

Turnitin Rizka Septiarini

by Nabila I

Submission date: 25-Aug-2023 02:58AM (UTC-0500)

Submission ID: 2150437832

File name: TUR_3.pdf (1.62M)

Word count: 11623

Character count: 71442

**EVALUASI PARAMETER PH, SUHU DAN COD DI DALAM
LIMBAH CAIR PADA PENGOLAHAN TEPUNG TAPIOKA DI
PT BERJAYA TAPIOKA INDONESIA**

(Laporan Tugas Akhir Mahasiswa)

Oleh :

**RIZKA SEPTIARINI
NPM 20733060**



**POLITEKNIK NEGERI LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

**EVALUASI PARAMETER PH, SUHU DAN COD DI DALAM
LIMBAH CAIR PADA PENGOLAHAN TEPUNG TAPIOKA DI
PT BERJAYA TAPIOKA INDONESIA**

Oleh

**RIZKA SEPTIARINI
NPM 20733060**

Laporan Tugas Akhir Mahasiswa

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Sebutan

Ahli Madya Teknologi Pangan (A.Md.T.P)

pada

Program Studi Teknologi Pangan

Jurusan Teknologi Pertanian



**POLITEKNIK NEGERI LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

HALAMAN PENGESAHAN

1. **Judul Tugas Akhir** : Evaluasi Parameter pH, Suhu dan COD Di Dalam Limbah Cair Pada Pengolahan Tepung Tapioka di PT Berjaya Tapioka Indonesia
2. **Nama Mahasiswa** : Rizka Septiarini
3. **NPM** : 20733060
4. **Program Studi** : Teknologi Pangan
5. **Jurusan** : Teknologi Pertanian

Menyetujui,

Pembimbing 1

Pembimbing 2

Ir. M. Muslihudin, M. P
NIP. 196009101989031003

Dr. Oktaf Rina, S.Si., M.Si
NIP. 197410022002122002

Ketua Jurusan
Teknologi Pertanian

Didik Kuswadi, S,TP., M.Si
NIP. 196901161994021001

Tanggal Ujian : 16 Agustus 2023

EVALUASI PARAMETER PH, SUHU DAN COD DI DALAM LIMBAH CAIR PADA PENGOLAHAN TEPUNG TAPIOKA DI PT BERJAYA TAPIOKA INDONESIA

Oleh

Rizka Septiarini

ABSTRAK

PT Berjaya Tapioka Indonesia merupakan industri yang bergerak dalam produksi tepung tapioka. Limbah cair tapioka dihasilkan dari proses pengolahan. Pengolahan limbah cair tapioka memiliki 4 tahap yaitu sedimentasi, anaerob, fakultatif, dan aerob. Dalam limbah cair tapioka masih memiliki pH dan kadar COD yang tinggi sehingga diperlukannya untuk mengolah limbah air limbah agar aman jika dibuang ke lingkungan. Pengujian limbah cair tapioka meliputi parameter pH & suhu dengan hasil rerata pada *Inlet* IPAL sebesar 6,76 dan 28,13 °C pada *Outlet* IPAL sebesar 7,68 dan 27,72 °C. Pada *Inlet* IPAL pengujian COD diperoleh rerata hasil sebesar 1993,85 dan pada outlet turun menjadi 112,46 mg/l. Hasil yang telah didapat jika disandingkan dengan Peraturan Daerah No. 11 Tahun 2012 Tentang Standar Baku Mutu Limbah Cair tidak melebihi baku mutu dengan ambang batas pH 6-9, dan COD 200 mg/l yang menandakan bahwa air limbah aman apabila akan dibuang ke lingkungan.

Kata Kunci : Limbah cair, COD, pH, IPAL

EVALUATION OF PH, TEMPERATURE AND COD PARAMETERS IN LIQUID WASTE IN TAPIOCA FLOUR PROCESSING AT PT BERJAYA TAPIOCA INDONESIA

By

Rizka Septiarini

ABSTRACT

PT Berjaya Tapioca Indonesia is an industry engaged in the production of tapioca flour. Tapioca liquid waste is produced from the processing. Tapioca wastewater treatment has 4 stages namely sedimentation, anaerobic, facultative, and aerobic. In tapioca liquid waste, it still has high pH and COD levels, so it is necessary to treat wastewater so that it is safe to dispose of it into the environment. Tapioca liquid waste testing included pH & temperature parameters with average results at the WWTP inlet of 6,76 and 28,13 °C at the WWTP outlet of 7,68 and 27,72 °C. At the WWTP inlet the COD test obtained an average yield of 1993,85 and at the outlet it decreased to 112,46 mg/l. The results that have been obtained when compared with Regional Regulation No. 11 of 2012 Concerning Standards for Liquid Waste Quality Standards not exceeding quality standards with a pH threshold of 6-9, and COD 200 mg/l which indicates that wastewater is safe when it is disposed of into the environment.

RIWAYAT HIDUP

RIZKA SEPTIARINI



Rizka Septiarini lahir pada tanggal 16 September 2001 di Sabang. Penulis merupakan anak kedua dari tiga bersaudara dari pasangan Bapak Dwi Arius Asyanto dan Ibu Sukaesih. Penulis menyelesaikan pendidikan pertamanya di SD Negeri Hanura dan lulus pada tahun 2014. Setelah itu, ia melanjutkan pendidikan di Sekolah Menengah Pertama Negeri 6 Bandar Lampung dan lulus pada tahun 2017. Penulis aktif sebagai anggota osis. Penulis melanjutkan pendidikan di SMK SMTI Bandar Lampung dan selesai pada tahun 2020. Pada tahun 2020, penulis masuk Politeknik Negeri Lampung sebagai mahasiswa Program Studi Teknologi Pangan, Jurusan Pertanian. Selama perkuliahan penulis aktif di Himpunan Mahasiswa Teknologi Pangan. Ini adalah biografi lengkap penulisnya. Jika Anda memiliki suatu kebajikan, saya harap itu memotivasi pembaca.

PERSEMBAHAN

Bismillahirrohmanirrohim....

⁶ Alhamdulillah rabbi 'alamin. Segala puji syukur bagi Allah SWT atas limpahan rahmat, taufiq dan hidayah-Nya kepada penulis beserta keluarga dan saudara lainya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir.

Kupersembahkan karya kecilku kepada....

Cinta pertama dan panutanku, Ayahanda Dwi arius Asiyanto dan pintu surgaku Ibunda Sukaesih. Penulis berterimakasih sebesar-besarnya kepada kedua orang tua ⁶ atas segala bentuk bantuan, semangat dan doa yang diberikan selama ini. Terimakasih atas nasihat yang selalu diberikan meski terkadang pikiran kita tidak sejalan, terimakasih atas kesabaran dan kebesaran hati menghadapi penulis yang keras kepala. Terimakasih sudah menjadi penguat dan pengingat paling hebat.

Kepada kakak dan adikku, Novi Eka Andriani dan Febri Triandini. ⁶ Terimakasih sudah ikut serta dalam proses penulis menempuh Pendidikan selama ini, terimakasih atas semangat, doa dan cinta yang selalu diberikan kepada penulis. Tumbuhlah menjadi versi paling hebat untuk kalian

Dan yang terakhir, terimakasih kepada diri penulis. Tetap bisa berdiri tegap dan bertahan dalam menghadapi ⁶ lika-liku hidup walaupun kadang jenuh dan ingin berhenti.

Almamaterku.

POLITEKNIK NEGERI LAMPUNG

MOTTO

“Maka sesungguhnya Bersama kesulitan ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari suatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain).

Dan hanya kepada TUHAN mu lah engkau berharap”

(QS. AL-Insyirah,6-8)

Segala sesuatu yang baik, selalu datang di saat terbaiknya. Persis waktunya.

Tidak datang lebih cepat, pun tidak lebih lambat. Itulah kenapa rasa sabar itu

harus disertai dengan keyakinan

(Tere Liye)

Hidup yang tidak diperjuangkan tidak akan dimenangkan.

12 KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia kepada kita sehingga terselenggaranya Praktik Kerja Lapangan di PT Tapioka Berjaya Indonesia dapat dilaksanakan dan Laporan Tugas Akhir yang berjudul **“Evaluasi Parameter pH, Suhu dan COD Limbah Cair pada Pengolahan Tepung Tapioka di PT Berjaya Tapioka Indonesia”** dapat diselesaikan.

44
Laporan Tugas Akhir ini ditulis berdasarkan hasil Praktik Kerja Lapangan (PKL) di PT Berjaya Tapioka Indonesia akan diselenggarakan selama empat bulan mulai pada tanggal 20 Februari hingga 16 Juni 2023. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang terlibat atas bimbingan, saran, masukan dan dukungannya. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. M. Muslihudin, M. P, selaku dosen pembimbing 1 yang telah memberi bimbingan dan arahnya dalam proses penyelesaian Laporan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Dr. Oktaf Rina, S.Si., M.Si, selaku dosen pembimbing 2 yang telah memberi bimbingan dan arahnya dalam proses penyelesaian Laporan Tugas Akhir ini.
3. Ibu Dwi Eva Nirmagustina, S.P., M.Si., Ph.D., selaku ketua Program Studi Teknologi Pangan Politeknik Negeri Lampung.
4. Bapak Didik Kuswadi, S,TP., M.Si., selaku ketua Jurusan Teknologi Pertanian Politeknik Negeri Lampung.
5. Bapak Prof. Dr. Ir. Saroni M.Si., selaku Direktur Politeknik Negeri Lampung.
- 56
6. Bapak/ibu dosen dan teknisi Teknologi Pangan yang selalu memberikan ilmu dan bimbingannya selama penulis menempuh Pendidikan di Politeknik Negeri Lampung.
7. Bapak Sahat Khosasi, selaku Direktur PT Berjaya Tapioka Indonesia.
8. Bapak Dwi Yuniarto, selaku HRD PT Berjaya Tapioka Indonesia.

9. Bapak Suhadi Yuwarno, selaku Manager Produksi PT Berjaya Tapioka Indonesia.
 10. Kak Khaleda Sia, selaku pembimbing lapang.
 11. Bapak Syukur Supartono, selaku Manager WWT (*Waste Water Treatmeant*) PT Berjaya Tapioka Indonesia
 12. Pak Aris, Mas Pur, Mas Anang Dan Fahni dan seluruh karyawan yang lainnya yang sudah memberikan bimbingan, saran dan arahan selama melaksanakan Praktik Kerja Lapang.
 13. Seluruh staff, karyawan dan keluarga besar PT Berjaya Tapioka Indonesia.
 14. Cindy, Nurul Dan Desta selaku rekan Praktik kerja lapangan
 15. Sahabat penulis. Mutiara Amelia Safitri, Novita Pratiwi, Cindy Maharani, Tasya Salsabila, Nurul Amalia yang telah banyak membantu dan membersamai proses penulis pendidikan dan dari awal sampai tugas akhir. Terimakasih atas segala bantuan, waktu, support dan kebaikan yang diberikan kepada penulis selama ini. *See you on top, guys.*
 16. Seluruh teman-teman teknologi pangan Angkatan 2020 yang telah berperan banyak memberikan pengalaman dan pembelajaran selama di bangku kuliah ini.
 17. Seluruh pihak yang memberikan bantuan kepada penulis namun tidak dapat disebutkan satu persatu. Terimakasih atas bantuan, doa baik dan semangat yang diberikan kepada penulis selama ini.
- Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan baik pada notasi maupun data yang disajikan dalam penyusunan laporan akhir ini. Oleh karena itu, penulis meminta maaf kepada instruktur pengajar dan dosen Teknologi Pangan Politeknik Negeri Lampung. Penulis berharap laporan ini dapat bermanfaat bagi banyak orang yang membacanya.

Bandar Lampung, 2023

Rizka Septiarini

4
DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	2
1.3 Kontribusi	2
1.4 Keadaan Umum Perusahaan	3
1.4.1 Sejarah Umum Perusahaan	3
1.4.2 Kegiatan Perusahaan	4
1.4.3 Lokasi Dan Tata Letak Perusahaan	5
1.4.4 Visi Dan Misi Perusahaan	5
1.4.5 Struktur Organisasi	6
1.4.6 Tenaga Kerja	7
1.4.7 Kesejahteraan Karyawan	7
II. TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Singkong	9
2.2 Tepung Tapioka	10
2.3 Limbah Cair Produksi Tapioka	11
2.4 Konsep Pengolahan Air Limbah	12

51	2.5 Tahap Pengolahan Air Limbah	12
	2.5.1 Primary Treatment	12
	2.5.2 Secondary Treatment	13
35	2.6 Karakteristik Air Limbah	13
	2.6.1 Karakteristik Fisik	14
	2.6.2 Karakteristik Kimia	16
	2.6.3 Karakteristik Biologi	18
	2.7 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Fermentasi Anaerob	18
	2.8 Bakteri yang Berperan dalam Proses Pengolahan Limbah Cair Tapioka	19
	2.9 Pengolahan Limbah Cair	20
	2.10 Standar Baku Mutu air limbah	22
32	III.METODOLOGI	27
	3.1 Tempat penelitian	27
	3.2 Alat dan bahan	27
	3.2.1 Alat dan bahan Analisa pH dan suhu	27
	3.2.2 Alat dan bahan Analisa kadar COD (Chemical Oxygen Demand)	27
	3.3 Metode Pelaksanaan	27
	3.3.1 Observasi	27
	3.3.2 Wawancara	28
	3.3.3 Studi Pustaka	28
	3.4 Prosedur	28
	3.4.1 Pengambilan Sampel	28
	3.4.2 Analisa pH dan suhu	28
	3.4.3 Analisa Kadar COD (Chemical Oxygen Demand)	29
	IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	32
	4.1 Limbah Hasil Produksi Tepung Tapioka	32
	4.2 Pemetaan Limbah di PT Berjaya Tapioka Indonesia	34
	4.3 Debit dan Beban Pencemaran	38

⁴	V. KESIMPULAN.....	42
	5.1 Kesimpulan	42
	5.2 Saran	42
	DAFTAR PUSTAKA.....	43
	LAMPIRAN	45

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 1. Klasifikasi Suhu Proses Biologis	14
Tabel 2. Standar Baku Mutu	23
Tabel 3. Hasil pengujian pH, Suhu dan COD di PT Berjaya Tapioka Indonesia	36
Tabel 4. Rerata Hasil Uji Dan Baku Mutu	37
Tabel 5. Data Debit Perbulan	38
Tabel 6. Hasil Perhitungan Debit Air Limbah	39
Tabel 7. Hasil Perhitungan Beban Pencemar/hari	40
Tabel 8. Hasil Perhitungan Keseluruhan Beban Pencemaran	40

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 1. Logo PT Berjaya Tapioka Indonesia.....	3
Gambar 2. Lokasi PT Berjaya Tapioka Indonesia	5
Gambar 3. Singkong	9
Gambar 4. Persiapan Sampel	29
Gambar 5. Spektrofotometer Optima SP300	30
Gambar 6. Diagram alir proses pengolahan limbah.....	31
Gambar 7. Skema Pengolahan Limbah Cair PT Berjaya Tapioka Indonesia	34

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
Lampiran 1. Struktur Perusahaan	46
Lampiran 2. Hasil data uji pH, suhu dan COD	46
Lampiran 3. Kolam limbah cair	47
Lampiran 4. Alat dan bahan uji pH, suhu dan COD	48

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Setelah padi dan jagung, umbi-umbian merupakan makanan pokok ketiga terbanyak. Selain itu, umbi berperan besar dalam pangan penduduk, bahan baku industri, dan komponen pangan pakan ternak, serta upaya diversifikasi. Ubi kayu tidak hanya dijadikan pangan masyarakat di Indonesia saja, namun ubi kayu juga banyak diolah di industri rumah tangga dan pabrik tapioka.

Saat ini terdapat dampak positif dan dampak buruk terhadap lingkungan dari pesatnya perkembangan industri di berbagai wilayah di Indonesia. Pemenuhan kebutuhan pokok mempunyai pengaruh yang baik, namun limbah industri dapat memberikan dampak negatif terhadap lingkungan dengan cara mencemarinya. Industri tepung tapioka merupakan salah satu industri yang erat kaitannya dengan permasalahan lingkungan hidup. Sektor tapioka di Indonesia berkembang pesat karena ketersediaannya yang melimpah dan ketersediaan bahan baku yang sangat mudah. Tapioka sebagian besar dibuat dari umbi-umbian dan singkong. Umbi jenis ini tidak memerlukan perawatan khusus dan mudah ditanam di berbagai jenis tanah. Tapioka mempunyai banyak kegunaan. Tapioka banyak dimanfaatkan tidak hanya untuk konsumsi rumah tangga, namun juga di berbagai bidang industri.

Industri tapioka menghasilkan tiga jenis limbah: limbah padat, limbah cair, dan limbah gas. Air limbah industri tapioka mencemari lingkungan jika dibuang ke badan air tanpa pengolahan terlebih dahulu, disebabkan oleh bahan organik seperti karbohidrat yang mudah terurai dan protein yang mengeluarkan bau tidak sedap, serta senyawa anorganik berbahaya seperti CN, nitrit, nitrat, amonia, BOD, COD dan pH yang mencemari lingkungan. Jika limbah ini dibuang ke lingkungan tanpa pengolahan terlebih dahulu, maka akan menimbulkan masalah bagi manusia, flora dan fauna di sekitar. Untuk itu diperlukan pengolahan lebih lanjut sebelum dilepaskan ke badan air.

Di instalasi pengolahan limbah, pengolahan fisik, atau pengolahan awal, terhambat oleh volume partikulat tersuspensi yang terdapat dalam sejumlah besar

sampah. Proses pengolahan secara fisik yang umum dikenal memiliki sedimentasi dan *sand filter* dapat memisahkan padatan sedikit ditanggihkan. Pemisahan padatan tersuspensi sangat penting karena memudahkan proses selanjutnya.

Kebutuhan air bersih dan keberadaan ekosistem kehidupan sangat bergantung pada pengolahan air limbah. Karakteristik air limbah segar juga berlaku pada air limbah tapioka, dengan kisaran pH 6-6,5 dan COD 4.000-30.000 mg/L. Air limbah harus memenuhi persyaratan PERDA No. 11 Tahun 2012 tentang Baku Mutu Air Limbah sebelum dibuang ke lingkungan. Diantaranya COD 200 mg/L, BOD 100 mg/L, TS 100 mg/L, sianida 0,2 mg/L, pH 6-9 dan debit air 30 m³/ton limbah produksi. Untuk memastikan bahwa air limbah yang dibuang ke lingkungan memenuhi baku mutu yang ditentukan, maka air limbah tersebut harus dianalisis.

1.2 Tujuan

Tujuan dari laporan Tugas Akhir ini adalah untuk:

1. Mempelajari cara pengolahan limbah cair di PT Berjaya Tapioka Indonesia.
2. Mengevaluasi parameter mutu limbah cair di outlet IPAL di PT Berjaya Tapioka Indonesia.
3. Menghitung Beban pencemaran limbah cair yang dihasilkan.

1.3 Kontribusi

Kontribusi yang dapat penulis berikan dalam Tugas Akhir ini adalah:

1. Bagi penulis, diharapkan dapat memperluas pengetahuan dan pengalaman kerja dalam Pengolahan Limbah Cair yang sesuai dengan peraturan pemerintah selama kegiatan Praktik Kerja Lapangan (PKL). Bagi perusahaan, diharapkan dapat memberikan wawasan bagi mahasiswa PKL, mahasiswa Politeknik Negeri Lampung dan pembaca mengenai Evaluasi Parameter pH, Suhu dan COD di dalam Limbah Cair Pada Pengolahan Tepung Tapioka Di PT Berjaya Tapioka Indonesia.
2. Bagi pihak lainnya, diharapkan tugas akhir ini dapat memberikan tambahan sumber informasi dan dapat menjadi referensi sumber inspirasi yang berguna bagi mahasiswa, masyarakat umum dan pemangku kepentingan lainnya dalam pengelolaan limbah cair.

1.4 Keadaan Umum Perusahaan

1.4.1 Sejarah Umum Perusahaan

PT Berjaya Tapioka Indonesia merupakan penghasil tepung tapioka yang memakai bahan baku singkong. Bahan baku berupa singkong dalam proses produksinya tersedia dari petani singkong internal maupun eksternal. Perusahaan tapioka menggunakan mesin canggih dan teknologi mutakhir untuk mencapai tujuan produksi mereka. Logo PT Berjaya Tapioka Indonesia ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Logo PT Berjaya Tapioka Indonesia

PT Berjaya Tapioka Indonesia didirikan pada tanggal 14 Mei 2014 sebagai produsen Tepung Tapioka. tepung tapioka. Menggunakan teknologi terkini dan dioperasikan oleh para tenaga profesional berpengalaman dan menjalani kontrol kualitas yang ketat. PT Berjaya Tapioka Indonesia memproduksi tepung tapioka kualitas terbaik & halal di Indonesia dengan kapasitas hingga 300 ton per hari di dua pabrik di lokasi berbeda di provinsi Lampung, memastikan pasokan tidak terputus ke pelanggan.

1.4.2 Kegiatan Perusahaan

PT Berjaya Tapioka Indonesia merupakan perusahaan yang bergerak di bidang produksi tepung singkong yang biasa dikenal dengan tepung tapioka. Adapun cara pengolahan tepung tapioka sebagai berikut :

a. Bahan baku

Ubi kayu digunakan sebagai bahan baku tepung tapioka berkualitas tinggi

b. Pengupasan kulit

Ubi kayu dipisahkan dari kulit, Industri besar tapioka memadukan proses pengupasan kulit dan pencucian dalam satu operasi.

c. Pencucian

Mencuci singkong yang sudah dikupas hingga bersih dengan air bersih untuk menghilangkan kotoran dari sisa tanah. Air bekas cucian dialirkan ke instalasi pengolahan limbah. Pada tahap ini dihasilkan limbah cair berupa air cucian yang mengandung tanah.

d. Pemotongan

Setelah singkong dibersihkan, dilakukan tahap pemotongan untuk memperkecil ukurannya agar hasil maksimal.

e. Pamarutan

Pada skala industri, parutan semi mekanis yang digerakkan oleh generator digunakan untuk menghasilkan tumbukan singkong yang lembut.

f. Ekstraksi

Tambahkan air ke ampas singkong dan saring melalui saringan. Pati yang dihasilkan dikumpulkan dalam tangki, dan ampas yang dihasilkan dikeringkan kemudian digunakan sebagai pakan ternak.

g. Pengendapan

Pati yang terekstraksi mengendap di tangki dan air di atas sedimen dialirkan ke tangki penyimpan limbah cair. Endapan setengah cair tepung tapioka mengandung kadar air 40%.

h. Pengovenan

Tujuan dari oven adalah untuk menguapkan kelembapan untuk menghasilkan tepung tapioka kering.

i. Pengayakan

Tujuan dari pengayakan ini adalah untuk memperoleh tepung dengan ukuran yang seragam. Proses pengayakan juga digunakan sebagai alat pembersih dan digunakan untuk memisahkan kotoran dengan ukuran berbeda dari bahan mentah.

1.4.3 Lokasi Dan Tata Letak Perusahaan

PT Berjaya Tapioka Indonesia ini terletak di Jalan Raya Kota Gajah km. 7, Desa Kedaton Induk, Kec. Batanghari Nuban, Kab. Lampung Timur. Letak

perusahaan berada didekat jalan raya. Lokasi PT Berjaya Tapioka Indonesia dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Lokasi PT Berjaya Tapioka Indonesia

1.4.4 Visi Dan Misi Perusahaan

1. Visi

Menjadi penghasil tepung tapioka nasional yang terbaik.

2. Misi

- a. Menghasilkan tepung tapioka yang bermutu tinggi. Memberikan lapangan kerja bagi masyarakat sekitarnya dan selalu menjaga lingkungan alam sekitarnya.
- b. Mengembangkan distribusi di tingkat nasional dan internasional.

1.4.5 Struktur Organisasi

PT Berjaya Tapioka Indonesia memiliki struktur organisasi yang fungsional, mengelompokkan karyawan sesuai dengan keahliannya. Setiap bagian menyatukan orang-orang yang berbagi keterampilan dan tanggung jawab yang sama. Struktur organisasi PT Berjaya Tapioka Indonesia terdiri dari Direktur, *Finance Accounting*, *Produksi Maintenance*, *HR & GA*, *Purchasing*, logistik, *Quality Control & Waste Water Treatment*. Masing-masing unsur dalam perusahaan tersebut memiliki tugas sebagai berikut :

1. Direktur

Bertugas mengarahkan perusahaan sesuai dengan kepentingan dan tujuan perusahaan serta mengembangkan strategi bisnis sesuai dengan kepentingan perusahaan.

2. *Finance Accounting*

Seorang manajer keuangan bertanggung jawab untuk merencanakan dan mengelola anggaran keuangan, menyiapkan laporan keuangan, memastikan transaksi dilakukan dengan baik, dan mengelola arus kas perusahaan..

3. *Produksi Maintenance*

Bertanggung jawab atas pengawasan teknis untuk menjaga kelancaran proses produksi alat dan mesin, serta bertanggung jawab atas pemeriksaan rutin mesin, perbaikan masalah kerusakan, pemeliharaan peralatan dan penyusunan laporan hasil produksi.

4. *HR & GA*

Bertanggung jawab atas pengembangan dan perencanaan personel, tujuan dan prosedur pelaksanaan. Bertanggung jawab untuk merencanakan, mengatur dan memantau kebijakan dan kegiatan Departemen Sumber Daya Manusia. Selain mengembangkan dan mengelola rencana personalia.

5. *Purchasing*

Memiliki tugas membuat PO (Purchase Orders), mencetaknya dan mengirimkannya ke pemasok untuk memastikan kelancaran proses pembelian sesuai jadwal dan spesifikasi yang diinginkan.

6. *Logistik*

Mempunyai tugas mendistribusikan dan menyimpan stok barang ataupun gudang, melaksanakan dan mengendalikan proses penyimpanan barang, dan mendistribusikan produk ke konsumen.

7. *Quality Control (QC) & Waste Water Treatment (WWT)*

Quality Control berperan dalam tindakan pengendalian atau pemantauan pada setiap produk yang dihasilkan. Sedangkan tugas *WWT* yaitu mengelola kondisi air limbah sesuai standar kualitas yang ditetapkan dan pemantauan teknis, menjaga kelancaran proses produksi baik alat maupun mesin, memeriksa mesin secara berkala, memecahkan masalah berdasarkan pekerjaan, dan menyelesaikan Kontrak Penerimaan dan Pembayaran Berulang atau Bulanan. Karyawan tetap diberi pangkat, golongan dan gaji seperti kepala seksi, wakil kepala seksi, quality control, supervisor, dan staf. Karyawan tidak tetap merupakan karyawan yang

bekerja seperti karyawan Borongan, karyawan bulanan kontrak dan karyawan harian.

1.4.6 Tenaga Kerja

Seorang pekerja atau pegawai PT Berjaya Tapioka Indonesia bekerja 6 hari selama seminggu dari Senin sampai Sabtu. Seorang karyawan mempunyai satu hari libur dalam seminggu, yaitu hari Minggu. Dari Senin hingga Jumat, seorang karyawan bekerja mulai pukul 08.30 hingga 16.30 (WIB) dan pukul 12.00 hingga 13.00 (WIB) mendapat satu jam untuk istirahat. Pada hari Sabtu, karyawan tersebut bekerja pada pukul 08.30 hingga 14.30 WIB, dan waktu istirahatnya adalah satu jam

1.4.7 Kesejahteraan Karyawan

Dalam memenuhi kesejahteraan karyawan PT Berjaya Tapioka Indonesia memberi berbagai macam fasilitas kepada pekerja meliputi sebagai berikut :

1. BPJS

Seluruh karyawan di PT Berjaya Tapioka Indonesia diikut sertakan dalam program jaminan social badan penyelenggara Jaminan Sosial (BPJS). Bentuk pemeliharaan kesehatan tersebut meliputi bantuan pengobatan, perawatan rumah sakit, dan keluarga karyawan.

2. Cuti

PT. Berjaya Tapioka Indonesia memiliki ketetapan perihal hak cuti bagi seluruh karyawan yaitu selama 12 hari dalam 1 tahun.hak cuti dapat diambil kapan saja.

3. Bonus Tahunan

PT Berjaya Tapioka Indonesia memberikan tunjangan kepada karyawannya berupa Tunjangan Hari Raya (THR) setara dengan satu bulan gaji pokok.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Singkong

Singkong merupakan tanaman pangan terbesar ketiga di Indonesia setelah padi dan jagung, serta merupakan sumber kalori termurah dan termudah (Mustafa, 2015). Singkong juga mempunyai nilai strategis yang tinggi dalam upaya pengembangan agribisnis, khususnya industri pengolahan yang membutuhkan singkong mentah untuk tujuan ekspor. Oleh karena itu, budidaya singkong yang dikaitkan dengan pertanian dan agrobisnis sangat penting bagi pendapatan masyarakat, lapangan kerja, perdagangan valuta asing, serta penyediaan bahan baku industri dan pembangunan daerah. Singkong (*Manihot esculenta* Crantz), ditunjukkan pada Gambar 3



Gambar 3. Singkong

Singkong merupakan tanaman yang sudah dikenal masyarakat Indonesia. Singkong ditanam hampir di seluruh provinsi di Indonesia. Singkong mudah ditanam, tumbuh di tanah yang relatif tandus, dan hanya memerlukan sedikit pupuk atau pestisida. Ciri khas singkong adalah tidak tahan lama dalam keadaan mentah. Oleh karena itu, apabila singkong dijual harus diolah menjadi bentuk lain yang lebih tahan lama seperti singkong, tepung tapioka, tapai, puum, keripik singkong (Lingga, Pinus, 1992). Singkong merupakan salah satu tanaman pangan potensial yang tersebar luas di Indonesia pada umumnya dan Provinsi Lampung pada khususnya. Berdasarkan data luas panen, produktivitas dan produksi singkong tahun 2008, Provinsi Lampung merupakan daerah penghasil singkong terbanyak di

Indonesia dalam hal luas panen, produktivitas dan produksi singkong sebesar 318.969 hektar, 242,09 kwuintal. Produksi singkong sebesar 7.721.882 ton (Hidayat dkk, 2012).

2.2 Tepung Tapioka

Tepung tapioka merupakan pati yang terbuat dari umbi singkong yang dikeringkan dan digiling. Tepung tapioka merupakan produk olahan singkong yang mempunyai potensi pasar yang sangat besar (Suprpti, 2009). Tepung tapioka dibuat dengan cara menggiling singkong dan membuang kulitnya. Ubi kayu tergolong polisakarida bertepung dengan kandungan amilopektin tinggi namun lebih rendah dibandingkan beras ketan, mengandung 83% amilopektin dan 17% amilosa, sedangkan buahnya mengandung selulosa dan pektin (Winarno, 2004).

Rata-rata komposisi umbi tanpa kulit adalah:

- a. Air : 65%
- b. Pati : 32%
- c. Protein : 1%
- d. Lemak : 0,4%
- e. Serat 0,8%
- f. Abu : 0,4%

Selain pati, singkong juga mengandung gula dan sianida. Beberapa asam sianat ini ada dalam bentuk senyawa yang dilepaskan ketika sel dipecah oleh asam enzimatik. Proses pemisahan atau pengambilan pati dari umbi diawali dengan pencucian dan pengupasan. Karena struktur akar tanaman singkong yang unik, pengupasannya mudah dilakukan oleh perempuan dan dapat dilakukan di lahan pertanian kecil.

Tapioka umumnya digunakan sebagai pengental dan pengikat dalam industri makanan. Sebaliknya, ampas tapioka umumnya digunakan dalam pakan ternak. Secara umum orang Indonesia mengenal dua jenis tapioka yaitu tapioka berbutir kasar dan tapioka halus. Tapioka kasar masih mengandung gumpalan dan butiran singkong kasar, sedangkan tapioka halus merupakan hasil pengolahan lebih lanjut dan tidak mengandung gumpalan lagi.

2.3 Limbah Cair Produksi Tapioka

Limbah cair industri tapioka dihasilkan pada saat proses pembuatan, pada saat pencucian bahan baku, saat berlangsungnya proses pemisahan pati dan air, atau pada saat proses pengendapan. Pada saat singkong dikupas, dihasilkan limbah padat berupa kotoran dan kulit dan pada tahap ekstraksi dihasilkan ampas dan pati. Penanganan limbah padat dan cair yang tidak tepat akan menghasilkan gas yang dapat mencemari udara.

Proses pencucian dan sedimentasi yaitu tahapan proses yang melibatkan air dan menghasilkan limbah cair dengan konsentrasi bahan tersuspensi kasar dan halus tertinggi. Oleh karena itu, limbah cair dinilai memiliki nilai COD, BOD, dan TSS yang tinggi.

Limbah cair tepung tapioka bisa menimbulkan bau yang tidak sedap. Hal ini dikarenakan tingginya kandungan mikroba pada limbah cair. Zat khas dalam air limbah tapioka adalah sianida beracun. Menurut (Sarajar dkk, 2018), racun pada limbah tapioka berupa hidrogen sianida atau HCN. Zat ini berasal dari daging umbi dan kulit singkong. Racunnya tidak sendiri, melainkan terikat dalam rantai sianoglikosida yang mengandung glukosa, aseton, dan HCN. Limbah industri tapioka segar berwarna putih kekuningan, sedangkan limbah busuk berwarna abu-abu tua.

Kekeruhan limbah disebabkan oleh adanya bahan organik seperti pati terlarut, mikroorganisme, dan koloid lain yang tidak mudah mengendap. Penggunaan 1.000 kg singkong bersih dan dikupas (kandungan bahan kering 35%) dapat menghasilkan 514 kg limbah cair (Sangyoka dkk, 2007). Apabila limbah industri tapioka tidak ditangani dengan baik maka dapat timbul berbagai permasalahan, seperti:

- a. Penyakit, misalnya gatal-gatal
- b. Memiliki bau yang tidak sedap
- c. Mencemari perairan sungai sehingga menyebabkan ikan mati.

2.4 Konsep Pengolahan Air Limbah

Ada beberapa cara untuk menerapkan sistem pengolahan air limbah dengan benar. Namun, ada beberapa proses untuk melakukan pengolahan air limbah. Berikut merupakan beberapa persyaratan pengolahan air limbah sebagai berikut:

1. Tidak mencemari sumber mata air minum.
2. Tidak mengakibatkan pencemaran air.
3. Tidak mencemari kehidupan hewan dan tumbuhan yang hidup di air.
4. Tidak dicemari melalui serangga ataupun binatang lainnya yang dapat menimbulkan penyakit.
5. Tidak dibiarkan dalam keadaan terbuka dan harus tertutup rapat.
6. Tidak menimbulkan aroma/bau yang tidak sedap (Chandra,2006)

2.5 Tahap Pengolahan Air Limbah

Pengolahan air limbah secara fasilitas biasanya dilakukan di instalasi pengolahan limbah dengan proses pengolahan yang dikelompokkan. Proses pengolahan air limbah diklasifikasikan menjadi pengolahan pertama (pengolahan primer), pengolahan kedua (pengolahan sekunder), dan pengolahan ketiga (pengolahan tersier).

2.5.1 Primary Treatment

Pengolahan pertama (primary treatment) bertujuan untuk memisahkan padatan dari air secara fisik dengan melewati air limbah melalui saringan (filter) dan bak sedimentasi (*sedimentation tank*)

a. Penyaringan (Filtration)

Kegiatan industri limbah cair mengakibatkan perlunya penyaringan yang bertujuan untuk mereduksi lumpur padat atau campuran dan partikel koloid dengan cara melewati limbah melalui media berpori. Kontaminan juga dapat mempengaruhi efisiensi fasilitas pengolahan limbah lainnya karena dapat menyebabkan pendangkalan air yang masuk.

⁸ b. Pengendapan (*Sedimentation*)

Terjadinya pengendapan pada limbah hasil dari kegiatan industri tapioka ini dilakukan dengan cara pengendapan yang bertujuan untuk memudahkan pemisahan antara zat pada dan zat cair.

2.5.2 Secondary Treatment

Pengolahan kedua (pengolahan sekunder) bertujuan untuk menghilangkan koloid yang terkandung dalam cairan limbah dan menstabilkan bahan organik melalui proses dekomposisi aerobik dan anaerob.

a. Proses Aerob

Pada proses aerobik, mikroorganisme menggunakan oksigen sebagai akseptor elektron untuk menguraikan bahan organik dalam limbah cair, yang kemudian diurai oleh lumpur aktif yang banyak mengandung bakteri pengurai. Dalam proses aerob ini sangat penting untuk menambahkan bakteri dan menambahkan oksigen untuk mendapatkan hasil yang sempurna dari proses aerob

b. Proses Anaerob

Pada proses anaerob menggunakan stabilisasi lumpur dalam pengolahan air limbah dan berbagai pengolahan limbah industri, bahan organik dalam air limbah yang dijelaskan tidak menggunakan oksigen sebagai bahan pengurai. Hasil akhir utama dari proses anaerob adalah biogas (campuran metana dan karbon dioksida), uap air, dan sejumlah lumpur berlebih.

¹ 2.6 Karakteristik Air Limbah

Prinsip dasar pengolahan air limbah adalah menghilangkan atau bahkan mengurangi kontaminan yang terkandung dalam air limbah (Mara, 1978). Untuk itu perlu diketahui sifat-sifat yang terkandung dalam air limbah. Sifat-sifat air limbah menentukan cara pengolahan yang tepat agar tidak mencemari lingkungan. Kualitas air limbah dapat diklasifikasikan menjadi tiga karakteristik: fisik, kimia dan biologis.

2.6.1 Karakteristik Fisik

a) Suhu

Suhu adalah ukuran seberapa panas atau dinginnya air limbah. Suhu merupakan parameter yang sangat penting karena mempengaruhi reaksi kimia, laju reaksi, umur organisme akuatik dan penggunaan air dalam berbagai aktivitas sehari-hari. Terjadinya reaksi kimia dan penurunan kandungan oksigen pada permukaan air dengan meningkatnya suhu dapat menyebabkan penurunan konsentrasi oksigen terlarut dalam air limbah. (Metcalf dan Eddy, 2003). Tabel di bawah ini menjelaskan klasifikasi suhu proses biologis berdasarkan Tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi Suhu Proses Biologis

Tipe	Suhu (°C)	Suhu Optimum (°C)
Psichophilic	10-30	12-18
Mesophilic	20-50	25-40
Thermophilic	35-75	55-65

Sumber: Metcalf & Eddy, 2003

Suhu air limbah biasanya lebih tinggi dibandingkan suhu air keran karena adanya penambahan air panas dari rumah dan pabrik. Secara khusus, pelepasan panas air limbah lebih tinggi dibandingkan udara, kecuali pada musim panas. Dalam keadaan normal, suhu air mengikuti suhu udara.

Suhu air merupakan parameter yang sangat penting karena mempengaruhi reaksi kimia, laju reaksi, umur organisme akuatik dan penggunaan air dalam berbagai aktivitas. Misalnya, industri yang menggunakan air permukaan untuk pendinginan proses sangat memperhatikan suhu. Selain itu, air panas memiliki lebih sedikit oksigen terlarut dibandingkan air dingin. Kombinasi percepatan reaksi biokimia dan penurunan jumlah oksigen di permukaan bumi menyebabkan kadar oksigen terlarut (DO) turun secara signifikan di musim panas, menyebabkan kematian organisme air dan tumbuhnya tanaman air yang tidak diinginkan seperti tanaman air atau alga.

Suhu optimum untuk aktivitas bakteri berada pada kisaran 25-35°C. *Aerobic digestion* dan nitrifikasi berhenti jika temperatur mencapai 50°C. jika temperatur turun hingga 15°C, bakteri penghasil gas metan menjadi tidak aktif. Dan jika temperatur mencapai 5°C, bakteri Autotof nitrifikasi menjadi tidak berfungsi. Pada

temperatur 2 °C bakteri Kemototrof yang berfungsi dalam material berkarbon juga mengalami dorman.

b) Padatan

Padatan total adalah seluruh bahan yang terkandung setelah sampel air dipanaskan pada suhu 103°C hingga 105°C selama kurang lebih 1 jam. Total padatan terdiri dari total padatan terlarut dan total padatan tersuspensi.

1) TSS (Total Suspended Solid)

Padatan tersuspensi total adalah partikel anorganik, organik, dan cair yang tidak dapat bercampur dengan air. Padatan tersuspensi merupakan tempat terjadinya reaksi kimia heterogen yang dapat berperan sebagai bahan pengendapan awal dan mengganggu kemampuan badan air untuk membentuk bahan organik. (Intan R, 2012).

2) TDS (Total Dissolved Solid)

Total padatan terlarut merupakan bagian dari total padatan yang berupa padatan terlarut. Umumnya, analisis total padatan terlarut melibatkan penyaringan air limbah, dengan memindahkan air yang disaring ke gelas kimia, dan menimbanginya hingga berat konstan. Gelas kimia yang berisi padatan terlarut dimasukkan ke dalam oven bersuhu 180°C, kemudian dipindahkan ke oven, dikeringkan dan ditimbang.

c) Warna

Warna dibedakan menjadi true color dan apparent color. True color atau warna sejati adalah warna yang diakibatkan oleh material koloidan berasal dari penguraian zat organik, seperti zat humus, lignin dan asam organik lainnya. Sedangkan apparent color atau warna semua adalah warna yang diakibatkan oleh materi tersuspensi, seperti red clay soil, pemakaian zat warna oleh industri, pewarna makanan, cat dan lainnya. (Sawyer, CN, 2003)

d) Turbiditas atau Kekeruhan

Kekeruhan diukur sebagai rasio intensitas cahaya yang dipancarkan dari sampel limbah dengan yang dipancarkan dari suspensi standar dengan konsentrasi yang sama.

2.6.2 Karakteristik Kimia

a. Keasaman / pH

Nilai pH adalah nilai keasaman air. pH mempengaruhi kelangsungan hidup organisme perairan. Tingkat pH suatu perairan dapat digunakan sebagai indikator keseimbangan unsur kimia dan nutrisi yang bermanfaat bagi kehidupan perairan

b. Alkalinitas

Alkalinitas menggambarkan kemampuan air untuk menetralkan asam. Alkalinitas adalah suatu parameter kimia yang menunjukkan jumlah ion karbonat dan bikarbonat yang mengikat logam alkali tanah pada perairan.

c. Oksigen Terlarut / Dissolved Oxygen (DO)

DO adalah tingkat oksigen terlarut yang dibutuhkan untuk respirasi aerobik mikroba. Oksigen terlarut dalam air sangat bergantung pada suhu dan salinitas. Penambahan oksigen pada limbah cair dapat dilakukan dengan memasukkan udara ke dalam air limbah, misalnya dengan memaksa air naik hingga bersentuhan dengan oksigen menggunakan aerator. (Sugiharuto, 1997). Air dengan konsentrasi DO yang tinggi memiliki kapasitas oksidasi yang tinggi, dan air dengan konsentrasi DO yang rendah memiliki kandungan kontaminan (bahan organik) yang tinggi. Kandungan oksigen penting bagi kelangsungan hidup organisme perairan, sehingga pengukuran kandungan oksigen dalam air berfungsi sebagai ukuran kualitas air limbah. Oleh karena itu analisis DO merupakan kunci untuk menentukan tingkat kontaminasi pada badan air.

d. Bau

Bau yang ditimbulkan oleh air limbah adalah tanda dari adanya pelepasan gas berbau seperti H_2S . gas ini ada karena penguraian zat organik sulfat atau belerang pada kondisi minim oksigen. (Metcalf and Eddy, 2003).

e. BOD (Biochemical Oxygen Demand)

BOD didefinisikan sebagai jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk menstabilkan materi organik yang dapat terdekomposisi di bawah kondisi aerobik (Sawyer CN, 2003)

f. COD (Chemical Oxygen Demand)

COD adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi senyawa organik secara kimia. Hasil analisis COD menunjukkan adanya kandungan

senyawa organik pada air limbah. Ada beberapa alasan untuk melakukan analisis COD air limbah (Metcalf & Eddy, 2003).

- 1) Ada beberapa zat yang tidak dapat dioksidasi secara biologis, seperti glukosa dan lignin yang teroksidasi secara kimia.
- 2) Nilai COD yang tinggi disebabkan oleh konsentrasi yang tinggi.
- 3) Bahan organik teroksidasi oleh dikromat.

g. Nitrogen

Bentuk nitrogen dalam air limbah termasuk nitrogen organik, amonia, nitrit, nitrat, dan gas nitrogen. (Hammer dan Hammer Jr, 2008). Nitrogen merupakan senyawa penting dalam sintesis protein. Pengolahan air limbah secara biologis biasanya melibatkan pengukuran kadar nitrogen dan fosfor, yang merupakan faktor penting bagi pertumbuhan alga dan organisme lainnya.

h. Minyak dan Lemak

Minyak dan lemak bersifat cair. Keduanya terdiri dari karbon dan hidrogen dan tidak larut dalam air. Sifat minyak dan lemak relatif stabil dan tidak mudah terurai oleh bakteri. Pengolahan air limbah memerlukan penghilangan minyak dan lemak tanpa mengganggu organisme hidup dan ekosistem perairan penerima air.

2.6.3 Karakteristik Biologi

Dalam air limbah, sifat biologis merupakan dasar untuk memerangi penyakit yang disebabkan oleh patogen. Misalnya, bakteri dan mikroorganisme lain terlibat dalam degradasi dan stabilisasi senyawa organik. Bakteri yang terkandung dalam limbah antara lain bakteri aerob, bakteri anaerob, dan bakteri fakultatif.

2.7 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Fermentasi Anaerobik

a. Suhu

Suhu merupakan salah satu parameter penting dalam proses fermentasi anaerobik. Proses produksi biogas berlangsung dalam dua rentang suhu: rentang suhu mesofilik dan rentang waktu termofilik. Sebagian besar proses fermentasi anaerobik dilakukan pada suhu mesofilik, yaitu pada kisaran suhu 28-45 °C, dengan kisaran suhu optimum 35-40 °C. Namun proses fermentasi juga dapat dilakukan pada kisaran suhu 45-65 °C, kisaran suhu optimum adalah 55-60 °C.

b. Derajat Keasaman / pH

Kisaran pH optimal untuk mikroorganisme non-metanogenik adalah 5 hingga 8,5. Sedangkan kisaran pH optimal untuk mikroorganisme metanogenik adalah 7-7,2. Mikroorganisme metanogenik sangat sensitif terhadap perubahan pH. Organisme ini mati karena keracunan ketika pH turun melebihi umurnya. Proses fermentasi anaerobik umumnya paling baik dilakukan pada kisaran pH netral.

c. Nutrisi dan umpan

Sel mikroba biasanya mengandung C, N, P, dan S dengan perbandingan 100:10:1:1 (Price, 1981). Rasio C/N-nya untuk tapioka adalah 80:1, sedangkan rasio C/N optimal untuk produksi biogas adalah 20-30:1. Jika rasio C/N terlalu tinggi maka fermentasi akan lebih cepat, namun limbah yang dihasilkan terlalu banyak mengandung nitrogen. Sebaliknya, jika rasio C/N terlalu rendah, maka terlalu banyak nitrogen yang tersisa dalam bentuk amonia, yang dapat meracuni mikroorganisme.

d. Kadar Bahan Kering

Jika kandungan bahan keringnya mencukupi, maka aktivitas mikroba juga akan optimal. Proses pembentukan biogas mencapai titik optimum pada konsentrasi bahan kering dalam air sebesar 0,26 kg/L.

e. Pengadukan

Pengadukan dilakukan untuk mendapatkan campuran substrat yang homogen dengan ukuran partikel yang kecil. Pengadukan selama proses dekomposisi untuk mencegah timbulnya benda-benda mengapung pada permukaan cairan dan berfungsi mencampur bakteri metanogen dengan substrat dan memberikan kondisi temperatur yang seragam dalam biodigester.

f. Zat racun (toxic)

Proses fermentasi anaerobik kadang-kadang terganggu karena kehadiran zat racun (toxic). Zat-zat ini bisa berupa garam, senyawa organik tertentu dan kandungan logam-logam dalam umpan. Konsentrasi penghambat pertumbuhan mikroorganisme.

2.8 Bakteri Yang Berperan dalam Proses Pengolahan Limbah Cair Tapioka

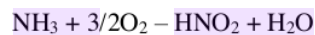
Bakteri adalah mikroorganisme satu sel. Di dalam sel bakteri, bahan organik/substrat berdifusi ke dalam sel dan diambil sebagai makanan. Bakteri

berkembang biak ketika makanan dan nutrisi yang cukup tersedia dan kondisi lingkungan mendukung. Bakteri ada di tanah, air dan udara. Ukuran sel bakteri berkisar antara 0,5 hingga 3,0 mikron, tetapi dapat mencapai 15 mikron. Berbagai jenis bakteri yang ditemukan dalam perawatan biologis, dll (Tchobanoglous dan Burton, 2003):

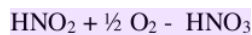
3 1. Bakteri Nitrifikasi

Bakteri Nitrifikasi berperan dalam proses nitrifikasi. Terdapat 2 macam bakteri nitrifikasi yaitu :

- 3
a. Bakteri *nitrosomonas*, yang berfungsi membentuk nitrit



- b. Bakteri nitro, yang berfungsi membentuk nitrat



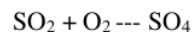
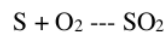
2. Bakteri Denitrifikasi

Bakteri denitrifikasi mempunyai fungsi yang berlawanan dengan bakteri nitrifikasi. Bakteri ini berperan mengubah nitrat dan nitrit menjadi N_2 .

3 3. Bakteri pereduksi sulfat

Bakteri ini berfungsi untuk mereduksi sulfat yaitu mereduksi SO_4^{2-} menjadi Sulfida (S) disebut juga sebagai *sulphate reducing bacteria* (SRB). Contoh *Desulfovibrio*.

- 11
4. Bakteri pengoksidasi sulfur (*Thiobacillus thiooxidans*). Bakteri ini mengoksidasi sulfur dan sulfida menjadi ion sulfat.



- 11
5. Bakteri penghidrolisis lipid. Bakteri penghidrolisis lipid mempunyai tugas menghidrolisis molekul lipid menjadi gliserol dan asam lemak (lipid acid).

Contoh: *Bacillus cereus*.

6. Bakteri penghidrolisa urea. Bakteri penghidrolisa urea berfungsi menghidrolisa urea menjadi NH_3OH . Contoh: *Proteus vulgaris*

7. Bakteri yang mengkonsumsi hidrokarbon. Bakteri ini memecah rantai hidrokarbon menjadi asam organik, alkohol, dan aseton. Contoh: *Pseudomonas*.

8. Bakteri Fermentasi. Bakteri fermentatif bertanggung jawab untuk menghidrolisis polisakarida menjadi mono atau disakarida, asam organik, dan alkohol. Contoh: *Bacillus subtilis*.

2.9 Pengolahan Limbah Cair

PT Berjaya Tapioka Indonesia memiliki beberapa tahapan dalam melakukan pengolahan limbah cair yaitu sebagai berikut: sedimentasi, anaerob, fakultatif dan aerob penanganan limbah tersebut diolah dengan cara fisika dan biologi. Namun, dalam pengolahan limbah cair, tetapi diutamakan pada pengolahan biologis. Pasalnya, pengolahan biologis ini secara biologis mendegradasi konsentrasi komponen organik dan anorganik dalam air limbah dan sistem pengolahan air limbah dengan bantuan mikroorganisme bakteri. Ada beberapa tahanan untuk penanganan limbah cair yaitu :

- 1) Proses secara fisika (Sedimentasi) kolam 1

Tujuan dari pengolahan ini adalah untuk menghilangkan atau memisahkan kontaminan tersuspensi dalam bentuk padat dari air limbah. Hal ini dilakukan dengan dua metode, filtrasi dan sedimentasi. Proses filtrasi bertujuan untuk memisahkan padatan tersuspensi atau tersuspensi yang berukuran relatif besar, sedangkan proses sedimentasi bertujuan untuk memisahkan padatan secara gravitasi (Indrayani & Rahmah, 2018). Efektivitas proses sedimentasi untuk memisahkan partikel padat dipengaruhi oleh bilangan Reynolds dan bilangan Froude. (Asmadi & Suharno, 2012).

- 2) Pengolahan secara biologis

Proses ini menggunakan mikroorganisme di dalam air untuk memecah kontaminan. Pengolahan air limbah secara biologis dianggap sebagai pengolahan yang paling hemat biaya dan efisien (Indrayani & Rahmah, 2018)

- a.) Proses pengolahan secara anaerob

Proses pengolahan air limbah biologis dapat dilakukan dalam kondisi anaerob dan aerob. Proses biologis anaerob dengan kondisi pengolahan air limbah tidak memerlukan udara (kepad udara) atau oksigen. Proses dalam kondisi anaerob dapat rusak atau tidak berfungsi jika masuknya atau tercampurnya oksigen di dalam reaktor. Hal ini terjadi karena kondisi anaerob memerlukan aktivitas bakteri

metanogenik. Metanogen terdiri dari bakteri penghasil gas yang tidak dianggap sebagai oksidan metana. (Sari, R.P dkk, 2018).

b) Proses biologis aerob

Dengan kata lain proses ini adalah proses yang terjadi secara biologis dan oksigen digunakan dalam proses ini. Pada proses aerob dilakukan proses pemurnian air dan memakai proses aerasi untuk menambahkan udara atau oksigen kedalam kontak yang dekat, menggunakan aerator. Pemanfaatan aktivitas bakteri aerob ini tidak memberikan dampak pencemaran terhadap lingkungan. Proses secara aerob air limbah ini akan mudah untuk kontak dengan udara bebas dan mudah kontak dengan sinar matahari.

c) Proses biologis secara fakultatif

Yaitu menunjukkan pada gabungan kondisi aerob dan anaerob dalam tahap ini mikroorganisme masih bisa hidup dengan sedikit adanya oksigen. Kondisi aerob ini terjadi di lapisan atas proses yang terjadi dikolam ini adalah zat organik yang terlarut dalam air, yang dioksidasi oleh bakteri aerob dan fakultatif menggunakan O₂ yang dihasilkan oleh alga yang tumbuh di permukaan air. Sebaliknya, di bagian bawah, kondisi anaerob terjadi dan bahan organik dalam air limbah terurai.

Untuk mengatasi permasalahan air limbah industri dan kandungan tepung tapioka, maka perlu dibangun instalasi pengolahan air limbah (IPAL). Tujuan utama dari instalasi pengolahan limbah (IPAL) adalah untuk memenuhi standar kualitas air limbah yang ditetapkan oleh badan pengawas dan peraturan nasional dan daerah, dan untuk mengatasi banyak dampak lingkungan berbahaya yang dapat diakibatkan oleh pengolahan limbah yang tidak tepat..

2.10 Standar Baku Mutu air limbah

Dalam pengolahan limbah cair mengikuti Peraturan Daerah Provinsi Lampung No. 11 tahun 2012 tentang baku mutu air limbah sebagai berikut:

Tabel 2. Standar Baku Mutu

Parameter	Standar Baku Mutu	Satuan
BOD	100	mg/L
COD	200	mg/L
TSS	100	mg/L
Sianida (CN)	0,2	mg/L
pH	6-9	-
Debit Air	30m ³ /ton produksi	

Kandungan COD air limbah harus memenuhi standar kualitas yang ditetapkan. Kriteria kualitas adalah tingkat organisme, zat, energi, atau komponen lainnya termasuk kontaminan. Baku mutu air PT Berjaya Tapioka untuk air limbah kegiatan usaha atau industri di Indonesia mengacu pada Peraturan Daerah Provinsi Lampung Nomor 11 Tahun 2012 Tentang Baku Mutu Air Limbah.

Sebelum limbah dibuang kesungai, ada yang perlu diperhatikan dan diperhitungkan yaitu Perhitungan debit pembuangan air limbah maksimum dan beban limbah maksimum.

A. Debit air limbah maksimum

Menetapkan pembuangan air limbah dengan menentukan maksimum pembuangan air limbah untuk setiap jenis usaha atau kegiatan berdasarkan volume produksi aktual bulanan. Ini menggunakan perhitungan berikut:

$$DM = Dm \times Pb$$

Keterangan :

DM : Debit air limbah maksimum yang dibolehkan bagi setiap usaha atau kegiatan yang bersangkutan, dinyatakan dalam m³/bulan.

Dm : Debit air limbah maksimum yang sesuai dengan jenis usaha atau kegiatan yang bersangkutan, dinyatakan dalam m³ limbah cair persatuan produk.

Pb : Produksi sebenarnya dalam sebulan, dinyatakan dalam satuan untuk jenis usaha atau kegiatan yang bersangkutan.

Debit limbah baku cair yang sebenarnya dihitung dengan cara sebagai berikut:

$$DA = Dp \times H$$

Keterangan:

DA : Debit air limbah yang sebenarnya, dinyatakan dalam m³/bulan

Dp : Hasil pengukuran debit air limbah, dinyatakan dalam m³/hari

H : Jumlah hari kerja pada bulan yang bersangkutan.

Catatan : $DA < DM$

B. ² Beban Pencemaran

² Penerapan baku mutu air limbah untuk pembuangan dengan menentukan beban pencemaran maksimum pada setiap jenis usaha atau kegiatan didasarkan pada jumlah pencemar yang terkandung dalam aliran air limbah. Ini menggunakan perhitungan berikut:

a) $BPM = (CM) \times Dm \times f$

Keterangan :

BPM : Beban Pencemaran Maksimum per satuan produk, dinyatakan dalam kg parameter per satuan produk

(CM)_j : Kadar maksimum unsur pencemar j, dinyatakan dalam mg/l

Dm : Debit air limbah maksimum sesuai dengan jenis usaha dan/atau kegiatan yang bersangkutan, dinyatakan dalam m³ air limbah per satuan produk.

F : Faktor konversi $1.000L/m^3 \times 1 \text{ kg} / 1.000.000 \text{ mg} = 1/1.000$ ²

Beban pencemaran maksimum sebenarnya dihitung dengan cara sebagai berikut:

$$(BPA) = (CA)_j \times DA / P_b \times f$$

Keterangan:

- BPA** : Beban pencemaran sebenarnya, dinyatakan dalam kg parameter per satuan produk.
- (CA)_j** : Kadar sebenarnya unsur pencemar j, dinyatakan dalam mg/l
- DA** : Debit air limbah sebenarnya, dinyatakan dalam m³/bulan.
- P_b** : Produksi sebenarnya dalam sebulan, dinyatakan dalam satuan produk untuk usaha atau kegiatan yang bersangkutan.
- F** : Faktor konversi = 1/1.000

$$b) (BPM_i) = BPM \times P_b/H$$

Keterangan :

- BPM_i** : Beban Polusi Maksimum per hari diperbolehkan untuk usaha atau kegiatan yang bersangkutan, dinyatakan dalam kg/hari.
- P_b** : Produksi sebenarnya dalam sebulan, dinyatakan dalam satuan produk.
- H** : Jumlah hari kerja pada bulan yang bersangkutan.

Beban Pencemaran Maksimum yang sebenarnya dihitung dengan cara sebagai berikut:

$$(BPA_i) = (CA) \times D_p \times F$$

Keterangan :

- BPA_i** : Beban pencemaran/hari yang sebenarnya, dinyatakan dalam kg/hari.
- (CA_i)** : Kadar sebenarnya unsur pencemar j, dinyatakan dalam mg/l.
- D_p** : hasil pengukuran debit limbah cair, dinyatakan dalam m³/hari.
- F** : faktor konversi 1/1.000

III. METODOLOGI

3.1 Tempat penelitian

Penulisan Tugas Akhir ini disusun berdasarkan hasil Praktik Kerja Lapangan (PKL) yang dilaksanakan pada tanggal 20 Februari s/d 16 Juni 2023. Di PT Berjaya Tapioka Indonesia yang berlokasi di Jl. Raya Kota Gajah km. 7, desa Kedaton Induk, kec. Batang Hari Nuban, kab. Lampung Timur.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat dan Bahan Analisa pH dan Suhu

Alat yang digunakan yaitu pH Meter Crison basic 20 & elektroda terkalibrasi, gelas kimia, botol semprot, *stirrer bar*, dan *magnetic stirrer*. Dan bahan yang digunakan yaitu sampel air limbah, aquades dan tisu

3.2.2 Alat dan bahan Analisa kadar COD (Chemical Oxygen Demand)

Alat yang digunakan yaitu *Thermoreactor* ECO 8 VELP F101A0127-8 *Holes*, spektrofotometer optima SP300, COD test tube diameter 16 mm, kuvet, pipet ukur, gelas kimia, bulp, rak tabung reaksi, botol semprot dan labu takar. Dan Bahan yang digunakan adalah sampel air limbah dari instalasi pengolahan limbah inlet dan outlet, COD *Reagen* HACR HR 20-1500 ppm, HACR HR 200-15000 dan aquades.

3.3 Metode Pelaksanaan

Metode pengumpulan data adalah observasi (pengamatan langsung), wawancara, studi pustaka, pengumpulan data dari buku dan majalah, serta pengumpulan data dari perusahaan.

3.3.1 Observasi

Observasi dilakukan dengan mengamati langsung kegiatan pengolahan limbah cair pada industri tapioka sebagai salah satu bagian dari proses pengamatan dilakukan untuk mencatat Evaluasi parameter pH, suhu, dan kadar COD di dalam limbah cair pada pengolahan tepung tapioka.

3.3.2 Wawancara

Wawancara memberikan informasi yang akurat dan rinci serta membantu memperjelas hasil observasi lapangan. Wawancara dihadiri oleh perwakilan dari perusahaan yang terlibat atau terlibat langsung dalam pengelolaan limbah cair

3.3.3 Studi Pustaka

Studi Pustaka dilakukan dengan cara membaca dan mempelajari dokumen dari internal perusahaan, buku, jurnal, dan literatur yang terkait. Dokumen yang terkait dengan proses pengolahan limbah cair

3.4 Prosedur

3.4.1 Pengambilan Sampel

Menyiapkan botol plastik beserta tutup, mengambil air limbah pada *inlet* dan *outlet* IPAL dengan cara membilas botol tersebut dengan air limbah yang akan diambil, kemudian mengambil sampel air limbah sampai botol penuh dan tutup hingga rapat. Melakukan pengujian pada sampel air limbah

3.4.2 Analisa pH dan suhu

a. Prosedur kalibrasi pH meter

Menyalakan tombol power pada pH meter, membilas elektoda pH dengan menggunakan aquades sebelum digunakan. Klik tombol "Cal/Kalibrasi", bilas pH meter dengan larutan buffer 4, 7 dan 10, bilas elektroda dan rendam dalam larutan sampel limbah. inlet dan outlet IPAL secara bergantian dan hasil pengukuran pH akan tertera pada *screen display*.

b. Prosedur analisa pH dan Suhu

Mengambil sampel air limbah cair dari Inlet IPAL, outlet IPAL dengan menggunakan botol plastik beserta tutup, memasukkan kedalam gelas kimia ± 250 ml dan masukkan stirrer, kemudian ukur dengan menggunakan pH meter secara bergantian. Cara pengukurannya yaitu masukkan pH meter kedalam gelas kimia, tekan tombol "READ" pada pH meter untuk memulai pengukuran. Hasil pengukuran pH dan suhu dan dapat dilihat pada *screen display*. Membilas elektroda dengan menggunakan aquades dan keringkan dengan menggunakan tisu setiap pergantian sampel.

3.4.3 Analisa Kadar COD (Chemical Oxygen Demand)

a. Prosedur rosedur Digestion menggunakan Thermoreactor ECO 8

Menyiapkan aquades untuk blanko dan sampel air limbah inlet dan Outlet IPAL. Kemudian melakukan pengenceran 10x pada sampel air limbah Inlet IPAL. Pipet masing-masing sampel sebanyak 2 ml dan masukan kedalam reagent (COD test tube diameter 16 mm), untuk Inlet IPAL menggunakan HACH HR+ dan untuk *Outlet* IPAL menggunakan HACH HR, kemudian homogenkan masing-masing campuran dengan memegang tutup vial dan dihomogenkan.



Gambar 4. Persiapan Sampel

Menyalakan Thermoreactor ECO 8 dan mengatur suhu pada 150°C, jika suhu sudah mencapai 150°C masukkan sampel dan blanko tunggu selama 2 jam. Setelah 2 jam diamkan vial selama 20 menit untuk menurunkan suhu vial dalam reactor, kemudian angkat vial dan simpan pada rak untuk di dinginkan pada suhu ruang.

b. Pengukuran absorbansi menggunakan Spektrofotometer Optima SP300

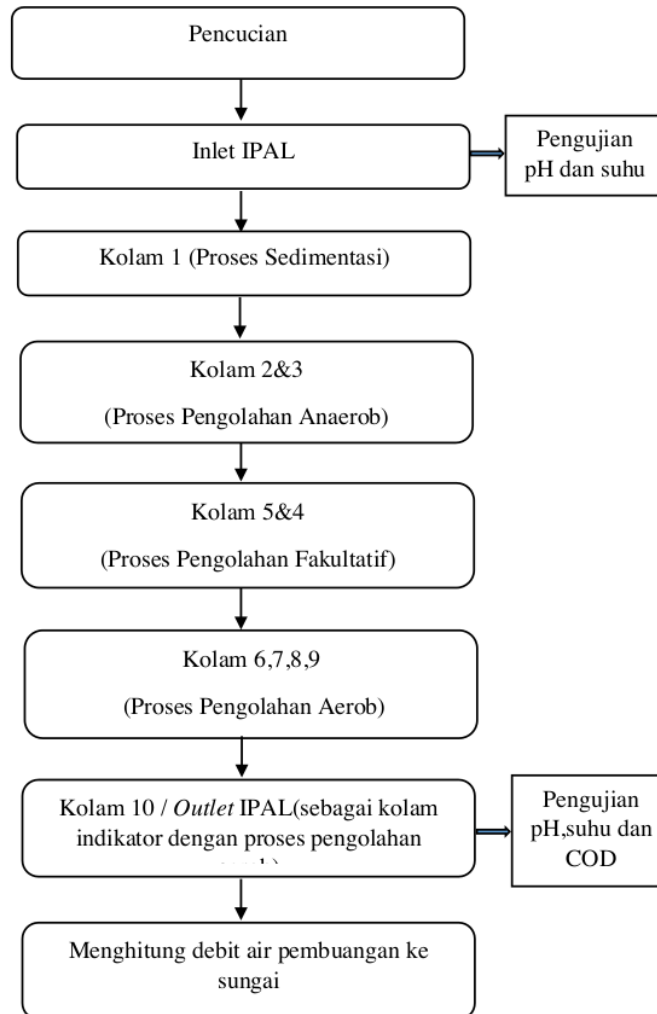
Menyalakan Spektrofotometer optima SP300 30 menit sebelum digunakan, pastikan mode pembacaan absorben (tekan led nyala pada "A"). Setting wave length pada 600 nm dengan memutar tombol wave length control. Menyiapkan kuvet bersihkan dan keringkan. Ambil vial (blank) dari absorben. Homogenkan sampel terlebih dahulu, masukkan sampel kedalam kuvet. Tempatkan kuvet kedalam cuvet bolder pastikan posisi kuvet tidak terbalik yaitu dinding bening harus berada didepan. Buka tutup compartment pada spektro, masukkan kuvet yang berisi kuvet blanko ke dalam sampel compartment, kemudian set blank dengan menekan tombol 100% T/O. Spektrofotometri yang digunakan pada pengujian COD air limbah menggunakan spektrofotometri seperti Gambar 5.



Gambar 5. Spectrofotometer Optima SP300

Lakukan hal yang sama secara satu per satu dalam mengukur sampel. Nilai absorbansi akan muncul dilayar.

Berikut merupakan diagram dari proses pengolahan limbah cair di PT. Berjaya Tapioka Indonesia seperti pada Gambar 6.



Gambar 6. Diagram alir proses pengolahan limbah

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Limbah Hasil Produksi Tepung Tapioka

PT Berjaya Tapioka Indonesia memiliki jenis limbah yang berbeda. Jenis limbah dibedakan menjadi tiga bagian seperti limbah cair, limbah padat dan gas. Limbah cair meliputi limbah produksi dan limbah B3. Limbah cair dan padat ini berasal dari sumber yang berbeda-beda. Limbah padat PT Berjaya Tapioka Indonesia berasal dari alat-alat yang berbeda-beda sebagai berikut: alat filler yang akan memisahkan tanah dan kulit, alat *stone catcher* dimana alat ini akan memisahkan batu krikil dan padatan pasir.

Limbah cair berasal dari alat pencucian singkong/ *washer* air cucian dan mengalir ke dalam inlet IPAL, selain itu alat separator. Separator akan memisahkan antara getah (fiber) dan pati, jika pati dan getah sudah terpisah, pati tersebut akan masuk ke dalam tangki sebagai proses lebih lanjut untuk menjadi produk tepung tapioka. Dan getah (fiber) inilah yang merupakan limbah cair, kemudian akan mengalir ke dalam bak fermentasi yang akan dimanfaatkan sebagai biogas. Sedangkan Limbah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun) merupakan sisa kegiatan yang mengandung B3.

(Andareswari dkk, 2019) Berpendapat bahwa limbah cair tapioka berwarna putih kekuningan dan mengandung TSS, BOD tinggi, COD tinggi, pH, dan sianida. Air limbah tapioka memiliki ciri khas bau singkong seperti tapioka, yang lama kelamaan berubah menjadi bau yang menyengat. (Agustina, 2011) mengatakan bahwa karakteristik COD limbah industri tapioka berkisar antara 4.000 hingga 30.000 mg/l, BOD berkisar antara 3.000 hingga 6.000 mg/l, pH 6-6,5 dan dengan nilai CN 0,67. Berdasarkan angka tersebut, dapat dikatakan bahwa air limbah tapioka mengandung zat pencemar yang sangat tinggi, sehingga apabila air buangan limbah langsung dibuang ke lingkungan tanpa adanya proses pengolahan air limbah maka akan terjadi pencemaran lingkungan. Untuk meminimalisir terjadinya pencemaran lingkungan PT Berjaya tapioka Indonesia melakukan proses

pengolahan limbah cair dengan proses pengolahan secara fisik dan biologi, dengan melalui beberapa tahap yaitu

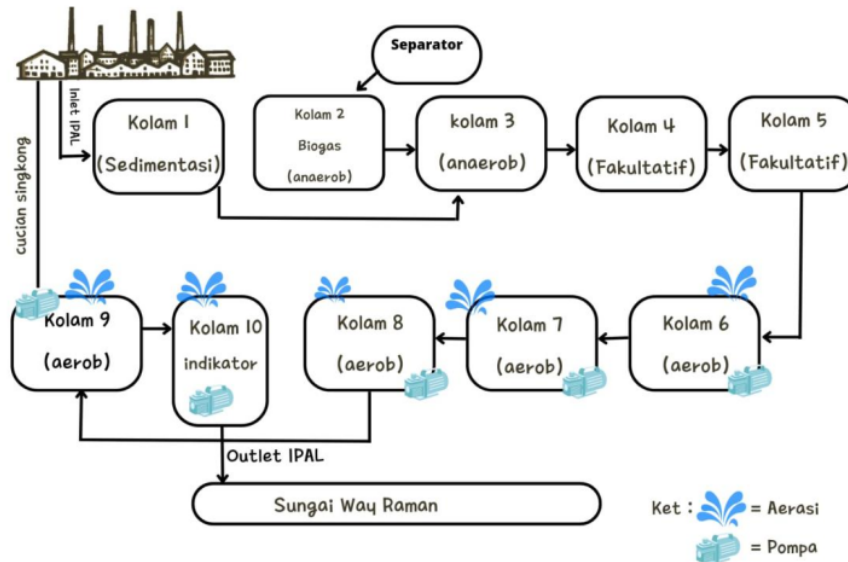
- a. Proses sedimentasi
- b. Anaerob, pada tahap ini menggunakan bakteri *desulvofibrio, archaea*.
- c. Fakultatif, pada tahap ini menggunakan bakteri *bacillus cereus, proteus vulgaris, pseudomonas, bacilluuss subcillis*
- d. Aerob, pada tahap ini menggunakan jenis bakteri nitrifikasi, denitrifikasi dan *thibacillus thioxidan*.

PT Berjaya Tapioka Indonesia memiliki kapasitas luas seluruh kolam IPAL sebesar 343.000 m³ luas yang berbeda disetiap kolamnya. Seperti keterangan dibawah sebagai berikut :

- a. Kolam 1 memiliki panjang 100 m, lebar 80 m dan kedalaman kolam 6 m sehingga memiliki luas kolam sebesar 48.000 m³.
- b. Kolam 2 memiliki panjang 100 m , lebar 95 m, dan kedalaman kolam 7 m sehingga luas masing-masing kolam sebesar 66.000 m³.
- c. Kolam 3 memiliki panjang 100 m , lebar 86 m, dan kedalaman kolam 7 m sehingga luas masing-masing kolam sebesar 60.000 m³.
- d. Kolam 4 memiliki panjang 100 m, lebar 82 m dan kedalaman 1,5 m sehingga luas kolam sebesar 12.000 m³.
- e. Kolam 5 memiliki panjang 100, lebar 98 dan kedalaman 1,5 m sehingga luas kolam sebesar 14.000 m³.
- f. Kolam 6 memiliki panjang 100 m, lebar 72 m dan kedalaman 5 m sehingga luas kolam sebesar 36.000 m³
- g. Kolam 7 dan 8 memiliki panjang kolam 100 m, lebar 80 m dan kedalaman 4 m sehingga luas masing-masing kolam sebesar 32.000 m³.
- h. Kolam 9 memiliki panjang kolam 100 m, lebar 90 m dan kedalaman 4 m sehingga luas kolam sebesar 35.000 m³.
- i. Kolam 10 memiliki panjang kolam 100 m, lebar 80 m dan kedalaman 5 m sehingga luas kolam sebesar 40.000 m³.

4.2 Pemetaan Limbah di PT Berjaya Tapioka Indonesia

PT Berjaya Tapioka Indonesia memiliki Instalasi Pengolahan Limbah (IPAL) produksi tepung tapioka seperti Gambar 7 sebagai berikut :



Gambar 7. Skema Pengolahan Limbah Cair PT Berjaya Tapioka Indonesia

Limbah cair tapioka dimulai dari awal masuknya singkong kedalam alat pencucian (*washer*) kemudian air dari hasil pencucian ini akan mengalir ke inlet IPAL dan masuk ke kolam 1, dimana kolam ini akan melakukan proses sedimentasi yaitu proses pengendapan untuk memisahkan kotoran/kulit singkong dan cairan. Sementara air yang dihasilkan alat separator yaitu getah (fiber) akan masuk ke dalam kolam 2 (kolam anaerob) yang akan dimanfaatkan sebagai bahan baku biogas. Kolam anaerob merupakan kolam yang mikroorganismenya tidak membutuhkan oksigen dan memiliki kedalaman 5-7 m karena proses pengolahan terjadi di dasar kolam, memiliki waktu tinggal selama 10 hari. Metana dan karbon dioksida diproduksi dalam proses anaerobik. Metana dihasilkan dari asetat dan direduksi menjadi karbon dioksida oleh bakteri hidrogen, untuk menampung gas metana digunakan terpal pada permukaan kolam sehingga gas tersebut tidak menyebar kelilingkungan. Kadar COD yang keluar dari kolam 2 masih cukup tinggi

berkisar 300 mg/l sehingga diperlukannya pengolahan lebih lanjut sehingga proses pengolahan akan dilanjutkan di dalam kolam 3.

Cairan yang berasal dari kolam 1 akan diolah kembali di dalam kolam 3, dimana kolam 3 ini akan terjadi proses anaerob, mekanisme proses pengolahan air limbah sama seperti pada kolam anaerob sebelumnya hanya saja pada kolam 3 permukaan kolam tertutup oleh tumbuhan sehingga udara tidak masuk dan gas yang dihasilkan tidak keluar ke lingkungan. Kemudian pengolahan air limbah akan di lanjutkan pada kolam 4 dan 5 dengan proses pengolahan fakultatif, kolam ini memiliki kedalaman 0,6-1,5 m, memiliki masa tinggal selama 12 hari. Bakteri pada proses fakultatif masih dapat hidup pada kondisi sedikit adanya oksigen. Tujuannya adalah untuk keseimbangan oksigen yang dihasilkan oleh fotosintesis alga di bagian aerob untuk menguraikan bahan organik dan di bagian dasar untuk menguraikan bahan organik dalam air limbah.

Kemudian proses pengolahan air limbah akan dilanjutkan dengan proses aerob pada kolam 6,7,8,9 yang memiliki kedalaman kolam 5 m ke bawah dengan masa tinggal air selama 7 hari, dari setiap kolam aerob memiliki proses pengolahan air limbah yang sama hanya saja pada setiap kolam lebih menyempurnakan dari proses sebelumnya. Apabila proses pengolahan air limbah kurang maksimal akan menyebabkan air kurang terolah dengan baik dengan ciri-ciri timbulnya busa pada permukaan air, hal ini menandakan bahwa mikroorganisme belum terolah dengan baik dan masih mengandung zat organik sehingga air tersebut harus diolah kembali dan akan dinaikkan kembali ke dalam kolam 1 yaitu kolam sedimentasi dengan menggunakan pompa, untuk meminimalisir busa pada permukaan kolam maka disarankan untuk menggunakan aerasi yaitu metode menambahkan udara dan oksigen ke dalam air dengan mendekatkan air dan udara dan menghasilkan gelembung udara halus untuk menaikkan air.

Jika bakteri yang berada di dalam kolam 8 sudah mati dan berpindah kedalam kolam 1 tidak masalah, dikarenakan air tersebut akan diolah dari tahapan awal yaitu proses sedimentasi atau proses pengendapan. Dengan adanya tahap ini lumpur akan mengendap dan lumpur tersebut akan dibuang ke TPA, sehingga air tersebut akan bertemu dengan air limbah yang baru masuk untuk diproses pada

tahap selanjutnya. Dengan adanya proses air diolah kembali maka akan memperpanjang waktu inap yang lama agar pengolahan lebih sempurna.

Selanjutnya proses pengolahan air limbah akan masuk ke kolam 9. Pada kolam 9 sebagian air akan dimanfaatkan kembali sebagai air cucian ubi kayu dan sebagian dari air limbahnya akan masuk ke dalam kolam 10 dimana kolam ini sebagai kolam indikator yang memudahkan untuk mendeteksi mutu air, dalam kolam indikator terdapat ikan sebagai indikator dalam IPAL. Jika ikan tersebut hidup maka menunjukkan bahwa pengolahan IPAL berjalan dengan baik. Kemudian air akan dibuang ke sungai Way Raman. Membuang air limbah ke sungai yang memenuhi baku mutu air mengikuti peraturan pemerintah setempat. Peraturan ini mengacu pada Peraturan Daerah Provinsi Lampung Nomor 11 Tahun 2012 Tentang Baku Mutu Air Limbah.

Pada Gambar 7 terlihat bahwa pada penataan kolam tidak berurutan dikarenakan jalur aliran setiap kolam yang sudah ditentukan, debit dan tinggi pada outlet IPAL pun sudah ditentukan oleh pemerintah. Analisis air limbah adalah metode untuk mengkarakterisasi kontaminan dan membandingkannya dengan standar kualitas air limbah untuk menentukan pengurangan konsentrasi kontaminan. Pengamatan dilakukan selama 4 bulan dengan menggunakan parameter uji pH, suhu dan COD. Sampel yang digunakan adalah inlet dan outlet instalasi pengolahan limbah. Selamat atas 4 bulanmu. Rata-rata hasil pengujian limbah cair tapioka di PT Berjaya Tapioka Indonesia ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil pengujian pH, Suhu dan COD di PT Berjaya Tapioka Indonesia

Bulan	Parameter Uji						
	Inlet IPAL			Outlet IPAL			
	pH	Suhu °C	COD (mg/l)	pH	Suhu °C	DEBIT (l/d)	COD (mg/l)
Februari	6,76	28,12	2195,11	7,67	27,30	7/1,836	109,65
Maret	6,99	28,16	1813,78	7,73	28,24	6/1,257	81,54
April	7,11	29,30	1686,67	7,71	28,22	5/0,803	92,79
Mei	6,83	26,94	2279,85	7,68	27,14	10/4,42	165,87
RATA-RATA	6,92	28,13	1993,85	7,69	27,73		112,46

Analisis pH sampel inlet dan outlet IPAL adalah ukuran kekuatan asam atau basa limbah. pH air yang diperoleh dari pencucian singkong dikatakan pH normal

atau netral. Berdasarkan hasil uji yang telah dilakukan pada inlet dan outlet IPAL di PT. Berjaya tapioka Indonesia diperoleh nilai pH sebesar 6,92 dan 7,69.

Pada Tabel 4 menunjukkan bahwa nilai hasil pengujian air limbah cair tapioka di PT. Berjaya Tapioka Indonesia jika disandingkan dengan baku mutu standar yang menjadi acuan perusahaan maka nilai pH pada air limbah sudah memenuhi standar dengan standar berkisar 6-9.

Tabel 4. Rerata Hasil Uji Dan Baku Mutu

	Parameter	Hasil Rerata	Baku Mutu
Inlet IPAL	Ph	6,92	6-9
	Suhu	28,13 °C	-
	COD	1993,85 mg/l	200 mg/l
Outlet IPAL	Ph	7,69	6-9
	Suhu	27,73 °C	-
	COD	112,46 mg/l	200 mg/l

Limbah cair yang akan dialirkan/dibuang ke sungai pada parameter suhu tidak memiliki ambang batas yang ditetapkan oleh pemerintah, dikarenakan suhu mengacu pada kondisi alam. Jika kondisi alam sedang mengalami suhu panas maka suhu berkisar antara 28-30°C sedangkan jika alam sedang mengalami suhu dingin atau musim penghujan maka suhu berkisar antara 25-27°C. Suhu tidak berpengaruh terhadap air limbah yang akan dibuang, namun mempunyai pengaruh yang besar terhadap proses pemurnian di instalasi pengolahan. Dapat dikatakan bahwa suhu berpengaruh pada pertumbuhan mikroorganisme karena pertumbuhan mikroorganisme berpengaruh pada laju reaksi dan reaksi kimiawi. Setiap kenaikan suhu 10°C dapat meningkatkan 2 kali laju reaksi. Dapat dilihat pada Tabel 4, dalam pengolahan limbah pada PT Berjaya tapioka Indonesia bakteri yang hidup pada pengolahan air limbah yaitu bakteri mesofilik karena bakteri ini hidup pada suhu berkisar antara 25-40 °C.

Tabel 4 menunjukkan bahwa, pengujian kadar COD pada inlet dan outlet IPAL limbah cair di PT Berjaya Tapioka Indonesia didapatkan hasil sebesar 1993,85 mg/l dan 112,46 mg/l. Berdasarkan data tersebut jika rata-rata disandingkan dengan baku mutu pengolahan limbah cair sudah memenuhi syarat karena ambang batas pemerintah yang telah ditetapkan sebesar 200 mg/l. Dari kadar COD 1993,85 mg/l menjadi 112,46 mg/l. Penurunan kadar COD pada limbah cair

disebabkan adanya proses oksidasi komponen organik secara aerasi dan penguraian komponen organik yang melibatkan mikroorganisme, sehingga dapat dikatakan bahwa pengolahan limbah cair berjalan dengan sempurna sehingga jika air limbah dibuang/dialirkan ke sungai tidak merusak ekosistem air tersebut.

4.3 Debit dan Beban Pencemaran

Dalam ketetapan pemerintah debit yang masuk dan keluar dari IPAL sudah ditetapkan. Untuk mengukur debit biasanya menggunakan alat yang bernama vinot dengan alat ini dapat dilihat tinggi air serta dapat menghitung debit yang masuk dan yang keluar. Air yang masuk ke dalam inlet IPAL tinggi air 25 cm dengan volume 43,160 l/detik, sedangkan air yang keluar dari outlet IPAL rata-rata memiliki tinggi 5 cm dengan volume 0,803 l/detik. Air inlet dan air outlet memiliki tinggi serta volume air yang berbeda hal ini karena pada proses pengolahan air limbah pada kolam 9 dimanfaatkan kembali sebagai air pencucian singkong.

Beban pencemaran oleh setiap industri ditetapkan oleh pemerintah yaitu Beban Pencemar Aktual/hari (BPAi) < Beban Pencemar Maksimum/hari (BPM). Berikut merupakan cara perhitungan pada beban pencemaran limbah cair tapioka di PT. Berjaya Tapioka Indonesia pada bulan Februari 2023. Untuk bulan-bulan berikutnya, perhitungannya dapat dilakukan dengan cara yang sama, kecuali debit, volume produksi, dan hari kerja yang tidak sama, seperti yang terlihat pada Tabel 5 di bawah ini.

Tabel 5. Data Debit Perbulan

Bulan	Debit	Produksi/bln (pb)	Hari kerja (H)
Februari	7/1,836	2.500 ton/bln	25 hari
Maret	6/1,257	3.120 ton /bln	21 hari
April	5/0,803	1.500 ton/bln	20 hari
Mei	10/4,42	2.550 ton/bln	23 hari

- $BPM = \frac{COD \times 30m^3}{1000} = \frac{200 \times 30}{1000} = \frac{6000}{1000} = 6 \text{ kg/ton produksi}$
- Debit limbah pengukuran (Dp)
= 1,836 x l/d

$$= 1,836 \times 86.400 \text{ l/h} = 158.630,4$$

$$= \frac{158.630,4}{1000} = 158,63 \text{ m}^3$$

- Produksi bulanan (pb) = 2.500 ton/bln
- Hari kerja/bulan (H) = 25 hari/bln
- Debit limbah maks = 30 m³/ton produk
- Debit Aktual (DA)

$$= \text{Debit pengukuran (Dp)} \times \text{Hari kerja (H)}$$

$$= 158,63 \times 25 = 3.965,76 \text{ m}^3/\text{bulan}$$

- Debit Maksimum (DM)

$$= Dm \times pb = 30 \times 2.500 = 75.000 \text{ m}^3/\text{bulan} \text{ (syarat } DA < DM \text{)}$$

Sehingga dapat dikatakan bahwa 3.965,76 m³/bulan < 75.000 m³/bulan.

- Beban Pencemaran Aktual

$$3) \text{ BPA} = \frac{\text{COD} \times \text{DA}}{\text{pb} \times f} = \frac{109,65 \left(\frac{3.965,76}{2.500} \right)}{1000} = 0,17 \text{ kg/ton produksi}$$

$$4) \text{ BPMi} = \frac{\text{BPM} \times \text{Pb}}{\text{H}} = \frac{6 \times 2.500}{25} = 600 \text{ kg/hari}$$

$$5) \text{ BPAi} = \frac{\text{CAI} \times \text{Dp}}{1000} = \frac{109,65 \times 158.63}{1000} = 17,39 \text{ kg/hari}$$

(Syarat BPAi < BPMi)

Sehingga dapat dikatakan bahwa 17,39 kg/hari < 600 kg/hari

- A. Pada Tabel 6 merupakan hasil dari perhitungan debit air limbah di PT Berjaya Tapioka Indonesia selama bulan Februari s/d Mei 2023

Tabel 6. Hasil Perhitungan Debit Air Limbah

Bulan	Parameter	BPAi	DA	DM	DM-DA
FEBRUARI	COD	17,39	3.965,76	75.000	71.034,24
MARET	COD	8,85	2.280,6	93.600	91.319,4
APRIL	COD	6,44	1.387,6	45.000	43.612,4
MEI	COD	63,34	8.783,47	76.500	67.716,53

Dalam menghitung debit air limbah baku cair yang sebenarnya ke sungai ketentuan/syarat yang harus dipenuhi yaitu DA < DM dapat dilihat pada Tabel 6 bahwa debit limbah cair sebenarnya (DA) pada bulan Ferbruari s/d Mei < debit maksimum (DM). Sehingga dapat dikatakan bahwa debit yang keluar

dari outlet IPAL untuk dibuang kesungai sudah sesuai dengan ketentuan yang telah ditetapkan.

B. Beban pencemar pada air limbah dapat dilihat dari Tabel 7 hasil perhitungan beban pencemar/hari selama bulan Februari s/d Mei 2023

Tabel 7. Hasil Perhitungan Beban Pencemaran/hari

Bulan	Parameter	Beban	Beban	BPMi-BPAi
		Pencemaran Maksimum/hari (BPM)i	Pencemaran Aktual/hari(BPA)i	
FEBRUARI	COD	600	17,39	582,61
MARET	COD	891,42	8,85	882,57
APRIL	COD	450	6,44	443,56
MEI	COD	665,22	63,34	601,88

Tabel 8. Hasil Perhitungan Keseluruhan Beban Pencemaran

No.	Parameter/Indikator Pencemar	Hasil Pengujian			
		Bulan			
		Februari	Maret	April	Mei
A. Jumlah Hari Kerja Dan Volume Produksi					
1	Caj	109,65	81,54	92,78	165,87
2	BPM	6	6	6	6
3	Jumlah bahan baku per bulan (Pb) Debit limbah yang diperbolehkan	2.500	3.120	1.500	2.550
4	(Dm)	30	30	30	30
B. Debit Limbah Cair					
1	Debit limbah terukur/hari (Dp)	158,63	108,60	69,38	381,89
2	Debit Limbah maksimum (DM)	75.000	93.600	45.000	76.500
3	Debit limbah cair sebenarnya (DA)	3.965,76	2.280,70	1387,6	8.783,47
c. Beban Pencemaran Limbah Cair					
1	BPAi	17,39	8,85	6,44	63,34
2	BPMi Limbah cair pabrik (kg)	600	891,42	450	665,22
3	BPA limbah cair pabrik (kg)	0,17	0,06	0,08	0,57

Sebelum air limbah akan dialirkan ke sungai sebaiknya dipastikan bahwa air tersebut tidak akan mencemari lingkungan, dengan cara menghitung menghitung beban pencemaran maksimumnya. Dalam menghitung beban pencemaran/hari pemerintah sudah menetapkan bahwa BPAi < BPMi. Dapat dilihat pada Tabel 7 pada bulan Februari 2023 diperoleh BPAi sebesar 17,39 dan BPMi

sebesar 600, Maret diperoleh BPAi sebesar 8,85 dengan BPMi 891,42, April diperoleh BPAi sebesar 6,44 dengan BPMi sebesar 450. Pada bulan Mei diperoleh BPAi sebesar 63,34 dengan BPMi sebesar 665,22. Sehingga didapatkan hasil keseluruhan dari beban pencemar di PT Berjaya Tapioka Indonesia secara keseluruhan seperti Tabel 8 dan dari tabel diatas dinyatakan bahwa $BPAi < BPMi$ dan sudah memenuhi standar yang sudah ditetapkan, selanjutnya air limbah dapat dibuang kedalam Sungai Way Raman.

5.1 Kesimpulan

Dari data yang diperoleh selama kegiatan penelitian lapangan (PKL) PT Berjaya Tapioka Indonesia, dapat disimpulkan bahwa:

1. PT Berjaya Tapioka Indonesia merupakan sebuah industri yang bergerak di bidang produksi Tepung Tapioka. Dalam kegiatan pengolahan tepung tapioka menghasilkan limbah cair. Pengolahan limbah cair tapioka digunakan beberapa tahap yaitu sedimentasi, anaerob, fakultatif dan aerob
2. Dari pengujian parameter limbah cair tapioka pada Inlet IPAL diperoleh hasil pH & suhu sebesar 6,92 & 28,13°C dan pada Outlet IPAL diperoleh hasil sebesar 7,69 & 27,73 °C. Nilai COD pada inlet IPAL awalnya sebesar 1993,85 mg/l, namun mengalami penurunan menjadi 112,46 mg/l. Jika dibandingkan dengan hasil PERDA Nomor 11 Tahun 2012 tentang Baku Mutu Air Limbah, dapat dikatakan bahwa hasil pengujian parameter pH, suhu dan COD pada outlet instalasi pengolahan tidak melebihi standar kualitas air yang ditetapkan.
3. Beban pencemar pada air limbah selama bulan Februari s/d Mei di PT. Berjaya Tapioka Indonesia sudah memenuhi syarat yaitu Beban Pencemar Aktual/hari (BPA)_i < Beban Pencemar Maksimum/hari (BPM)_i. Sehingga dikatakan bahwa semua proses pengolahan limbah sudah memenuhi standar yang sudah ditetapkan.

5.2 Saran

Saran yang diberikan untuk PT. Bejaya Tapioka Indonesia mengenai proses pengolahan limbah yaitu untuk mempertahankan kegiatan pengangkatan endapan pada setiap kolam agar masa tinggal air pada setiap kolam dapat berjalan lama atau panjang sehingga pengolahan air limbah dapat terolah dengan baik.

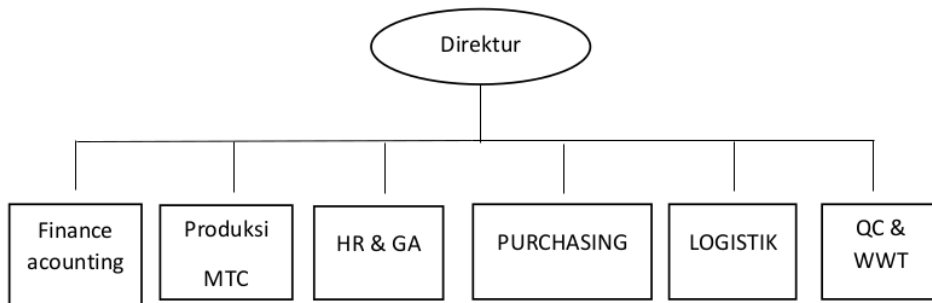
DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, F. 2011. Evaluasi Parameter Produksi Biogas Dari Limbah Cair Industri Tapioka Dalam Bioreaktor Anaerobik 2 Tapap. Tesis. Jurusan Teknik Kimia. Fakultas Teknik. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Andareswari, N., Hariyadi, S., Yulianto, G. 2019. Karakteristik dan Strategi Pengelolaan Limbah Cair Sentra Usaha Tapioka di Bogor Utara. *Jurnal Ecolab* 13(2) : 85-96.
- Asmadi dan Suharno. 2012. *Dasar-Dasar Teknologi Pengolahan Air Limbah*. Yogyakarta : gosyen Publishing.
- Chandra, Budiman. 2006. *Pengantar Kesehatan Lingkungan*. EGC. Jakarta.
- Hammer, Mark J. Dan Mark J. Hammer, Jr. 2008. *Water and Waste Water Technology* (6th Edition). New Jerse: Perason Prantice Hall.
- Hidayat, B., Kalsum, N., & Surfiana, S. (2012). Karakterisasi tepung ubi kayu modifikasi yang diproses menggunakan metode prigelatinisasi parsial. *Jurnal Teknologi & Industri Hasil Pertanian*, 14(2), 148-159.
- Indrayani dan Nur Rahma, 2018. Nilai Parameter sebagai Penentu Tingkat Efektivitas Tahap Pengolahan Limbah Cair Industri Batik. Yogyakarta
- Intan, R. 2012. Performa Reaktor Down-Flow Hanging Sponge (DHS) dalam Mengolah Air Limbah Domestik di Jakarta. Universitas Indonesia
- Lingga, Pinus. 1992. *Bertanam Umbi-umbian*. Jakarta : Penerbit Swadaya
- Mara D., 1978, *Sewage Treatment in Hot Climates*, Wiley & Sons, New York..
- Metcalf, Eddy, and Inc. 2003. *Wastewater Engineering Treatment and Reuse*.
- Mustafa, A. (2015). Analisis proses pembuatan pati ubi kayu (tapioka) berbasis neraca massa. *Agrointek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 9(2), 118-124.
- Price. C. E. dan P. N. Chemisinoff. 1981. *Biogas production and utilization*. Energy Technologies Series. Ann Arbor Science pub. Michigan.
- Razif, 2006 dan Astawan, 2009. *Macam-macam jenis tepung terigu*. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro. Semarang.

- Sangyoka, S., Reungsang, A., & Moonamart, S. (2007). Repeated-batch fermentative for bio-hydrogen production from. *Pakistan journal of biological sciences: PJBS*, 10 (11), 1782-1789.
- Sarajar, A. E. E., Ramadhania, R. P., & Purwanto (2018). Organic Pollutant Degradation of Tapioca Flour Industrial Waste with Photofenton Reaction. *MATEC Web of Conferences*, 156, 1–4.
- Sari, R.P., Iswanto, B., dan Indrawati, D. 2018. Pengaruh Variasi Rasio C/N terhadap Kualitas Kompos dari Sampah Organik secara Anaerob. Seminar Nasional Cendekiawan ke 4. Fakultas Arsitektur Lanskap dan Teknologi Lingkungan, Universitas Trisakti. Jakarta.
- Sawyer, Clair N. 2003. *Chemistry For Chemical Engineering and Engineering Science*. New York: McGraw
- Sugiharto, 1997. *Dasar-dasar Pengolahan Air Limbah*, Universitas Indonesia, Jakarta.
- Suprpti, Lies. 2009. *Tepung Tapioka*. Kanisius. Yogyakarta.
- Tchobanoglous, G., Burton, F.L., dan Stensel, H.D. (2003). *Wastewater Engineering: Treatment and Reuse (Fourth Edition)*. China, McGraw-Hill Companies, Inc.
- Winarno, F.G. 2004. *Kimia Pangan dan Gizi*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.

Lampiran

Lampiran 1. Struktur Perusahaan



Lampiran 2. Hasil data uji pH, suhu dan COD

Tanggal/ Bln/Thn	Parameter Uji						
	INLET IPAL			OUTLET IPAL			
	pH	Suhu °C	COD (mg/l)	pH	Suhu °C	Debit (l/d)	COD (mg/l)
21/02/2023	6,77	28,5	2195,11	7,39	26,3	7/1,836	109,65
22/02/2023	6,99	29,1		7,58	28,6	7/1,836	
23/02/2023	6,61	27,6		7,52	27,6	7/1,836	
24/02/2023	6,75	26,9		7,99	26,2	7/1,836	
27/02/2023	6,69	28,9		7,62	27,9	7/1,836	
03/01/2023	6,96	27,3	1813,78	7,54	27,3	6/1,257	81,54
03/02/2023	6,87	27,2		7,61	28,2	6/1,257	
03/03/2023	6,97	29,6		8,05	29,5	6/1,257	
03/06/2023	6,86	28,7		7,74	28,0	6/1,257	
03/07/2023	6,85	28,0		7,72	28,2	6/1,257	
04/03/2023	6,97	30,7	1686,67	7,71	29,1	5/0,0803	92,78
04/04/2023	6,99	28,0		7,51	27,6	5/0,0803	
04/05/2023	7,86	29,1		7,81	27,8	5/0,0803	
04/06/2023	6,88	29,6		7,73	28,7	5/0,0803	
04/10/2023	6,85	29,4		7,8	27,9	5/0,0803	
05/01/2023	6,51	25,0	2279,85	7,73	25,00	10/4,42	165,87
05/02/2023	6,93	29,2		7,76	28,4	10/4,42	
05/03/2023	6,96	25,5		7,76	28,2	10/4,42	
05/04/2023	6,80	30,0		7,34	29,1	10/4,42	
05/05/2023	6,98	25,0		7,84	25,0	10/4,42	
RERATA	6,92	28,13	1993,85	7,69	27,72		112,46

Lampiran 3. Kolam limbah cair

Inlet IPAL



Kolam 1



Kolam Aerob



Kolam Anaerob




Vinot (alat pengukur tinggi debit air)



Jalur air menuju sungai

Lampiran 4. Tabel Pengukuran Debit Air Limbah



Titik Outlet
(05°00'11,52" LS ; 105°38'23,66" BT)

Tabel Pengukuran Debit H vs Q

Tinggi (H) Cm	Debit (Q) Lt/det	Tinggi (H) Cm	Debit (Q) Lt/det	Tinggi (H) Cm	Debit (Q) Lt/det	Tinggi (H) Cm	Debit (Q) Lt/det
5.0	0,803	14.0	10,167	23.0	35,039	32.0	80,057
6.0	1,257	15.0	12,066	24.0	38,973	33.0	86,459
7.0	1,836	16.0	14,169	25.0	43,160	34.0	93,175
8.0	2,551	17.0	16,477	26.0	47,606	35.0	100,19
9.0	3,409	18.0	19,001	27.0	52,319	36.0	107,52
10.0	4,42	19.0	21,748	28.0	57,306	37.0	115,17
11.0	5,592	20.0	24,719	29.0	62,560	38.0	123,13
12.0	6,935	21.0	27,921	30.0	68,106	39.0	
13.0	8,458	22.0	31,359	31.0	73,963	40.0	

Tabel Pengukuran Debit Air Limbah

Turnitin Rizka Septiarini

ORIGINALITY REPORT

25%
SIMILARITY INDEX

24%
INTERNET SOURCES

2%
PUBLICATIONS

10%
STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1 dspace.uui.ac.id Internet Source **4%**

2 peraturan.bpk.go.id Internet Source **3%**

3 es.scribd.com Internet Source **2%**

4 digilib.unila.ac.id Internet Source **1%**

5 eprints.undip.ac.id Internet Source **1%**

6 repository.uin-suska.ac.id Internet Source **1%**

7 docplayer.info Internet Source **1%**

8 repository.poltekkes-denpasar.ac.id Internet Source **1%**

9 repository.polinela.ac.id Internet Source **1%**

10	repository.uib.ac.id Internet Source	1 %
11	idoc.pub Internet Source	1 %
12	www.coursehero.com Internet Source	1 %
13	123dok.com Internet Source	1 %
14	repository.unbari.ac.id Internet Source	<1 %
15	repository.ub.ac.id Internet Source	<1 %
16	repository.radenintan.ac.id Internet Source	<1 %
17	text-id.123dok.com Internet Source	<1 %
18	repository.metrouniv.ac.id Internet Source	<1 %
19	ejurnal-litbang.patikab.go.id Internet Source	<1 %
20	repository.unismabekasi.ac.id Internet Source	<1 %
21	id.scribd.com Internet Source	<1 %

22	jurnal.fp.unila.ac.id Internet Source	<1 %
23	digilib.esaunggul.ac.id Internet Source	<1 %
24	www.researchgate.net Internet Source	<1 %
25	forikes.webs.com Internet Source	<1 %
26	Andang Syaifudin. "Alternatif Remediasi Limbah Cair Industri Keripik Singkong (Manihot utilissima) Menggunakan Tanaman Air dan Tawas", Jurnal Litbang Edusaintech, 2020 Publication	<1 %
27	id.123dok.com Internet Source	<1 %
28	vdocuments.mx Internet Source	<1 %
29	eprints.ums.ac.id Internet Source	<1 %
30	Submitted to Universitas Jenderal Soedirman Student Paper	<1 %
31	batrasiablogger.blogspot.com Internet Source	<1 %

etheses.uinsgd.ac.id

32

Internet Source

<1 %

33

Submitted to Universitas Andalas

Student Paper

<1 %

34

trijurnal.lemlit.trisakti.ac.id

Internet Source

<1 %

35

repository.ar-raniry.ac.id

Internet Source

<1 %

36

Submitted to Udayana University

Student Paper

<1 %

37

Submitted to Unika Soegijapranata

Student Paper

<1 %

38

eprints.walisongo.ac.id

Internet Source

<1 %

39

Submitted to Universitas Diponegoro

Student Paper

<1 %

40

docobook.com

Internet Source

<1 %

41

media.neliti.com

Internet Source

<1 %

42

repository.ppns.ac.id

Internet Source

<1 %

43

repository.unibos.ac.id

Internet Source

<1 %

44	repository.wima.ac.id Internet Source	<1 %
45	Submitted to Badan PPSDM Kesehatan Kementerian Kesehatan Student Paper	<1 %
46	biologi.unnes.ac.id Internet Source	<1 %
47	eprints.umm.ac.id Internet Source	<1 %
48	ereport.ipb.ac.id Internet Source	<1 %
49	mutialagan.blogspot.com Internet Source	<1 %
50	pt.scribd.com Internet Source	<1 %
51	repository.its.ac.id Internet Source	<1 %
52	repository.unimus.ac.id Internet Source	<1 %
53	www.docstoc.com Internet Source	<1 %
54	zaifbio.wordpress.com Internet Source	<1 %
55	adoc.pub	

Internet Source

<1 %

56

digilib.uin-suka.ac.id

Internet Source

<1 %

57

digilib.uinsby.ac.id

Internet Source

<1 %

58

Submitted to iGroup

Student Paper

<1 %

59

jtp.polinela.ac.id

Internet Source

<1 %

60

lib.unnes.ac.id

Internet Source

<1 %

61

repository.uksw.edu

Internet Source

<1 %

62

teknik.univpancasila.ac.id

Internet Source

<1 %

63

www.scribd.com

Internet Source

<1 %

Exclude quotes On

Exclude matches < 10 words

Exclude bibliography On