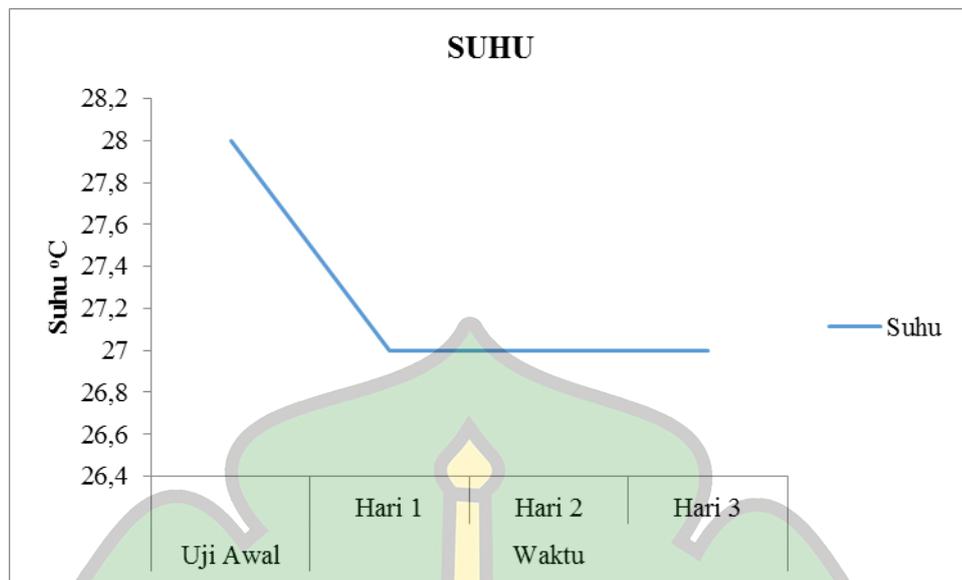
Kenaikan pH ini disebabkan karena reaksi biologis yaitu proses penguraian yang terjadi oleh mikroorganisme terhadap nutrien yang diberikan seperti glukosa, urea dan NH_4Cl . Peningkatan nilai pH ini karena adanya nutrien yang diberikan ke dalam sumber mikroorganisme (Sari, 2015). Tetapi kondisi pH antara 3,2-6,8 pada sumber mikroorganisme selama proses pembentukan *biofilm* dapat menunjang pertumbuhan mikroorganisme sehingga membantu proses pembentukan *biofilm*.



Gambar 4.8 Hasil Pengolahan Air Lindi TPA Parameter pH

4.1.6 Parameter Kadar Nilai Suhu

Menurut Elias *et al.*, (2014), bahwa suhu merupakan faktor fisik yang berpengaruh pada laju pertumbuhan mikroorganisme melalui pengaruhnya diantaranya terhadap reaksi kimia dan stabilitas struktur molekul protein. Reaksi kimia akan meningkat dengan meningkatnya suhu, karena peningkatan suhu menyebabkan peningkatan energi kinetik reaktan. Pertumbuhan mikroorganisme pada dasarnya adalah hasil metabolisme, suatu reaksi kimia terarah yang berlangsung di dalam sel yang dikatalisis oleh enzim. Maka peningkatan suhu akan menyebabkan peningkatan pertumbuhan hingga suatu saat peningkatan suhu tidak diikuti dengan meningkatnya pertumbuhan.



Gambar 4.9 Hasil Pengolahan Air Lindi TPA Parameter Suhu

Gambar 4.9 menunjukkan bahwa sel *biofilm* dapat dikendalikan dengan suhu tinggi. Suhu dimana enzim berfungsi dengan baik adalah pada tahap suhu optimum. Apabila suhu ini tidak mencapai suhu optimum, maka aktivitas enzim menurun. Hal ini diduga suhu sangat mempengaruhi reaksi metabolisme pada mikroorganisme. Kisaran suhu tidak hanya mempengaruhi aktivitas enzim saja, namun mempengaruhi sifat fisik membran. Permeabilitas membran sel tergantung pada kandungan dan jenis lipida. Peningkatan 50°C – 100°C di atas suhu optimum dapat menyebabkan proses lisis dan kematian sel mikroorganisme. *Biofilm* menghasilkan senyawa ekstrapolisakarida yang berfungsi untuk melindungi bakteri. Lapisan ekstrapolisakarida tersebut dapat menghambat panas untuk kontak langsung dengan bakteri, walaupun suhu yang diberikan 1000°C tidak semua bakteri dapat dibunuh, tapi yang rusak ialah senyawa ekstrapolisakarida dan sebagian bakteri yang dekat dengan permukaan (Yusnita *et al*, 2015).

4.1.7 Parameter Kadar Nilai *Dissolved Oxygen*

Aerasi meningkatkan kecepatan pemindahan oksigen dari fase gas ke sel mikrobial. Jika kecepatan aerasi tinggi, maka aliran air semakin besar sehingga suplai oksigen juga semakin tinggi karena menghasilkan gelembung yang kecil. Kecepatan aerasi mempunyai pengaruh yang nyata terhadap efisiensi transfer

oksigen di dalam fermentasi. Kondisi lingkungan fisik seperti temperatur dan aerasi serta faktor mekanik seperti pengadukan juga sangat mempengaruhi besarnya persentase degradasi.

Kecepatan aerasi pada tangki *Trickling filter* dan tangki RBC dengan melakukan penambahan oksigen pada air lindi, *Trickling filter* menggunakan aerator dan RBC menggunakan alat *mixing* yang berpengaruh terhadap ketersediaan oksigen bagi bakteri-bakteri aerob indigen yang menjadi agen biodegradasi. Sedangkan waktu inkubasi mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan bakteri-bakteri indigen saat mendegradasi polutan limbah cair kulit. Pada penelitian ini akan diuji pengaruh keduanya terhadap kemampuan bakteri mendegradasi limbah cair kulit ditinjau dari parameter BOD, COD, TSS dan pH (Nugroho, 2006).



Gambar 4.10 Hasil Pengolahan Air Lindi TPA Parameter *Dissolved Oxygen* (DO)

Penambahan bakteri pendegradasi ke dalam air lindi dan pengaturan kondisi lingkungan yang cukup menunjang bagi aktivitas metabolismenya, seperti pengaturan kecepatan aerasi, akan menyebabkan setiap individu sel bakteri tumbuh dan berkembang biak menjadi mikrokoloni. Pembentukan koloni bakteri pendegradasi ini mampu hidup bersama-sama dengan spesies bakteri pendegradasi lain. Karakter sel bakteri pendegradasi yang mampu membentuk

biomasa dilengkapi dengan flagela, sehingga dengan adanya flagela tersebut akan membawa biomasa menempel pada dinding permukaan dalam (Flannery, 2006).

Pengolahan dengan metode kombinasi *Trickling filter* dan RBC berkaitan dengan oksigen yang terlarut pada air lindi dikarenakan proses pengolahan ini juga dilakukan penambahan oksigen pada air lindi. Proses *Trickling filter* dan RBC yang menggunakan aerator pada tangki pengolahan yang berfungsi memberikan dan menambahkan oksigen pada air lindi untuk membantu mikroorganisme dalam mengurai polutan pada air lindi. Sedangkan RBC juga melakukan penambahan oksigen melalui proses *mixing* sehingga menghasilkan nutrisi yang juga dapat membantu mikroorganisme pada pengolahan air lindi.

4.2 Efektivitas Pengaruh Waktu Tinggal Dalam Mengolah Air Lindi TPA Gampong Jawa Banda Aceh dengan Metode Pengolahan *Trickling Filter* dan *Rotating Biological Contactor* (RBC)

Berdasarkan hasil pengukuran efektivitas waktu tinggal dapat dilihat pada Tabel 4.6 yaitu sebagai berikut:

Tabel 4.6 Efektivitas Waktu Tinggal

Parameter	Konsentrasi Awal	Konsentrasi Akhir			Persen		
		24 Jam	48 Jam	72 Jam	24 Jam	48 Jam	72 Jam
BOD (mg/l)	600	260	201	93	50%	66,5%	84,5%
COD (mg/l)	2785,4	1.560	836	200	44%	70%	92,81%
TSS (mg/l)	161	102	90	60	36,64%	44,09%	62,73%
Kekeruhan (NTU)	507	143,8	85	45,5	71,63%	83,23%	91,02%

Hasil yang diperoleh selama proses pengolahan dipengaruhi oleh beberapa faktor yang menyebabkan kurang maksimalnya hasil pengolahan. Menurut (Said, 2018) faktor-faktor yang mempengaruhi efisiensi penyisihan parameter terhadap beberapa parameter seperti suhu berpengaruh terhadap tahap resirkulasi, dihasilkan nilai temperatur yaitu 28°C. Hal ini sesuai dengan Said (2002), dalam penguraian secara aerobik, bakteri mesophilik mempunyai temperatur 25 - 40°C dengan temperatur optimum mendekati 35°C. pH juga salah satu faktor yang

selama proses resirkulasi berlangsung, pH yang terdapat pada air tersebut cenderung stabil, tidak pernah mengalami penurunan pH yang signifikan dengan kisaran 6,7 – 6,8. Jika pH mengalami kenaikan dikarenakan bakteri mampu bertahan hidup pada pH dan suhu yang stabil (Tchobanoglous, 1993).

Menurut Tchobanoglous (1993) air lindi TPA mempunyai komposisi limbah yang berupa sisa makanan organik seperti lemak dan minyak, protein, amonia, darah dan lain sebagainya. Begitu juga menurut Said (2002) kebutuhan oksigen juga sangat berpengaruh pada reaktor *filtrasi* sebanding dengan jumlah BOD yang dihilangkan. Jika dilihat dari jumlah COD yang cukup besar tentu membutuhkan oksigen yang lebih banyak untuk menguraikan ikatan senyawa kimiawi pada *filtrasi*. Hal ini lah yang kemungkinan menyebabkan efisiensi penyisihan pada bak filtrasi tetap kecil meski debit udara dan jumlah oksigen terlarut sudah mencukupi. Begitu juga dengan jumlah substrat yang terdapat pada air limbah yang dimana pH terbentuk pada *filtrasi* cenderung stabil dan tidak mengalami penurunan yang signifikan, yaitu pada rentang 6,7- 6,8. Hal ini terjadi karena terbatasnya ketersediaan substrat pada air limbah yang akan di hidrolisis oleh bakteri hidrolis.

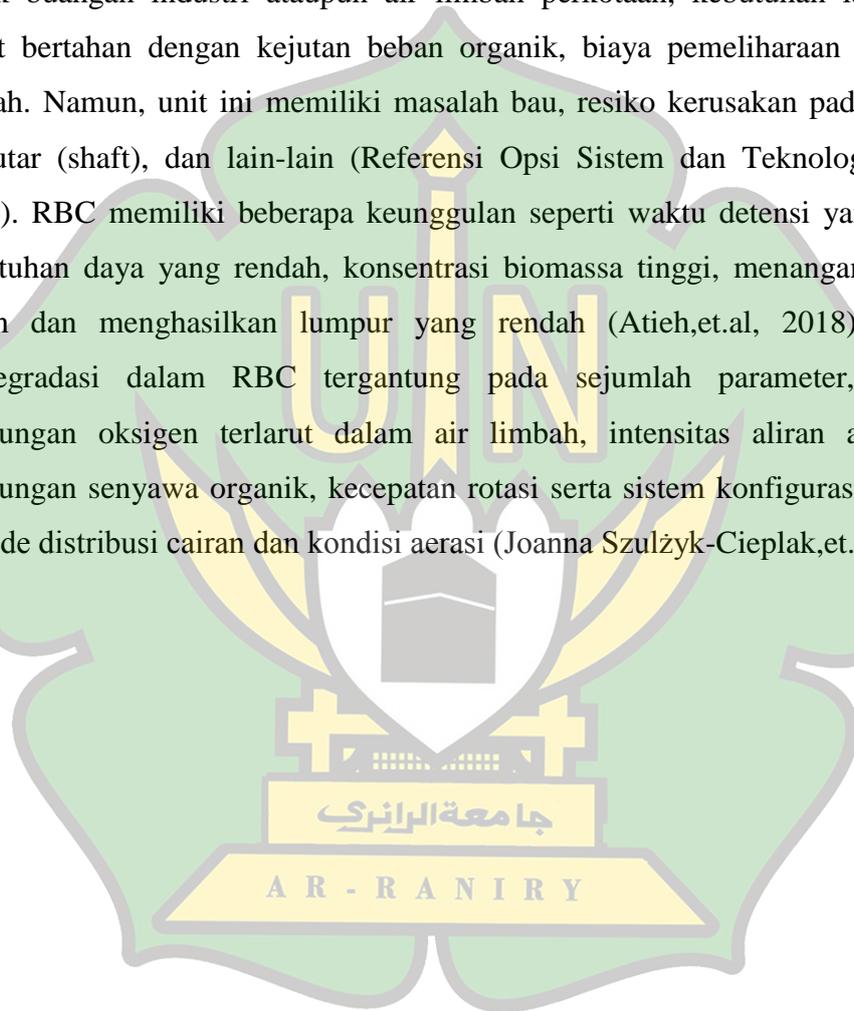
Media yang digunakan pada penelitian ini adalah kerikil dengan pori-pori yang tidak terlalu besar, arang kayu, tempurung kelapa dan batu apung. Hal ini dapat mengakibatkan kurangnya tempat hidup bakteri sehingga bakteri yang hidup jumlahnya tidak banyak jika menggunakan media lain yang memiliki fraksi volume rongga yang tinggi. Ketika tempat hidup bakteri sedikit, maka jumlah bakteri yang hidup dan melekat pada permukaan media pun sedikit. Hal ini bisa menyebabkan kemampuan bakteri untuk mendegradasi polutan yang terdapat dalam air limbah menjadi tidak maksimal, sehingga efisiensi penyisihan BOD, COD, TSS dan Kekeruhan menurun.

4.3 Keunggulan dan Kekurangan *Trickling Filter* dan RBC

Masing-masing teknik pengolahan memiliki kelebihan dan kekurangan. *Trickling Filter* memiliki kelebihan yaitu sederhana, cocok untuk komunitas kecil, dan relatif hemat energi (Puspasari, 2017). Pada *trickling filter*, keuntungan dari

unit ini diantaranya memiliki efisiensi removal BOD yang tinggi yakni sebesar 85-93%, kebutuhan lahan yang kecil, dan lain-lain. Sedangkan kekurangan pada unit ini adalah memiliki biaya konstruksi yang tinggi, sensitive terhadap beban beracun, dan lain-lain (Vonsperling, 1996).

Sedangkan unit RBC dapat diaplikasikan untuk berbagai kebutuhan, baik untuk buangan industri ataupun air limbah perkotaan, kebutuhan lahan kecil, dapat bertahan dengan kejutan beban organik, biaya pemeliharaan dan energi rendah. Namun, unit ini memiliki masalah bau, resiko kerusakan pada peralatan pemutar (shaft), dan lain-lain (Referensi Opsi Sistem dan Teknologi Sanitasi, 2010). RBC memiliki beberapa keunggulan seperti waktu detensi yang pendek, kebutuhan daya yang rendah, konsentrasi biomassa tinggi, menangani berbagai aliran dan menghasilkan lumpur yang rendah (Atieh,et.al, 2018). Efisiensi biodegradasi dalam RBC tergantung pada sejumlah parameter, termasuk kandungan oksigen terlarut dalam air limbah, intensitas aliran air limbah, kandungan senyawa organik, kecepatan rotasi serta sistem konfigurasi, termasuk metode distribusi cairan dan kondisi aerasi (Joanna Szulzyk-Cieplak,et.al, 2018).



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Metode *Trickling filter* dan RBC mampu menurunkan kadar parameter COD, BOD, TSS pada sampel air lindi sesuai dengan baku mutu. Tetapi metode ini belum mampu mengurangi kadar parameter kekeruhan sesuai dengan baku mutu yang telah ditentukan. Sedangkan untuk parameter pendukung seperti DO, pH dan suhu sudah sesuai yang diharapkan karena memenuhi baku mutu.
2. Berdasarkan hasil pengujian waktu tinggal limbah dalam pengolahan pada *Trickling filter* dan *Rotating Biological Contactor* (RBC) yang cukup efektif dalam menurunkan kadar parameter adalah hari ke 3 atau selama 72 jam dengan efektivitas penurunan kadar parameter BOD mencapai 84,5%, COD sebesar 92,81%, TSS sebesar 62,73% dan kekeruhan sebesar 91,02%. Sedangkan parameter pendukung DO, suhu dan pH dalam kadar netral.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diambil dalam penelitian ini adalah :

1. Hasil penelitian ini diharapkan menjadi literatur bagi peneliti selanjutnya.
2. Pengolahan menggunakan metode sistem *trickling filter* dan RBC diharapkan dapat menggunakan media lain.
3. Pengolahan *Trickling filter* diharapkan dapat bertahan dalam waktu jangka panjang.
4. Sistem pengolahan dapat diimplementasikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, N., Irianty, H., & Wahyudi, N. T. (2017). Hubungan Karakteristik Petugas Kebersihan Dengan Pengelolaan Sampah Di Puskesmas Kota Banjarbaru. *Jurnal Publikasi Kesehatan Masyarakat Indonesia*, 4(2), 66–74. <https://doi.org/10.20527/jpkmi.v4i2.3843>.
- Arif Sumantri, author. (2010). *Kesehatan lingkungan & perspektif islam*. <https://lib.ui.ac.id>.
- Boltz, J.P., La Motta, E.J., Madrigal, J.A. 2006. The Role of Bioflocculation on Suspended Solids and Particulate COD Removal in the Trickling Filter Process. *J. of Environmental Engineering*, 758-763.
- Darnas, Y., Aristia Anas, A., Akbar Ardiansyah Hasibuan, M., Syekh Abdur Rauf Kopelma Darussalam, J., & Aceh, B. (2020). Pengendalian Air Lindi Pada Proses Penutupan TPA Gampong Jawa Terhadap Kualitas Air Sumur. *Jurnal Serambi Engineering*, 5(3). <https://doi.org/10.32672/JSE.V5I3.2080>.
- DLHK3 Banda Aceh. (2018). <https://dlhk3.bandaacehkota.go.id/download/profil-dlhk3-banda-aceh/>.
- Fitria, B., Maharani, I., Lukmannul, & Sugiyanto, D. (2018). Analisis Deliniasi Lindi TPA Gampong Jawa Berdasarkan Permodelan 2D Resistivitas dengan Metode Geolistrik. *J. Aceh Phys. Soc.*, 7(3), 133–138. <http://www.jurnal.unsyiah.ac.id/JAcPS/article/viewFile/11243/9472>.
- Flannery, M. C. (2006). *Biology Today. Think Small. The American Biology Teacher* 68(8): 499-502.
- Hartini, E., Yulianto, D. Y., Agroteknologi, J., Pertanian, F., & Siliwangi Tasikmalaya, U. (2018). Kajian Dampak Pencemaran Lindi Tempat Pemrosesan Akhir (Tpa) Ciangir Terhadap Kualitas Air Dan Udara. 4(1).
- Julioe, R. (2017). Penurunan Kadar BOD Pada Limbah Cair Tahu Menggunakan *Rotating Biological Contactor* (RBC) Di Kelurahan Banjarejo Kota Madiun. *Ekp*, 13(3), 1576–1580.
- Nugroho, A. (2006). Biodegradasi Sludge Minyak Bumi Dalam Skala

- Mikrokosmos: Simulasi Sederhana Sebagai Kajian Awal Bioremediasi Land Treatment. *Makara Teknologi*. Vol. 10, No. 2. Hal. 82-89.
- Nurkholis, A., Abdillah, A., Widiastuti, A. S., Rahma, A. D., Maretya, D. A., Wangge, G. A., & Widyaningsih, Y. (2010). Pengelolaan Air Limbah secara Biologis (Biofilm): Trickling Filter dan Rotating Biological Contactor (RBC). *Instalasi Pengolahan Air Limbah*.
- Pasek, M., Suwahdendi, A., Gede, I., & Purnama, H. (2016). Community Health VOLUME X □ No X Juli 2016 Halaman XX-XX Uji Efektivitas Batu Vulkanik dan Arang sebagai Media Filter Pengolahan Air Limbah Laundry dengan Menggunakan Sistem Pengolahan Constructed Wetland.
- Penn, M.L., James J.P., James R.M. (2015). Biochemical Oxygen Demand. *Environmental and Ecological Chemistry*. Vol II. US.
- Perikanan, J., Kelautan, D. A. N., Sains, F., Teknik, D. A. N., & Soedirman, U. J. (2014). *Efektivitas Penurunan Bod 5 Limbah Cair Rumah Efektivitas Penurunan Bod 5 Limbah Cair Rumah*.
- SNI 06.6989.72-2009 Pengujian *Biological Oxygen Demand* (BOD).
- SNI 06.6989.72-2009 Pengujian *Chemical Oxygen Demand* (COD).
- SNI 06-6989.3-2004 Pengujian *Total Suspended Solid* (TSS).
- SNI 06-6989.25-2005 Pengujian Kekeruhan.
- SNI 06-6989.14-2004 Pengujian DO.
- SNI 06-6989.23-2005 Pengujian Suhu.
- SNI 06-6989.11-2004 Pengujian pH.
- SNI 6989.59:2008 Pengambilan Sampel.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.
- Rizkiyanti, D.S., dan Alifiah, T. (2018). Kinerja Trickling Filter Untuk Mengolah Limbah Cair Katering Dengan Variasi Media Bioball Dan Batu Apung Ditinjau Dari Parameter BOD5 Dan COD. *Sains Dan Teknologi Terapan VI*, 2(1), 297–302.
- Said, N.I. dan Satmoko, Y. (2002). Rancang Bangun Instalasi Pengolahan Air Limbah Rumah Potong Hewan Ayam dengan Proses *Biofilter*. JAI Vol. 2,

No. 1.

- Said, N. I., & Yudo, S. (2018). Rancang Bangun Instalasi Pengolahan Air Limbah Rumah Potong Hewan (Rph) Ayam Dengan Proses Biofilter. *Jurnal Air Indonesia*, 2(1). <https://doi.org/10.29122/jai.v2i1.2294>.
- Sari, S. (2015). Pemanfaatan Biosistem Tanaman Untuk Menurunkan Kadar Fenol, Amonia, Ion Klorida, Dan COD Dari Proses Biodegradasi Air Limbah Yang Mengandung Rhodamin B. Tesis. *Program Magister Kimia Terapan*. Universitas Udayana, Denpasar.
- Sholichin, M. (2012). *Pengelolaan Limbah Cair Pengolahan Limbah Dengan Proses Biofilm, Trikling Filter Dan Rcb*.
- Sholichin, M. O. H. (2018). Pengelolaan Limbah Cair dengan Proses Biofil, Trickling Filter an RCB. *Modul*, 1–18. <http://water.lecture.ub.ac.id/>.
- Suyasa, B. (2015). *Pencemaran Air dan Pengolahan Air Limbah*. Denpasar: Udayana University Press.
- Sofi, T. (2017). Rotating Biological Contactor (RBC) Rotating Biological Contactors, biasa disebut RBC untuk Limbah Cair. 1–13.
- T. Mulyani., dan F. M. (2018). Pengolahan Air Limbah Tahu Menggunakan Teknologi Bioreaktor Trickling Filter. *Envirosan*, 1(1), 16–25.
- Tchobanoglous, G., Burton, F., Stensel, H.D. 2003. *Wastewater Engineering: Treatment and Resuse*. 4th ed.; Mc Graw Hill: New York.
- Wardhana, W.A. 2004. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Andi, Yogyakarta.
- Yusnita Wahyuni Silitonga, It Jamilah dan Dwi Suryanto. (2015). Pengendalian Sel *Biofilm* Bakteri Patogen Oportunistik Dengan Panas Dan Klorin. Departemen Biologi Fakultas MIPA: Universitas Sumatera Utara.

LAMPIRAN I
DOKUMENTASI PENELITIAN

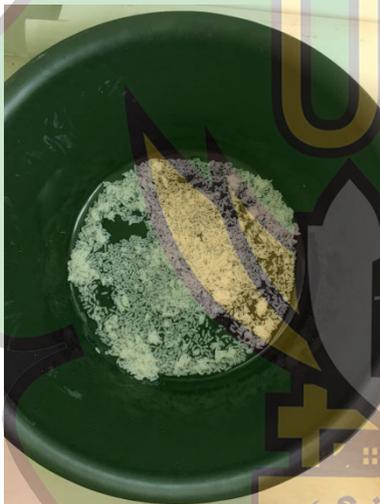
Gambar	Keterangan
	Sampel Air Lindi TPA
	Rangkaian Pengolahan

Gambar

Keterangan



Proses Pembuatan MOL



Nasi Basi

Proses Pembentukan *Biofilm*

Gambar

Keterangan



Biofilm



Rotating Biological Contactor

جامعة الرانيري

AR - RANIRY

Gambar	Keterangan
--------	------------



Hasil Parameter Kekeruhan



Kerikil



Gambar**Keterangan**

Tempurung Kelapa



Batu Apung

Gambar**Keterangan**

Tangki kedua



LAMPIRAN II

PERHITUNGAN EFESIENSI PENGOLAHAN

1. Efisiensi Penurunan BOD Hari Pertama

$$\%P = \frac{(C_0 - C_e)}{C_0} \times 100\%$$

$$\%P = \frac{(600 - 300)}{600} \times 100\%$$

$$\%P = 50\%$$

2. Efisiensi Penurunan BOD Hari Kedua

$$\%P = \frac{(C_0 - C_e)}{C_0} \times 100\%$$

$$\%P = \frac{(600 - 201)}{600} \times 100\%$$

$$\%P = 66,5\%$$

3. Efisiensi Penurunan BOD Hari Ketiga

$$\%P = \frac{(C_0 - C_e)}{C_0} \times 100\%$$

$$\%P = \frac{(600 - 93)}{600} \times 100\%$$

$$\%P = 84,5\%$$

4. Efisiensi Penurunan COD Hari Pertama

$$\%P = \frac{(C_0 - C_e)}{C_0} \times 100\%$$

$$\%P = \frac{(2.785,4 - 1.560)}{2.785,4} \times 100\%$$

$$\%P = 44\%$$

5. Efisiensi Penurunan COD Hari Kedua

$$\%P = \frac{(C_0 - C_e)}{C_0} \times 100\%$$

$$\%P = \frac{(2.785,4 - 836)}{2.785,4} \times 100\%$$

$$\%P = 70\%$$

6. Efisiensi Penurunan COD Hari Ketiga

$$\%P = \frac{(C_0 - C_e)}{C_0} \times 100\%$$

$$\%P = \frac{(2.785,4 - 200)}{2.785,4} \times 100\%$$

$$\%P = 92,81\%$$

7. Efisiensi Penurunan TSS Hari Pertama

$$\%P = \frac{(C_0 - C_e)}{C_0} \times 100\%$$

$$\%P = \frac{(161 - 102)}{161} \times 100\%$$

$$\%P = 36,64\%$$

8. Efisiensi Penurunan TSS Hari Kedua

$$\%P = \frac{(C_0 - C_e)}{C_0} \times 100\%$$

$$\%P = \frac{(161 - 90)}{161} \times 100\%$$

$$\%P = 44,09\%$$

9. Efisiensi Penurunan TSS Hari Ketiga

$$\%P = \frac{(C_0 - C_e)}{C_0} \times 100\%$$

$$\%P = \frac{(161 - 60)}{161} \times 100\%$$

$$\%P = 62,73\%$$

10. Efisiensi Penurunan Kekeruhan Hari Pertama

$$\%P = \frac{(C_0 - C_e)}{C_0} \times 100\%$$

$$\%P = \frac{(507 - 143,8)}{507} \times 100\%$$

$$\%P = 71,63\%$$

11. Efisiensi Penurunan Kekeruhan Hari Kedua

$$\%P = \frac{(C_0 - C_e)}{C_0} \times 100\%$$

$$\%P = \frac{(507 - 85)}{507} \times 100\%$$

$$\%P = 83,23\%$$

12. Efisiensi Penurunan Kekeruhan Hari Ketiga

$$\%P = \frac{(C_0 - C_e)}{C_0} \times 100\%$$

$$\%P = \frac{(507 - 45,5)}{507} \times 100\%$$

$$\%P = 91,02\%$$

LAMPIRAN III

HASIL PENELITIAN

Tabel Hasil Pengujian Awal Kadar Polutan Yang Terdapat Dalam Air Lindi TPA Gampong Jawa Banda Aceh adalah sebagai berikut :

No.	Parameter	Hasil	Baku Mutu	Satuan
1.	pH	3,2	6,0-9,0	-
2.	Suhu	28	25-28	°C
3.	Kekeruhan	507	25	NTU
4.	<i>Total Suspended Solid (TSS)</i>	161	100	mg/l
5.	<i>Biological Oxygen Demand (BOD)</i>	600	100	mg/l
6.	<i>Chemical Oxygen Demand (COD)</i>	2.785,4	200	mg/l
7.	<i>Dissolved Oxygen (DO)</i>	13,2	15	mg/l

