

**KINERJA PENGOLAHAN LIMBAH EFFLUENT BIOGAS DARI
LIMBAH CAIR INDUSTRI TAPIOKA DENGAN KOLAM ECENG
GONDOK (*Eichornia crassipes* (Mart) Solms) DI PD. SEMANGAT JAYA –
LAMPUNG SELATAN**

(Skripsi)

Oleh :

POSMARIA MEI SISKA



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG**

2018

ABSTRAK

KINERJA PENGOLAHAN LIMBAH EFFLUENT BIOGAS DARI LIMBAH CAIR INDUSTRI TAPIOKA DENGAN KOLAM ECENG GONDOK (*Eichornia crassipes* (Mart) Solms) DI PD. SEMANGAT JAYA – LAMPUNG SELATAN

Oleh

Posmaria Mei Siska

Pengolahan air limbah dengan eceng gondok sangat layak untuk dikembangkan karena sistem pengolahan air limbah ini termasuk murah, tidak memerlukan modal awal yang tinggi dan juga tidak membutuhkan biaya operasional yang memberatkan, dan dapat memperbaiki kualitas air. Pengoperasiannya juga tidak memerlukan keterampilan khusus bagi operatornya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja dari pengolahan limbah cair industri tapioka menggunakan kolam eceng gondok (*Eichornia crassipes* (Mart) Solms) di PD. Semangat Jaya, Lampung Selatan.

Kolam pengolahan limbah eceng gondok yang mengolah effluent dari kolam biogas diamati selama dua bulan. Sampel limbah cair diambil dari pipa masuk dan pipa keluar dari kolam eceng gondok. Parameter yang diamati adalah kualitas

air limbah dari pipa masuk dan keluar (pH, suhu, kekeruhan, BOD, ammonia, padatan, evaporasi, penurunan air dan HRT) dan parameter tumbuhan eceng gondok (populasi, laju pertumbuhan, kadar air, kadar abu, kandungan hara). Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah air limbah dari kolam biogas dan tumbuhan eceng gondok. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah oven, timbangan analitik, spektrofotometer, cawan, botol sampel, pipet, gelas beaker, botol sampel, ember, timbangan, timbangan analitik, cawan, pipet ukur, pH meter, EC meter, turbidimeter, spektroskopi, DO meter, ember, 3 unit petak kayu (1x1m kedalaman plastik 20cm), 2 unit petak kayu (1x1m tanpa alas plastik), kertas saring Whatman GF/C berpori 1.2 mikron dan alat laboratorium lainnya.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa eceng gondok dapat memperbaiki beberapa parameter pada limbah cair tapioka sampai batas tertentu. Dengan HRT 55 hari, pH meningkat dari 7,0 menjadi 7,2, kekeruhan turun sebesar 61,75%, BOD₅ berkurang 49,24%, ammonia berkurang 51,85%, TS berkurang 54,41%, TFS berkurang 53,37%, TSS berkurang 66,02%. Dengan populasi eceng gondok sebanyak 10,17 kg/m², evapotranspirasi setinggi 5,31 mm/hari. Eceng gondok tumbuh dari 0,415 kg/m² menjadi 3,375 kg/m² selama 31 hari, yang berarti bahwa laju pertumbuhan sebesar 64,97 kg/hari. Berdasarkan analisis sampel, kandungan hara dari biomassa eceng gondok adalah 37,94% C, 3,4% N, 1,62% P, dan 3,41% K.

Kata Kunci: Limbah cair tapioka, Pengolahan limbah, Eceng gondok

ABSTRACT

PERFORMANCE OF EFFLUENT BIOGAS FROM TAPIOCA INDUSTRY WASTEWATER TREATMENT USING A WATER HYACINTH (*Eichornia crassipes* (Mart) Solms) POND AT PD. SEMANGAT JAYA, SOUTH LAMPUNG

By

Posmaria Mei Siska

Wastewater treatment with water hyacinth is very feasible to develop because this wastewater treatment system is cheap, and can improve water quality. Operation also does not require special skills for the operator. This research aims to evaluate a tapioca industry wastewater treatment using a water hyacinth (*Eichornia crassipes* (Mart) Solms) pond operated at PD. Semangat Jaya, South Lampung.

The water hyacinth pond which treats biogas effluent has been monitored for about two months. Wastewater samples were taken from influent and effluent of the water hyacinth pond. Parameters to be observed included wastewater quality parameters (pH, temperature, turbidity, BOD₅, ammonia, solids, evapotranspiration, discharge, and HRT) and water hyacinth parameters (populations growth rate, moisture, ash, nutrient contents). The tool used in this

research is oven, analytical scale, spectrophotometer, cup, sample bottle, pipette, beaker glass, sample bottle, bucket, scales, analytical scales, cup, measuring pipette, pH meter, EC meter, turbidimeter, spectroscopy, DO meter, bucket, 3 wooden plot (1x1m 20cm plastic depth), 2 wooden plot (1x1m non-plastic), 1.2 micron Whatman GF / C porous filter paper and other laboratory equipment.

The results showed that water hyacinth improved some parameters of tapioca industry wastewater to some extent. Within HRT of 55 days, pH increased from 7.0 to 7.2 and some reductions of turbidity by 61,75%, BOD₅ by 49,24%, ammonia by 51,85%, TS by 54,41%, TFS by 53,57%, TSS by 66,02%. With water hyacinth population of 10,17 kg/m², evapotranspiration was 5,31 mm/day. The water hyacinth grew from 0.415 kg/m² to 3,375 kg/m² within 31 days, meaning that growth rate was 64,97 kg/day. Based on sample analyses, nutrient contents of water hyacinth biomass were 37.94% C, 3.4% N, 1.62% P, and 3.41% K.

Keywords: tapioca liquid waste, water hyacinth, wastewater treatment

**KINERJA PENGOLAHAN LIMBAH EFFLUENT BIOGAS DARI
LIMBAH CAIR INDUSTRI TAPIOKA DENGAN KOLAM ECENG
GONDOK (*Eichornia crassipes* (Mart) Solms) DI PD. SEMANGAT JAYA –
LAMPUNG SELATAN**

Oleh

POSMARIA MEI SISKA

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN**

pada

**Jurusan Teknik Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2018**

Judul Skripsi : **KINERJA PENGOLAHAN LIMBAH EFFLUENT
BIOGAS DARI LIMBAH CAIR INDUSTRI
TAPIOKA DENGAN KOLAM ECENG GONDOK
(*Eichornia crassipes* (Mart) Solms)
DI PD. SEMANGAT JAYA - LAMPUNG SELATAN**

Nama Mahasiswa : **Posmaria Mei Siska**

No. Pokok Mahasiswa : 1314071043

Jurusan : Teknik Pertanian

Fakultas : Pertanian



Dr. Ir. Sugeng Triyono, M.Sc.
NIP 19611211 198703 1 004

Ir. M. Zen Kadir, M.T.
NIP 19550417 198503 1 001

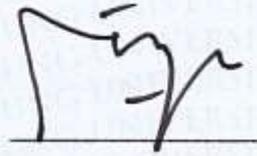
2. Ketua Jurusan Teknik Pertanian

Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P.
NIP 19650527 199303 1 002

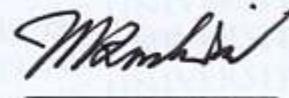
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

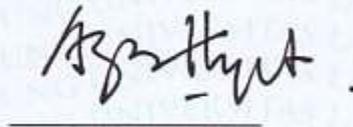
Ketua : **Dr. Ir. Sugeng Triyono, M.Sc.**



Sekretaris : **Ir. M. Zen Kadir, M.T.**



Penguji
Bukan Pembimbing : **Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P.**



2. Dekan Fakultas Pertanian




Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.
NIP. 19611020 198603 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **19 April 2018**

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya adalah **Posmaria Mei Siska** NPM **1314071043** dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil karya saya yang dibimbing oleh Komisi Pembimbing, **1) Dr. Ir. Sugeng Triyono, M.Sc.** dan **2) Ir. M. Zen Kadir, M.T.**, berdasarkan pada pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan. Karya ilmiah ini berisi material yang dibuat sendiri dan hasil rujukan beberapa sumber lain (buku, jurnal, dll) yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukanlah hasil dari plagiat karya orang lain.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila dikemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, Mei 2018

Yang membuat pernyataan



(Posmaria Mei Siska)
NPM.1314071043

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Jakarta, pada 24 Mei 1995 dari pasangan Ibu Emmi br. Hasugian dan Bapak Pionard Pontus Sinaga, S.E. Penulis merupakan anak pertama dari lima orang bersaudara. Penulis memulai sekolah Taman Kanak-Kanak di TK. St. Fransiskus pada tahun 1999. Penulis melanjutkan pendidikan Sekolah Dasar di SD. St. Fransiskus III pada tahun 2001, dan melanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Pertama di SMP. St. Fransiskus II pada tahun 2007, serta melanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Atas di SMAN 30 pada tahun 2010. Penulis lulus Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN) pada tahun 2013, dan melanjutkan kuliah di jurusan Teknik Pertanian – Universitas Lampung.

Penulis melaksanakan Praktik Umum (PU) di PT. Kusuma Agrowisata, Kota Wisata Batu, Jawa Timur pada bulan Juli – Agustus 2016 dan melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Padang Rejo, Kecamatan Pubian, Kabupaten Lampung Tengah pada bulan Januari – Maret 2017. Selama menjadi mahasiswa penulis Aktif dalam mengikuti organisasi PERMATEP (Persatuan Mahasiswa Teknik Pertanian) sebagai Anggota Bidang Dana dan Usaha selama dua periode dari tahun 2014/2015 dan 2015/2016. Penulis juga pernah tercatat sebagai Anggota Sie Persekutuan Umum di POMPERTA pada tahun 2014/2015.

PERSEMBAHAN

Terimakasih,

Tuhan Yesus

Keluarga inti

Mama dan bapak yang tidak pernah jemu mendoakan, menyemangati, mencukupi kebutuhan ku, dan menghiburku. Adik-adik ku (Leo, Raja, Boyke, dan Johannes) yang selalu menghibur dan mendoakanku.

Penyemangat tambahan

Keluarga besar Op. Nico, keluarga besar Op. Bohe, teman seperjuangan yang nano-nano namun menghibur di Tektan 2013, bebeb kosan, MAUL, teman PU Kusuma Agrowisata, teman KKN Padang Rejo, para dosen Teknik Pertanian, dan teman-teman ku yang dirumah.

Kuliah mengajarkan ku untuk lebih bersyukur suatu kesempatan yang belum tentu semua orang rasakan. Merantau mengajarkan ku untuk pandai beradaptasi dengan lingkungan baru dan belajar mandiri. Skripsi mengajarkan ku lebih berusaha dan berdoa. Terimakasih untuk semua pihak yang selalu mendukung hingga akhirnya perjalanan di Teknik Pertanian Universitas Lampung inipun dapat terselesaikan dengan baik.

SANWACANA

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena rahmat dan lindungan-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul **“Kinerja Pengolahan Limbah Effluent Biogas Dari Limbah Cair Industri Tapioka Dengan Kolam Eceng Gondok (*Eichornia crassipes* (Mart) Solms) di PD. Semangat Jaya – Lampung Selatan”** sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknologi Pertanian. Penulis menyadari bahwa terselesaikannya kuliah dan penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan, dukungan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
2. Bapak Dr. Ir. Sugeng Triyono, M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Pertama yang telah banyak meluangkan waktunya untuk membimbing, membantu baik secara pemikiran maupun materil, memotivasi, dan memberikan saran dalam proses penyusunan skripsi ini.
3. Bapak Ir. M. Zen Kadir, M.T., selaku Dosen Pembimbing Kedua dan selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan motivasi, dan masukan sejak penyusunan mata kuliah untuk KRS hingga sekarang dalam penyusunan skripsi ini.

4. Bapak Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P., selaku Ketua Jurusan Teknik Pertanian Universitas Lampung serta selaku Dosen Pembahas yang telah memberikan kritik dan saran dalam penyelesaian skripsi ini.
5. Bapak H. Supar, selaku pemilik PD. Semangat Jaya yang telah mengizinkan saya penelitian dan mengambil sampel limbah.
6. Mamaku (Emmi Hasugian), Bapakku (Pionard P Sinaga), dan keempat adik-adikku (Leo, Raja, Boyke, dan Johannes) yang selalu mendoakan dan menghiburku dari jauh.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Bandar Lampung, Mei 2018

Penulis

Posmaria Mei Siska

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	4
1.3 Manfaat Penelitian.....	4
1.4 Hipotesis	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Industri Tepung Tapioka	5
2.2 Parameter Kualitas Limbah	9
2.3 Karakteristik Limbah Cair Tapioka	10
2.4 Pengolahan Air Limbah Secara Biologis	13
2.5 Eceng Gondok (<i>Eichornia crassipes</i>)	16
III. METODOLOGI DAN PENELITIAN	
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	18
3.2 Alat dan Bahan	18
3.3 Prosedur Penelitian	19
3.3.1 Persiapan.....	21
3.3.2 Pengambilan Data.....	22
3.4 Alur Pengolahan Limbah.....	29
3.5 Analisis Data.....	30
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Hasil Pengamatan pada Limbah Cair	31
4.1.1 pH (derajat keasaman)	31

4.1.2 Suhu	32
4.1.3 Kekeruhan	34
4.1.4 BOD ₅	36
4.1.5 Amonia.....	38
4.1.6 TS, TSS, dan TFS	39
4.2. Hasil Pengamatan pada Kolam Eceng Gondok	42
4.2.1 Populasi Eceng Gondok.....	42
4.2.2 Laju Pertumbuhan Eceng Gondok.....	43
4.2.3 Kadar Air dan Kadar Abu	44
4.2.4 Nilai C, N, P, dan K.....	45
4.2.5 Evapotranspirasi.....	47
4.2.6 Debit.....	49
4.2.7 Waktu Tinggal Hidrolik (HRT)	50
4.3 Neraca Massa	51

V. KESIMPULAN

5.1 Kesimpulanm	53
5.2 Saran	53

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Baku mutu air limbah industri tapioka	6
2. Hasil pengamatan terhadap pH	32
3. Hasil pengamatan terhadap suhu	33
4. Pengukuran terhadap kekeruhan	35
5. Pengukuran terhadap BOD ₅	36
6. Pengukuran terhadap amonia	38
7. Pengamatan terhadap TS	40
8. Pengamatan terhadap TSS	41
9. Laju pertumbuhan eceng gondok	43
10. Pengamatan terhadap tanaman eceng gondok	44
11. Data hasil analisis eceng gondok	46
12. Hasil evapotranspirasi	47
13. Hasil pengolahan limbah	51
14. Data amonia	63
15. Data mentah amonia	63
16. Data BOD ₅	72
17. Data DO	72
18. Total <i>solids</i>	75
19. Total <i>Suspended Solids</i> (TSS)	75
20. Total <i>Filterable Solids</i> (TFS)	76
21. Data mentah TS, TSS, TFS	77
22. pH (derajat keasaman)	81
23. EC dan suhu	82
24. Kekeruhan	82

25. Data mentah kadar air eceng gondok	82
26. Data mentah kadar abu eceng gondok	82
27. Laju pertumbuhan tanaman eceng gondok	82
28. Data mentah evapotranspirasi	83
29. Data mentah evapo harian	83
30. Data mentah C, N, P, dan K	84
31. Data mentah ombrometer	84

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Diagram Alir Proses Pengolahan Tapioka	7
2. Diagram Alir Penelitian	20
3. Alur Pengolahan Limbah	20
4. Derajat keasaman (pH) air limbah kolam eceng gondok	31
5. Suhu air limbah kolam eceng gondok	33
6. Nilai kekeruhan dari limbah cair tapioka	35
7. Nilai pengamatan BOD ₅ pada limbah cair tapioka	37
8. Nilai amonia limbah cair tapioka pada kolam eceng gondok	38
9. Nilai TS pada pengolahan limbah cair tapioka	40
10. Nilai TSS pada pengolahan limbah cair tapioka	41
11. Laju pertumbuhan eceng gondok pada kolam pengolahan limbah	43
12. Grafik evapotranspirasi pada kolam limbah	48
13. Absorban amonia	67
14. Pembuatan larutan <i>nessler</i>	85
15. Larutan standar	85
16. Proses uji kekeruhan	86
17. Proses uji TS, TSS, dan TFS	88
18. Proses pengamatan laju pertumbuhan eceng gondok	87

19. Sampling untuk proses pengamatan populasi eceng gondok	87
20. Proses pengamatan evapotranspirasi	88
21. Proses pengambilan sampel limbah	88
22. Eceng gondok segar	89
23. Batang eceng gondok setelah di oven	89
24. Bahan kering sebelum di tanur	90
25. Bahan setelah di tanur	90

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Ubi kayu di Indonesia menempati urutan nomor tiga setelah padi dan jagung sebagai makanan pokok masyarakat, bahkan di beberapa daerah ubi kayu digunakan sebagai bahan makanan pokok. Ubi kayu merupakan salah satu komoditas pertanian unggulan di provinsi Lampung, terbukti dengan banyaknya lahan penanaman untuk ubi kayu. Jumlah produksi ubi kayu yang cukup banyak di provinsi Lampung menyebabkan banyaknya usaha pengolahan ubi kayu baik perusahaan besar maupun perusahaan kecil. Bentuk pengolahan ubi kayu yang banyak dilakukan adalah mengolah ubi kayu menjadi tepung tapioka.

Industri tapioka di provinsi Lampung tercatat sebanyak 59 perusahaan (Kementerian Republik Indonesia, 2017). Industri tapioka merupakan industri yang banyak menggunakan air bersih dalam kegiatan produksinya, maka banyak juga limbah cair yang akan dihasilkan dari industri tapioka. (Santoso, 2011) menyatakan proses pembuatan tapioka mempergunakan air relatif banyak, setiap ton ubi kayu dibutuhkan 6-9 ton m³ air. Menurut (Prasojo, 2012) limbah cair yang dihasilkan oleh industri tapioka dapat mencapai 3000 m³/hari. Perlunya penanganan terhadap limbah cair hasil produksi tapioka agar tidak mencemari lingkungan, dan tidak memberikan dampak buruk bagi lingkungan dan sekitar.

Secara umum pengolahan limbah cair dari industri pangan dapat dilakukan secara fisika, biologi dan kimia. Pengolahan secara biologi menggunakan mikroorganisme dan tanaman tingkat tinggi sebagai upaya pemulihan tanah dan air yang terkontaminasi akibat pencemaran limbah cair industri (Felani, 2007).

Salah satu contoh pengolahan air limbah dimulai dengan menempatkan limbah di bak pemisah, kemudian dialirkan dalam kolam penampung limbah, air limpasan dialirkan ke bak kontak anaerob, kemudian dialirkan ke bak kontak aerob, dialirkan ke bak pengendapan akhir dengan peran tanaman, setelah itu limbah dapat langsung dibuang ke sungai atau saluran umum (Said, 2011). Limbah cair tapioka juga dapat menjadi biogas karena limbah dengan kandungan bahan-bahan organik konsentrasi tinggi sangat sesuai untuk diproses dalam sistem fermentasi anaerobik, kegunaan dari biogas sendiri adalah menjadi sumber energi alternatif pengganti bahan bakar minyak.

Pengolahan limbah cair menggunakan tumbuhan Eceng Gondok (*Eichornia crassipes* (Mart) Solms) merupakan salah satu cara pengolahan limbah secara biologi. Keunggulan dari tumbuhan ini adalah dapat menyerap nitrogen dan fosfor dari air yang tercemar, berpotensi untuk digunakan sebagai komponen utama pembersih air limbah dari berbagai industri dan rumah tangga. Oleh sebab itu, banyak penelitian yang menggunakan eceng gondok dalam pengolahan limbah cair. Menurut (Ratnani, 2011) eceng gondok dapat merubah pH dari 4,2 menjadi 7,3, dan penurunan COD dari 786 ppm menjadi 208 ppm.

Industri pembuatan tepung tapioka milik bapak H. Supar (PD. Semangat Jaya) berlokasi di desa Bangun Sari, Negri Katon, Kabupaten Pesawaran, Lampung Selatan, Lampung. Bapak H. Supar menyebutkan bahwa perusahaan tersebut telah terbentuk dari tahun tahun 1998. Luas area pabrik adalah sekitar 6 hektar. Setiap hari industri tersebut memproduksi tapioka 30 ton hingga 80 ton per hari. Utamanya unit pengolahan air limbah terdiri dari kolam biogas dan kolam eceng gondok. Air limbah dari proses produksi mengalir masuk ke kolam biogas, kemudian masuk ke kolam eceng gondok. Air limbah luaran kolam eceng gondok kemudian dimanfaatkan untuk menyiram tanaman.

Pengolahan air limbah dengan eceng gondok sangat layak untuk dikembangkan karena sistem pengolahan air limbah ini termasuk murah, tidak memerlukan modal awal yang tinggi dan juga tidak membutuhkan biaya operasional yang memberatkan. Pengoperasiannya juga tidak memerlukan keterampilan khusus bagi operatornya. Lebih dari itu, biomasa tumbuhan eceng gondok dapat dimanfaatkan untuk memproduksi berbagai produk yang bernilai ekonomi seperti kerajinan tangan, pakan ternak, dan pupuk organik. Namun demikian, kinerja sistem eceng gondok dalam hal pengolahan air limbah perlu diteliti terlebih dahulu. Pengolahan air limbah dengan eceng gondok banyak dilakukan, namun kinerjanya kemungkinan berbeda-beda pada setiap jenis air limbah yang berbeda. Kinerja pengolahan air limbah dengan menggunakan kolam eceng gondok di PD. Semangat Jaya belum diteliti. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja pengolahan air limbah tapioka dengan kolam eceng gondok di PD. Semangat Jaya.

1.2. Tujuan Penelitian

Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui peranan Eceng Gondok (*Eichornia crassipes* (Mart) Solm) dalam pengolahan limbah cair.

1.3. Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat :

1. Memberikan informasi mengenai pengolahan limbah sebelum akhirnya dibuang
2. Memberikan informasi mengenai pengolahan limbah yang simple dengan penggunaan tanaman air Eceng Gondok (*Eichornia crassipes* (Mart) Solm).

1.4. Hipotesis

Tanaman Eceng Gondok pada kolam pengolahan limbah cair industri tapioka dapat memperbaiki kualitas air limbah.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Industri Tepung Tapioka

Ubi kayu merupakan salah satu bahan pangan pengganti beras yang cukup penting peranannya dalam menopang ketahanan pangan suatu wilayah. Hal ini dikarenakan ubi kayu sebagai sumber bahan pangan pengganti bahan pangan utama yaitu beras. Dalam pemenuhan karbohidrat, ubi kayu merupakan komoditas tanaman pangan ketiga di Indonesia setelah padi dan jagung. Ubi kayu umumnya dikembangkan di daerah kering dan menjadi andalan petani di daerah tersebut (Kementrian Pertanian, 2015).

Menurut BPS (2016), produksi ubi kayu di Lampung pada tahun 2015 adalah 7.387.084 ton dan pada 2014 adalah 8.034.016 ton. Pertumbuhan produksi ubikayu pada tahun 2015 terhadap 2014 yaitu -1,73%. Salah satu kendala yang menyebabkan penurunan produksi ubi kayu adalah penggunaan benih atau bahan tanam yang tidak unggul. Penurunan produksi ubi kayu tidak sebanding dengan pertumbuhan penduduk yang semakin meningkat tiap tahun. Hal ini menyebabkan kebutuhan pangan termasuk ubi kayu meningkat. Untuk itu ubi kayu dibutuhkan dalam kuantitas serta kualitas yang cukup agar tidak terjadi kekurangan gizi dan kelaparan. Industri tapioka merupakan salah satu industri

yang banyak digemari sehingga menjadi industri dominan di Provinsi Lampung, baik industri skala kecil maupun besar. Bahan baku utama industri ini adalah singkong yang juga banyak ditanam di Provinsi Lampung, sehingga singkong yang digunakan berasal dari petani setempat atau dari lahan perkebunan yang dimiliki oleh industri tersebut.

Proses industri tapioka mengeluarkan dua macam limbah yaitu limbah padat dan limbah cair. Limbah padat berasal dari proses pengupasan ketela serta proses pemerasan dan penyaringan. Sedangkan limbah cair atau air buangan berasal dari proses pencucian ketela pohon dan proses pengendapan atau pemisahan pati (Santoso, 2008).

Tapioka adalah pati yang terdapat dalam umbi kayu, biasa disebut singkong.

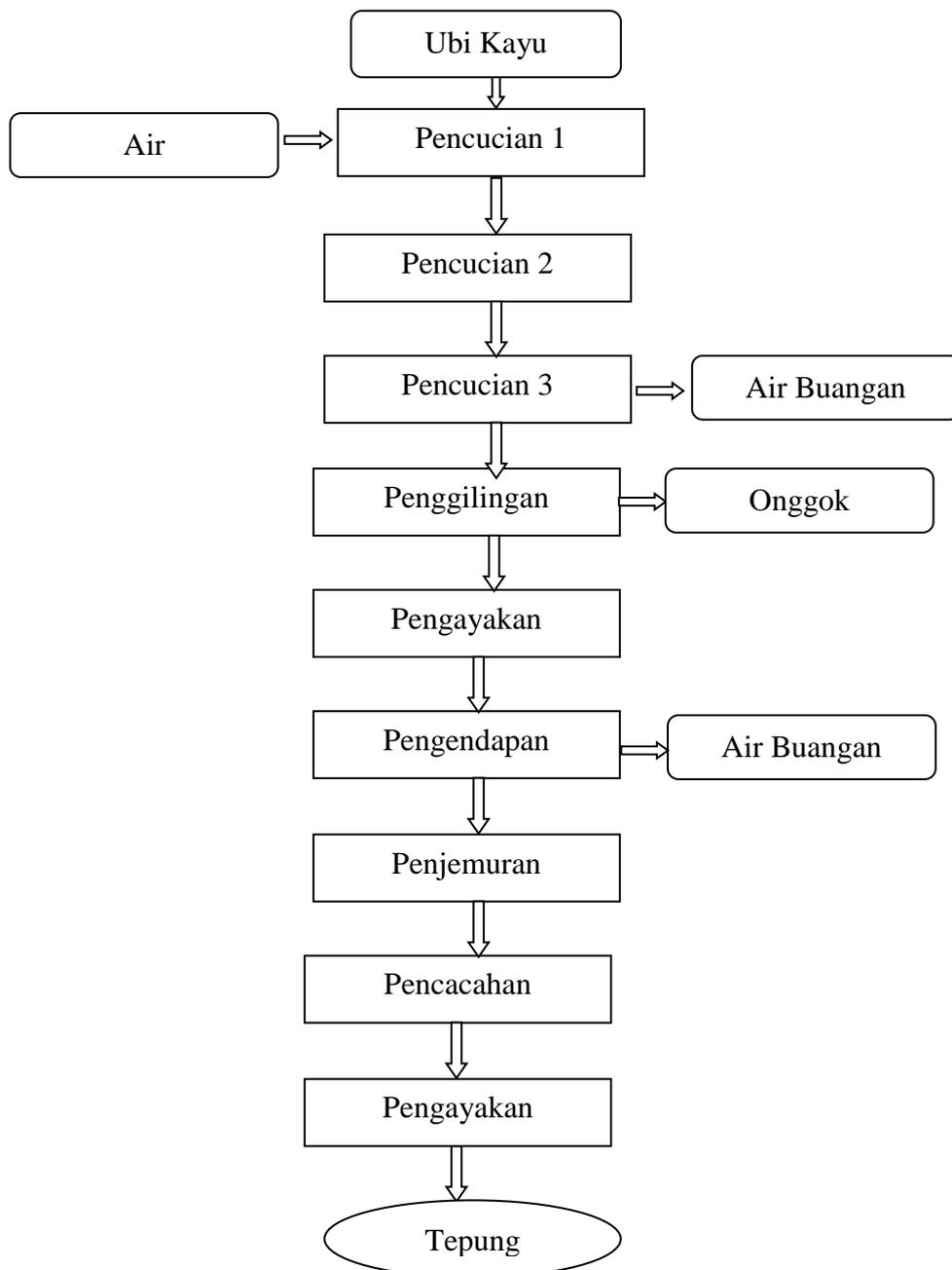
Umbi tanpa kulit mempunyai komposisi rata-rata sebagai berikut : air : 65%, pati : 32%, protein : 1%, lemak : 0,4%, serat : 0,8%, abu : 0,4%.

Tabel 1. Baku mutu air limbah industri tapioka

Parameter	Kadar Maksimal
BOD (5 Hari, 20 ⁰ C)	100 mg/L
COD	250 mg/L
Total Padatan Tersuspensi	60 mg/L
pH	6-9
Sianida	0,2 mg/L
Debit	25 m ³ per ton produksi

Sumber : Peraturan Gubernur Lampung Nomor 7 Tahun 2010.

Air buangan yang bersasal dari cucian ketela mengandung kotoran fisis berupa tanah serta sedikit bahan organik dari ketela yang terlarut pada saat pencucian ini kandungan kadar pencemarannya tidak seberat kadar pencemar yang terkandung dalam air buangan dari pengendapan pati.



Gambar 1. Diagram alir proses pengolahan tapioka

Industri tapioka skala besar tahapan proses produksi adalah pembersihan bahan, pencucian, pemarkutan, ekstraksi, pemisahan/separasi, sentrifuge, pengeringan, dan proses pengepakan.

Proses pengolahan ubi kayu menjadi tapioka skala besar adalah

1. Diawali dengan pemisahan kotoran dalam *rotary screen*. Ubi kayu dilewatkan dalam *rotary screen* sehingga kotoran akan jatuh melalui lubang saringan sedangkan ubi kayu akan menuju unit pencucian.
2. Proses pencucian dengan menggunakan air dilakukan untuk menghilangkan kotoran dan tanah yang menempel. Unit pencucian biasanya digabung dengan unit pengupas kulit ari ubi kayu yang bekerja secara simultan.
3. Ubi kayu yang sudah bersih selanjutnya dibawa ke unit *chooper* untuk dipotong menjadi ukuran kecil-kecil. Tahap berikutnya adalah pamarutan agar ukuran ubi kayu menjadi lebih kecil dan memungkinkan sel-sel pati terpecah. Dalam proses pamarutan juga dilakukan penambahan air. Air berfungsi untuk mengestrak pati sekaligus untuk mengalirkan bubur ubi kayu.
4. Bubur ubi kayu yang dihasilkan dari unit parutan ini selanjutnya dimasukkan ke unit ekstraktor untuk memisahkan pati dengan ampasnya (onggok). Unit ekstraktor bekerja secara series untuk meyakinkan bahwa pati yang terdapat dalam ubi kayu telah terekstrak secara sempurna dan terpisah dari ampasnya.
5. Pati ubi kayu selanjutnya dialirkan menuju unit pengendapan dan pemurnian untuk memisahkan pati dari bahan-bahan asing yang terlarut. Pada tahap ini pati masih dalam keadaan basah.

6. Setelah dipisahkan dari bahan pengotor selanjutnya pati ubi kayu dipisahkan dengan air secara sentrifugal dan dikeringkan agar dapat disimpan dalam waktu yang lama.
7. Pati tapioka kasar selanjutnya dihaluskan dan diayak agar diperoleh tapioka yang halus (Kementrian Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia, 2009).

2.2. Parameter Kualitas Limbah

Pencemaran lingkungan dapat diukur dengan parameter kualitas limbah yang dibuang.

1. Parameter Fisik

Parameter fisik limbah terdiri dari warna, tempertur, parameter konduktivitas, bau, rasa, kekeruhan, dan *total solids*.

2. Parameter Kimia

Parameter kimia terdiri dari pH, oksigen terlarut (DO), *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), sulfat, klorida, florida, dan bahan-bahan kimia lainnya.

3. Paraeter Biologi

Kontaminan-kontaminan biologis dalam air dapat menimbulkan berbagai penyakit yang dikenal dengan nama *water-borne disease* seperti thypus, cholera, dysentrie, dll.

4. Parameter Radioaktif

Radio aktivitas dalam air dapat berasal dari kebocoran instalasi nuklir. Zat radioaktif sangat berbahaya karena memiliki sifat mutagenik yang dapat mempengaruhi kesehatan.

2.3. Karakteristik Limbah Cair Tapioka

a) Warna

Warna air limbah yang berasal dari proses pencucian umumnya putih kecoklatcoklatan disertai suspensi yang berasal dari kotoran kotoran dan kulit ubi kayu. Sedangkan yang berasal dari proses pemisahan pati berwarna putih kekuning kuningan air limbah tapioka yang masih baru biasanya berbau khas seperti ubi kayu hal tersebut mudah berubah menjadi apabila dibiarkan ditempat yang tergenang. Hal tersebut akan semakin menyengat karena proses pembusukan, hal ini juga akan bertambah busuk apabila onggok yang dibuang dicampur bersama sama dengan limbah cairnya.

b) Padatan tersuspensi

Padatan tersuspensi di dalam air cukup tinggi, berkisar 1500-5000 mg/l. Padatan tersuspensi ini merupakan suspensi pati yang terendapkan pada (pengendapan tingginya kandungan padatan tersuspensi menandakan bahwa proses pengendapan belum sempurna). Nilai padatan tersuspensi, BOD, COD saling berkaitan tinggi padatan tersuspensi semakin tinggi nilai COD dan BODnya.

c) pH

pH menyatakan intensitas kemasaman atau alkalinitas dari limbah tersebut. Penurunan pH menandakan bahwa di dalam air limbah tapioka ini sudah terjadi aktifitas jasad renik yang mengubah bahan organik yang mudah terurai menjadi asam-asam. Air limbah tapioka yang masih segar mempunyai pH 6-6,5 akan turun menjadi sekitar 4.

d) BOD (*Biochemical Oxygen Demand*)

BOD juga merupakan parameter yang umum dipakai menentukan pencemaran air bahan-bahan organik pada air dan BOD adalah sejumlah oksigen yang dibutuhkan oleh bakteri untuk metralisis atau menstabilkan bahan-bahan organik di dalam air melalui proses oksidasi biologis (biasanya dihitung selama periode 5 hari pada suhu 20 0C), semakin ting nilai BOD semakin tinggi tingkat pencemaran air tersebut. Di dalam air limbah tapioka BOD berkisar antara 3000-6000 mg/l.

Beberapa jenis ketela pohon mengandung sianida yang bersifat toksis. Sianida ini larut dalam air dan akan mudah menguap apabila ada olakan atau aerasi terhadap limbah kandungan sianida pada limbah tapioka sangat bervariasi tergantung dengan ketela pohon yang dipakai (Prayitno, 2008).

BOD adalah jumlah oksigen yang diperlukan untuk konservasi mikroba atau mengoksidasi senyawa organik dalam limbah cair oleh mikroba pada 20⁰C selama waktu inkubasi 5 hari. Parameter BOD digunakan untuk mengetahui karakteristik senyawa kimia organik dalam limbah cair. BOD dilakukan pada suhu tersebut

karena pada waktu pengambilan cup likan limbah cair di Inggris suhunya 20°C (Suharto, 2011).

Biochemical Oxygen Demand (BOD) menunjukkan jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh bakteri dalam merombak bahan organik selama masa inkubasi. Semakin tinggi kandungan bahan organik suatu air limbah, maka konsentrasi BOD akan semakin tinggi. Dengan kompleksnya pengukuran kandungan bahan organik, maka parameter BOD memberikan ukuran yang cukup praktis.

Pengukuran uji BOD digunakan untuk :

1. Menentukan perkiraan jumlah oksigen yang diperlukan dalam pengolahan air limbah secara biologis
2. Menentukan ukuran fasilitas pengolahan air limbah
3. Mengukur efisiensi pengolahan air limbah
4. Mengetahui kesesuaian antara air limbah olahan dengan ambang batas sesuai peraturan

Parameter polusi bahan organik di air limbah dan air permukaan yang banyak dipakai adalah BOD 5 hari (BOD_5). Penentuan ini melibatkan pengukuran oksigen terlarut/*dissolved oxygen* (DO) yang digunakan oleh mikroorganisme dalam proses mengoksidasi bahan organik. Biasanya pengukuran dilakukan dengan beberapa tingkat keenceran, sehingga DO akhirnya tidak terlalu rendah. Masa inkubasi biasanya memerlukan 5 hari, pada suhu 20°C , tetapi periode yang lebih lama dan tingkat suhu yang lain bisa juga digunakan. Inkubasi tujuh hari, sesuai hari kerja, bisa juga digunakan. Hasil yang diperoleh harus dikonversi dan dilaporkan sebagai BOD_5^{20} (inkubasi 5 hari pada suhu 20°C) (Triyono, 2013).

2.4. Pengolahan Air Limbah Secara Biologis

Proses pengolahan tepung tapioka selain menghasilkan produk utama (tepung) juga menghasilkan limbah atau sisa olahan yang berupa padat, cair, atau gas. Dari ketiga jenis limbah tersebut, limbah cair sering menimbulkan dampak negatif bagi perairan mengingat selama ini limbah cair yang dihasilkan pada umumnya tidak dikelola terlebih dahulu sebelum dibuang ke badan perairan.

Pencemaran lingkungan tidak akan terjadi jika seandainya limbah-limbah tersebut sebelum dibuang dilakukan pengolahan terlebih dahulu. Pengolahan limbah bertujuan untuk mengurangi bahan-bahan tercemar dan beracun yang ada didalamnya hingga kadarnya berkurang dan bahkan jika mungkin menghilangkan sama sekali sebelum limbah tersebut dibuang. Meskipun pemerintah telah menetapkan peraturan tentang tata cara pembuangan limbah beracun, namun dalam praktiknya di lapangan masih banyak terjadinya pencemaran akibat limbah industri baik berupa limbah padat maupun cair (Felani, 2007).

Kegiatan suatu industri adalah proses pengolahan suatu bahan baku menjadi bahan setengah jadi atau bahan jadi untuk keperluan manusia dan makhluk hidup lainnya. Selain memberi manfaat positif, disisi lain kegiatan industri menghasilkan limbah yang dapat mengakibatkan potensi pencemaran terhadap lingkungan. Dampak dari pencemaran lingkungan yang dapat dirasakan secara langsung maupun tak langsung oleh manusia dan lingkungan adalah limbah cair yang dihasilkan oleh suatu industri, contohnya industri tepung tapioka.

Pengolahan limbah memiliki tujuan untuk mengurangi volume, konsentrasi atau bahaya yang dapat ditimbulkan oleh limbah sehingga dapat memenuhi baku mutu

lingkungan yang dipersyaratkan (Sariadi, 2011).

Air merupakan bahan pembantu utama dalam proses produksi tapioka, yang sampai saat ini pemakaiannya terus dikaji agar terjadi efisiensi penggunaan air. Limbah cair industri tapioka yang berasal dari pencucian dan penguapan biasanya mengandung padatan tersuspensi yang kasar dan halus serta mengandung senyawa organik. Penimbunan secara terus menerus yang terjadi pada limbah yang mengandung senyawa organik akan menimbulkan bau dan rasa yang tidak sedap dan mengganggu ekosistem sekitar (Agustira, 2013).

Masalah air limbah di Indonesia baik limbah domestik maupun air limbah industri sampai saat ini menjadi masalah yang serius. Proses pengolahan air limbah dengan aktifitas mikro-organisme biasa disebut dengan “Proses Biologis”. Proses pengolahan air limbah secara biologis dapat dilakukan pada kondisi aerobik (dengan udara), kondisi anaerobik (tanpa udara) atau kombinasi anaerobi dan aerobik. Proses biologis aerobik biasanya untuk menurunkan BOD yang tidak terlalu tinggi, sedangkan proses biologis anaerobik untuk pengolahan air limbah berbeban BOD sangat tinggi.

Pengolahan air limbah secara biologis dapat dibagi menjadi tiga yakni proses biologis dengan biakan tersuspensi (*suspended culture*), proses biologis dengan biakan melekat (*attached culture*) dan proses pengolahan dengan sistem lagoon atau kolam. Proses biologis dengan biakan tersuspensi adalah sistem pengolahan dengan menggunakan aktifitas mikro-organisme untuk menguraikan senyawa polutan yang ada dalam air dan mikro-organisme yang digunakan dibiakkan secara tersuspensi di dalam suatu reaktor. Proses biologis dengan biakan melekat

yakni proses pengolahan limbah dimana mikro-organisme yang digunakan dibiakkan pada suatu media sehingga mikroorganisme tersebut melekat pada permukaan media. Proses ini disebut juga dengan proses film mikrobiologis atau proses biofilm.

Proses pengolahan air limbah secara biologis dengan lagoon atau kolam adalah dengan menampung air limbah pada suatu kolam yang luas dengan waktu tinggal yang cukup lama sehingga dengan aktifitas mikro-organisme yang tumbuh secara alami, senyawa polutan yang ada dalam air akan terurai. Proses dengan sistem lagoon tersebut terkadang dikategorikan sebagai proses biologis dengan biakan tersuspensi (Said, 2011).

Air limbah agroindustri tapioka mempunyai kandungan bahan organik yang sangat tinggi yaitu mempunyai COD sekitar 12.000-25.000 mg/l dengan jumlah sekitar 20-25 m/ton produk. Untuk mengolah air limbah dengan karakteristik dan jumlah seperti ini agar memenuhi baku mutu air limbah industri tapioka tentunya memerlukan biaya yang tidak sedikit, minimal memerlukan lahan yang sangat luas bila diolah dengan cara biologis. Pengolahan biologis untuk air limbah dengan karakteristik seperti ini tentunya memerlukan tahap pengolahan secara anaerobik. Tahap proses ini memberikan dampak lain terhadap kondisi atmosfer bumi karena proses ini menghasilkan gas metana dan karbondioksida yang merupakan gas-gas rumah kaca. Walaupun demikian, sesungguhnya gas metana merupakan gas yang dapat dibakar sehingga tahap proses anaerobik dalam pengolahan air limbah tapioka juga menghasilkan sumber energi baru dan

terbarukan. Jumlah biogas (campuran CH₄) untuk kapasitas produksi 100 ton tapioka/hari adalah setara dengan 7 ton karbon/hari (Kementrian Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia, 2009).

2.5. Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*)

Ratnani (2011) menyebutkan, eceng gondok termasuk *family Pontederiaceae*. Tanaman ini hidup di daerah tropis maupun subtropis. Eceng gondok digolongkan sebagai gulma perairan yang mampu menyesuaikan diri terhadap perubahan lingkungan dan berkembang biak secara cepat. Tempat tumbuh ideal adalah perairan yang dangkal dan berair keruh, dengan suhu berkisar antara 28-30 C dan kondisi pH berkisar 4-12.

Eceng gondok memiliki keunggulan dalam kegiatan fotosintesis, penyediaan oksigen dan penyerapan sinar matahari. Bagian dinding permukaan akar, batang dan daunnya memiliki lapisan yang sangat peka sehingga pada kedalaman yang ekstrem sampai 8 meter di bawah permukaan air masih mampu menyerap sinar matahari serta zat-zat yang larut dibawah permukaan air. Eceng gondok dapat menyerap senyawa nitrogen dan fosfor dari air yang tercemar, berpotensi digunakan sebagai komponen utama pembersih air limbah dari berbagai industri dan rumah tangga, serta dapat menurunkan konsentrasi COD dari air limbah (Ratnani, 2011).

Struktur anatomi eceng gondok terdiri dari struktur batang, struktur daun, dan struktur akar. Batang tumbuhan eceng gondok (*petiola*) yang berbentuk bulat menggebu, di dalamnya penuh dengan ruang-ruang udara yang berfungsi

untuk mengapung diatas permukaan air. Lapisan terluar dari *petiola* adalah *epidermis*. Lapisan epidermis pada eceng gondok tidak berfungsi sebagai alat pelindungan jaringan, tetapi berfungsi untuk mengabsorbsi gas-gas dan zat-zat makanan secara langsung dari air. Jaringan disebelah dalam banyak terdapat jaringan pengangkut yang terdiri dari *xylem* dan *floem*, dengan letak yang tersebar rata didalam *parenkim* (Widyaningsih 2007; Ratnani 2012).

Eceng gondok mampu mengolah limbah cair dari limbah buangan industri tepung tapioka, hasil yang diperoleh adalah eceng gondok mampu menurunkan BOD sebesar 76,38%-79,49% dan penurunan BOT sebesar 73,67%-76,52%; nilai kekeruhan menurun tajam sebesar 80,77%-84,62% dan meningkatkan *Dessolved Oxygen* (DO) (Felani, 2007).

III. METODOLOGI DAN PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dari bulan Juli 2017 sampai dengan bulan September 2017 bertempat di Laboratorium Rekayasa Sumber Daya Air dan Lahan (RSDAL) Universitas Lampung, dan pabrik industri tapioka PD. Semangat Jaya – Lampung Selatan.

3.2 Alat dan Bahan

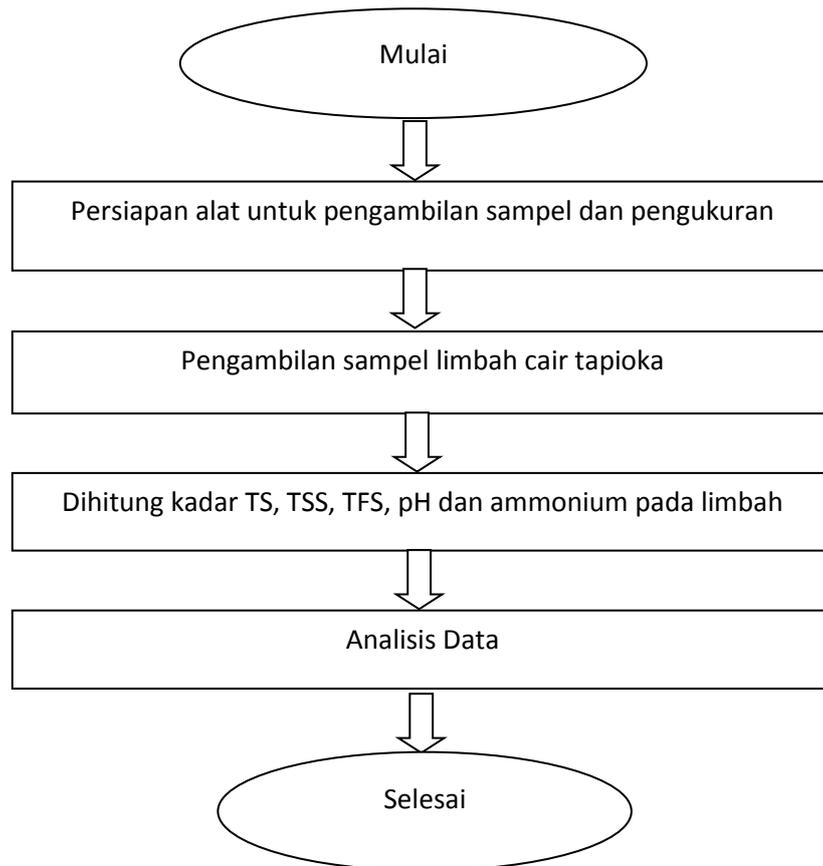
Alat yang digunakan adalah oven, timbangan analitik, spektrofotometer, cawan, botol sampel, pipet, gelas beaker, botol sampel, ember, timbangan, timbangan analitik, cawan, pipet ukur, pH meter, EC meter, turbidimeter, spektroskopi, DO meter, ember, 3 unit petak kayu (1x1m kedalaman plastik 20cm), 2 unit petak kayu (1x1m tanpa alas plastik), kertas saring Whatman GF/C berpori 1.2 mikron dan alat laboratorium lainnya.

Bahan yang digunakan adalah limbah cair tapioka dan eceng gondok yang berasal dari kolam pengolahan limbah di PD. Semangat Jaya – Lampung Selatan, dan bahan-bahan kimia yang digunakan adalah larutan induk amoniak, dan larutan nessler.

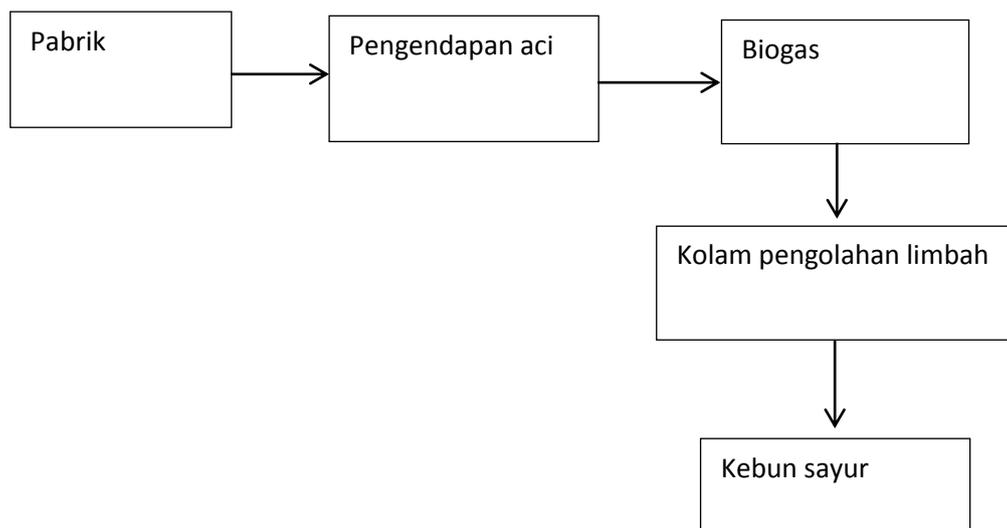
3.3 Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan mengamati beberapa parameter sebelum dan setelah melalui kolam pengolahan limbah, untuk mengetahui penurunan nilai akibat pengolahan limbah dengan tumbuhan eceng gondok. Beberapa parameter yang diamati langsung di kolam pengolahan limbah adalah debit, populasi eceng gondok, dan laju pertumbuhan eceng gondok, dan evapotranspirasi. Parameter lainnya yang diamati di laboratorium adalah pH, suhu, kekeruhan, BOD₅, ammonium, TS, TSS, TFS, kadar air, kadar abu, dan nilai C, N, P, K pada eceng gondok.

Prosedur penelitian ini dimulai dengan mempersiapkan alat dan bahan yang diperlukan selama pengamatan dalam penelitian, kemudian pengambilan sampel limbah masu yang berasal dari limbah keluar pengolahan biogas dan limbah keluar dari kolam pengolahan limbah cair industri tapioka yang ada di PD. Semangat Jaya, kemudian dilanjutkan dengan mengamati parameter pengamatan dalam penelitian, dilanjutkan dengan pengolahan data dan analisis data, dan selesai. Diagram penelitian dapat dilihat pada gambar 2 :



Gambar 2. Diagram alir penelitian



Gambar 3. Alur pengolahan limbah

3.3.1. Persiapan

1. Pembuatan petak pengamatan

Beberapa parameter yang memerlukan petak pengamatan adalah populasi eceng gondok, laju pertumbuhan eceng gondok, dan evapotranspirasi. Petak pengamatan populasi eceng gondok berbentuk persegi yang terbuat dari bahan kayu berukuran 1x1 m. Petak pengamatan laju pertumbuhan eceng gondok berbentuk persegi yang terbuat dari bahan kayu berukuran 1x1 m dengan ketebalan sterofom 10 cm dibawah kayu, sejumlah 2 petak. Petak pengamatan evapotranspirasi berjumlah 3 petakan. Petak pengamatan evapotranspirasi berbentuk persegi berukuran 1x1 m yang diapungkan dengan sterofom setebal 10 cm dan memiliki kedalaman alas plastik ± 20 cm.

2. Pengukuran debit

Pengukuran debit dilakukan dengan metode volumetrik. Pengukuran debit dilakukan pada paralon limbah masuk dan paralon limbah keluar. Waktu dan volume yang didapat dari hasil pengukuran kemudian disesuaikan dengan lama kerja pabrik yaitu selama 8 jam dalam sehari.

3. Pengukuran populasi eceng gondok

Pengukuran populasi eceng gondok dengan metode sampling. Petak pengamatan populasi eceng gondok dilempar secara acak sebanyak tiga kali diatas hamparan eceng gondok, kemudian eceng gondok yang masuk dalam petak pengamatan dihitung jumlahnya dan ditimbang. Hasil dari tiga kali sampling dirata-rata sebagai populasi dari tumbuhan eceng gondok yang ada di kolam pengolahan limbah.

3.3.2. Pengambilan Data

Data yang dikumpulkan merupakan hasil pengukuran dari setiap parameter pengamatan yang diambil di sumber limbah cair sebelum dan sesudah masuk dalam kolam pengolahan limbah. Sampel limbah masuk diambil dari paralon keluarnya limbah masuk, sedangkan limbah keluar diambil dengan cara menciduk langsung air dari kolam pengolahan limbah yang sumbernya jauh dari limbah masuk.. Parameter yang diamati adalah sebagai berikut:

1 . pH

Pengamatan pada pH dilakukan dengan alat pH meter. Pengambilan sampel limbah dilakukan sebanyak dua kali dalam seminggu. Pengambilan sampel limbah masuk dan limbah keluar dilakukan pada siang hari dari jam 09.00 – 10.00 WIB. Sampel limbah masuk dan limbah keluar yang telah diambil dari kolam pengolahan limbah, kemudian segera dibawa ke laboratorium RSDAL untuk segera diamati. Pengamatan dilakukan dengan pengulangan sebanyak dua kali pada sampel limbah masuk dan sampel limbah keluar. Hasil dari pengulangan kemudian dirata-rata untuk mengetahui nilai pada sampel limbah masuk dan limbah keluar.

2 . Suhu

Pengamatan pada suhu dilakukan dengan alat EC meter. Pengambilan sampel limbah dilakukan sebanyak dua kali dalam seminggu. Pengambilan sampel dilakukan pada siang hari dari jam 09.00 – 10.00 WIB. Sampel limbah yang telah diambil dari kolam pengolahan limbah, kemudian segera dibawa ke laboratorium RSDAL untuk segera diamati. Pengamatan dilakukan dengan pengulangan

sebanyak dua kali. Pengamatan pada suhu dilakukan hanya pada sampel limbah masuk saja.

3 . Kekeruhan

Pengukuran pada kekeruhan dilakukan dengan alat turbidimeter. Pengambilan sampel limbah dilakukan sebanyak dua kali dalam seminggu. Pengambilan sampel limbah masuk dan limbah keluar dilakukan pada siang hari dari jam 09.00 – 10.00 WIB. Sampel limbah masuk dan limbah keluar yang telah diambil dari kolam pengolahan limbah, kemudian segera dibawa ke laboratorium RSDAL untuk segera diamati. Pengukuran pada parameter kekeruhan dilakukan dengan pengulangan sebanyak dua kali. Hasil dari pengulangan kemudian dirata-rata untuk mengetahui nilai pada sampel limbah masuk dan limbah keluar.

4 . BOD (*Biochemical Oxygen Demand*)

Pengukuran BOD dengan alat DO meter. Oksigen terlarut diukur sebelum dan sesudah inkubasi selama 5 hari dengan suhu 20⁰C. Pengukuran pada BOD dilakukan seminggu dua kali, dan dilakukan pengulangan sebanyak dua kali pada setiap sampel. Hasil dari pengulangan kemudian dirata-rata untuk mengetahui nilai sampel.

$$\text{BOD}_5 \text{ mg/L} = \frac{DO1 - DO2}{P} \dots\dots\dots (\text{rumus 1})$$

Keterangan:

DO1 = Oksigen terlarut sample air limbah sebelum inkubasi (mg/L)

DO2 = Oksigen terlarut sample air limbah sesudah inkubasi 5 hari pada 20⁰C
(mg/L)

P = Fraksi pengenceran

5. N-ammonium

Pengukuran parameter ammonium pada limbah cair tapioka dilakukan dengan alat spektroskopi pada panjang gelombang 425 mm menggunakan metode *Nessler*.

Pengukuran ammonium dilakukan dengan pengulangan sebanyak dua kali. Hasil dari pengulangan kemudian dirata-rata untuk mengetahui nilai pada sampel limbah.

6 . Total Solids

$$TS = \frac{(W2 - W1)}{V} \text{ (mg/L)(rumus 2)}$$

Keterangan :

TS : Total solid (mg/L)

W1 : Berat cawan (mg)

W2 : Berat cawan + residu (mg)

V : Volume sampel (L)

Pengamatan pada parameter *Total Solids* dilakukan dengan pengulangan dua kali pada sampel limbah sebelum dan sesudah masuk kolam pengolahan limbah.

Pertama dilakukan penimbangan berat awal dari 4 buah cawan. Diisikan 25 ml limbah in pada 2 cawan yang telah ditimbang, dan 25 ml limbah out pada 2 cawan lainnya yang telah ditimbang. Cawan yang telah berisi limbah kemudian dioven selama 24 jam dengan suhu 105⁰C. Cawan yang telah dioven dipindahkan kedalam desikator selama 10 menit, kemudian cawan ditimbang untuk dicatat berat akhirnya.

7 . Total Suspended Solids

$$TSS = \frac{(WK2 - WK1)}{V} \text{ (mg/L)(rumus 3)}$$

Keterangan :

WK1 : cawan + kertas saring (mg)

WK2 : cawan + kertas saring + residu (mg)

V : Volume sampel (L)

Pengamatan pada parameter *Total Suspended Solids* dilakukan dengan pengulangan dua kali pada sampel limbah sebelum dan sesudah masuk kolam pengolahan limbah. Pertama dilakukan penimbangan 4 cawan yang berisikan kertas saring yang akan digunakan. Sampel limbah in sebanyak 25 ml dimasukkan kedalam alat *vacum pump* yang telah diberi kertas saring. Setelah selesai semua limbah tersaring, kertas saring dimasukkan kembali ke cawan untuk dioven selama 24 jam dengan suhu 105⁰C. Prosedur yang sama diulang untuk limbah out. Setelah dioven, cawan dan kertas saring dipindahkan kedalam desikator selama 10 menit, kemudian cawan dan kertas saring ditimbang sebagai data.

8 . Total Firterable Solids

$$TFS = \frac{(WF2 - WF1)}{V} \text{ (mg/L) atau } TFS = TS - TSS \text{(rumus 4)}$$

Keterangan :

WF1 : berat cawan (mg)

WF2 : berat cawan + residu limbah lolos saringan setelah dioven dengan suhu 105⁰C selama 24 jam

V : Volume sampel (L)

Pengamatan pada *Total Filterable Solids* dilakukan sebanyak 2x. Pertama dilakukan penimbangan 4 cawan yang akan digunakan. Hasil dari limbah in dan out yang lolos dari kertas saring pada alat vacum, kemudian di pipet untuk dipindahkan ke cawan yang telah ditimbang. Banyaknya ml yang didapat pada limbah in dan out digunakan sebagai volume sampel. Cawan yang telah terisi limbah kemudian dioven selama 24 jam dengan suhu 105°C . Selesai dioven kemudian cawan dipindahkan kedalam desikator selama 10 menit, kemudian ditimbang. Pengukuran pada TFS juga dapat dilakukan dengan menghitung selisih dari TS dan TSS.

9. Populasi Eceng Gondok

Pengukuran populasi eceng gondok dilakukan diawal penelitian bersama dengan persiapan alat dan bahan. Pengukuran populasi eceng gondok dengan metode sampling. Petak pengamatan populasi eceng gondok dilempar sebanyak 3 kali diatas haparan eceng gondok yang ada di kolam pengolahan limbah. Banyaknya eceng gondok yang masuk dalam petak pengamatan populasi eceng gondok kemudian dihitung jumlahnya dan ditimbang beratnya.

10 . Laju Pertumbuhan Eceng Gondok

Pengukuran pada laju pertumbuhan eceng gondok dilakukan dengan menempatkan beberapa eceng gondok yang telah ditimbang berat awalnya kedalam petak pengamatan laju pertumbuhan. Setiap minggunya dilakukan penimbangan pada tumbuhan eceng gondok yang ada dalam petak pengamatan, dan setelah ditimbang tumbuhan eceng gondok dikembalikan kedalam petak pengamatan untuk ditimbang lagi minggu depan. Pengukuran pada laju pertumbuhan eceng gondok dilakukan dengan pengulangan sebanyak dua kali.

11 . Kadar Air dan Kadar Abu

Pengamatan pada kadar air dan kadar abu dilakukan di akhir penelitian, dan pengamatan tersebut hanya dilakukan pada eceng gondok. Pengamatan kadar air dan kadar abu dilakukan dengan pengulangan sebanyak dua kali. Pengamatan pada kadar air dilakukan dengan metode gravimetri, berdasarkan selisih berat sebelum dan sesudah pengovenan. Pertama dilakukan penimbangan awal cawan dan eceng gondok segar pada bagian daun, batang dan akar, kemudian dilakukan pengovenan selama 2x24 jam dengan suhu 100 – 105⁰C hingga bobot setimbang atau konstan. Setelah dioven kemudian dipindahkan kedalam desikator untuk dilakukan penimbangan kembali. Selisih yang didapat dari penimbangan berat basah dan berat kering yang disebut kadar air.

Pengamatan pada kadar abu dilakukan dengan pengulangan sebanyak 2x.

Pengamatan pada tanaman eceng gondok yang memiliki bobot setimbang pasca dioven, kemudian dicacah dan dimasukkan untuk mengisi cawan porselen yang sebelumnya sudah dioven dan ditimbang. Cawan porselen tersebut dimasukkan kedalam alat tanur selama 2 jam dengan suhu 550⁰C.

12 . Nilai C, N, P, K pada Eceng Gondok

Pengamatan C,N,P, dan K hanya dilakukan pada eceng gondok. Pengamatan tersebut dilakukan di akhir penelitian untuk mengetahui banyaknya C,N,P, dan K yang dapat diserap oleh eceng gondok. Pengamatan tersebut dilakukan di laboratorium tanah, jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

13 . Evapotranspirasi

Pengukuran pada evapotranspirasi dilakukan pada siang hari pukul 09.00 – 10.00 WIB. Pengukuran evapotranspirasi dilakukan pada petak pengamatan evapotranspirasi yang telah diisi 50 L limbah dan ditutupi oleh tumbuhan eceng gondok. Pengukuran pada evapotranspirasi dengan melakukan ulangan sebanyak dua kali. Pengukuran tersebut dilakukan sebanyak dua kali dalam seminggu. Pengukuran dilakukan dengan menghitung sisa limbah yang ada pada petak pengolahan limbah yang telah diisi 50 L limbah dan ditutupi dengan eceng gondok, kemudian diisi kembali limbah sebanyak 50 L kedalam petakan, kemudian 3 atau 4 hari berikutnya dikuras untuk mengetahui sisa limbah yang ada di petakan untuk mengetahui banyaknya penguapan yang terjadi.

14 . Debit

Pengamatan pada debit dilakukan diawal penelitian bersama dengan persiapan alat dan bahan. Pengukuran debit dilakukan pada limbah masuk dan limbah keluar. Pengamatan pada debit dilakukan dengan metode volumetrik. Debit limbah masuk diambil dari paralon keluaranya sumber limbah masuk, sedangkan debit limbah keluar diambil dari paralon keluaranya sumber limbah keluar sebelum akhirnya dialirkan ke kebun sayuran. Pengamatan pada debit dilakukan dengan menghitung lamanya waktu yang dibutuhkan untuk mengisi ember. Waktu dan volume yang didapat kemudian diubah menjadi L/jam.

15 . Waktu Tinggal Hidrolik

$$\text{Waktu Tinggal Hidrolik} = \frac{V}{Q} \dots\dots\dots(\text{rumus 5})$$

Keterangan :

Q = Debit limbah

V = Volume kolam pengolahan limbah

Efisiensi kolam pengolahan limbah perlu diperhatikan agar sesuai ukuran limbah dengan jumlah limbah yang masuk untuk menghasilkan hasil olahan limbah standar yang disetujui. Debit didapat dengan metode volumetrik. Volume kolam pengolahan limbah didapat dengan mengetahui ukuran dari kolam tersebut, kemudian dilakukan perhitungan dengan mengalikan panjang x lebar x kedalaman sehingga didapat satuan m^3 .

3.4. Alur Pengolahan Limbah

PD. Semangat Jaya setiap harinya menggiling singkong untuk dijadikan tepung tapioka sesuai dengan jumlah singkong yang ada pada waktu itu. Pabrik tersebut bekerja selama 8 jam dalam satu hari. Kolam pengolahan limbah cair yang ada di PD. Semangat Jaya merupakan kolam kerukan tanah merah yang berukuran 36x25x5 meter. Utamanya unit pengolahan air limbah di PD. Semangat Jaya terdiri dari kolam biogas dan kolam eceng gondok.

Air dari hasil pencucian dan pengayakan singkong dari proses industri kemudian masuk kedalam kolam penampungan aci, dari kolam penampungan aci air yang tak terpakai lagi kemudian mengalir masuk ke kolam biogas. Air limbah luaran dari kolam biogas kemudian masuk ke kolam pengolahan limbah dengan eceng gondok melalui saluran air yang telah disediakan untuk diolah sebelum akhirnya

dibuang. Air limbah luaran kolam eceng gondok yang telah melewati proses pengolahan limbah, kemudian dialirkan ke kebun sayur untuk menyiram sayuran.

3.5. Analisis Data

Data yang didapat dari parameter akan dianalisis menggunakan aplikasi *Microsoft Office Excel* yang ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik.

V. KESIMPULAN

5.1. Kesimpulan

Kesimpulan dari pengamatan pengolahan limbah dengan eceng gondok adalah :

1. Eceng gondok dapat memperbaiki kualitas air limbah cair tapioka dengan menaikkan pH sebesar 2,7% , menurunkan beban BOD sebesar 49,24%, TS sebesar 54,41%, TFS 53,57%, TSS 66,02%, kekeruhan 61,75%, dan amonia 51,85%.
2. Laju pertumbuhan dari eceng gondok pada kolam pengolahan limbah cair tapioka sebesar 64,97 kg/hari menurunkan beban unsur karbon (C) sebesar 24,65 kg/hari, nitrogen (N) sebesar 2,20 kg/hari, kalium (K) sebesar 2,22 kg/hari, dan fosfor (P) sebesar 1,05 kg/hari, sehingga berdampak pada nilai evapotranspirasi juga yang terjadi sebesar 4.779 L/hari pada kolam pengolahan limbah cair tapioka.

5.2. Saran

Hasil dari penelitian menyarankan untuk PD. Semangat Jaya melakukan pemanenan tanaman Eceng gondok sebanyak 64,97 Kg/hari agar populasi dan kinerja Eceng gondok terkendali.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- Agustira, R., K.S. Lubis, dan Jamilah. 2013. Kajian Karakteristik Kimia Air, Fisika Air Dan Debit Sungai Pada Kawasan Das Padang Akibat Pembuangan Limbah Tapioka. *Jurnal Online Agroekoteknologi*. Fakultas Pertanian USU. Medan. 1(3): 615 - 625.
- Badan Pusat Statistik. 2016. Produksi Ubi Kayu Menurut Provinsi (ton), 1993-2015. Diunduh dari <https://www.bps.go.id/linkTableDinamis/view/id/880> Pada 24 April 2017 pukul 10.25 WIB.
- Felani, M., dan Hamzah, A. 2007. Fitoremediasi Limbah Cair Industri Tapioka Dengan Tanaman Eceng Gondok. *Buana Sains* Vol 7 No 1: 11-20.
- Kementerian Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia. 2009. *Pedoman Pengolahan Limbah Industri Pengolahan Tapioka*.
- Kementerian Pertanian. 2015. *Outlook Komoditas Pertanian Subsektor Tanaman Pangan Ubi Kayu*. Pusat Data Dan Sistem Informasi Pertanian.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia. 2014. Nomor 5. *Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha Dan/Atau Kegiatan Industri Tapioka*.
- Prasojo, D. 2009. Efisiensi Proses Pengeringan Tapioka Di PT. Umas Jaya Agrotama Terbanggi Besar – Lampung Tengah. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor.
- Prayitno, T.H. 2008. Pemisahan Padatan Tersuspensi Limbah Cair Tapioka dengan Teknologi Membran Sebagai Upaya Pemanfaatan dan Pengendalian Pencemaran Lingkungan. *Tesis*. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Putra, M.A. 2016. Pemanfaatan Limbah Air Ikan Lele Sebagai Sumber Hara Untuk Budidaya *Azolla Microphylla*. *Skripsi*. Universitas Lampung, Bandar Lampung.
- Ratnani, R.D., Hartati, I., dan Kurniasari, L. 2011. Pemanfaatan Eceng Gondok (*Eichornia Crassipes*) Untuk Menurunkan Kandungan COD (*Chemical Oxygen Demand*), pH, Bau, dan Warna Pada Limbah Cair Tahu. *Momentum*, Vol. 7, No. 1 hal : 41-47.

- Ratnani, R,D. 2012. Kemampuan Kombinasi Eceng Gondok Dan Lumpur Aktif Untuk Menurunkan Pencemaran Pada Limbah Industri Tahu. *Momentum*, Vol. 8, No. 1 hal : 1-5.
- Said, N.I. 2011. *Teknologi Pengolahan Limbah Cair Dengan Proses Biologis*. Bagian 1 – C. 71 hlm.
- Sandriati, D. 2010. Kajian Pemanfaatan Tanaman Air Eceng Gondok (*Eichornia crassipes* (Mart) Solms) Dan Kiambang (*Salvinia molesta*) Untuk Menurunkan Kadar Nutrien Pada Limbah Cair Tahu. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor.
- Santoso, B. 2008. *Proses Pengolahan Air Buangan Industri Tapioka*. Universitas Gunadarma.
- Sariadi. 2011. Pengolahan Limbah Cair Kopi dengan Metode Elektrokoagulasi secara Batch. *Jurnal Teknologi*, 11 (2) : 72-76.
- Silalahi, J. 2009. Analisis Kualitas Air Dan Hubungannya Dengan Keanekaragaman Vegetasi Akuatik Di Perairan Balige Danau Toba. *Tesis*. Sekolah Pascasarjana Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Triyono, S. 2013. *Modul Matakuliah Rekayasa Pengolahan Limbah I*. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 72 hlm.
- Triyono, S. 2013. *Modul Praktikum Rekayasa Pengolahan Limbah*. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 32 hlm