

PEMANFAATAN MAKROALGA LAWI-LAWI (*Caulerpa racemosa*) DALAM MENYISIHKAN KADAR NITRAT DAN FOSFAT PADA LIMBAH CAIR KELAPA SAWIT

TUGAS AKHIR

Diajukan Oleh:

RIMA YUSFARIZAL

NIM. 180702089

**Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Teknik Lingkungan**



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY**

BANDA ACEH

2022 M/1444 H

LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

PEMANFAATAN MAKROALGA LAWI-LAWI (*Caulerpa racemosa*) DALAM MENYISIHKAN KADAR NITRAT DAN FOSFAT PADA LIMBAH CAIR KELAPA SAWIT

TUGAS AKHIR

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

Diajukan oleh:

RIMA YUSFARIZAL

NIM. 180702089

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

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

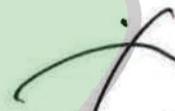
Pembimbing I,



Ilham Zulfahmi, M.Si

NIDN. 1316078801

Pembimbing II,



Arief Rahman, M.T

NIDN. 2010038901

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Ar-raniry Banda Aceh



Husnawati Yahya, M.Sc

NIDN. 2009118301

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI TUGAS AKHIR

PEMANFAATAN MAKROALGA LAWI-LAWI (*Caulerpa racemosa*) DALAM MENYISIHKAN KADAR NITRAT DAN FOSFAT PADA LIMBAH CAIR KELAPA SAWIT

TUGAS AKHIR

Telah diuji oleh panitia ujian munaqasyah tugas akhir
Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh
dan dinyatakan lulus serta diterima sebagai salah satu beban studi Program
Sarjana (S1) dalam Ilmu Teknik Lingkungan

Pada Hari/Tanggal : Kamis, 22 Desember 2022
28 Jumadil Ula 1444 H

Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir

Ketua,

Ilham Zulfahmi, M.Si
NIDN. 1316078801

Sekretaris,

Arief Rahman, M.T
NIDN. 2010038901

Penguji I,

Syafira Sari Lubis, M.Si
NIDN. 2025048003

Penguji II,

Aulia Rollendi, M.Sc
NIDN. 2010048202

A R - R A N I R Y
Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Ar-raniry Banda Aceh



Dr. Ir. Muhammad Dirhamsyah, M.T., IPU.

NIP. 196303031983031003

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rima Yusfarizal
NIM : 180702089
Program Studi : Teknik Lingkungan
Fakultas : Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh
Judul Tugas Akhir : Pemanfaatan Makroalga Lawi-lawi (*Caulerpa racemosa*) dalam Menyisihkan Kadar Nitrat dan Fosfat pada Limbah Cair Kelapa Sawit.

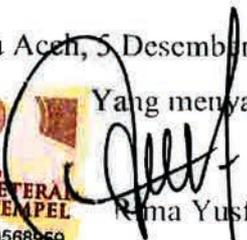
Dengan ini menyatakan bahwa penulisan tugas akhir ini, saya:

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

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

Banda Aceh, 5 Desember 2022



Yang menyatakan

Rima Yusfarizal

ABSTRAK

Nama : Rima Yusfarizal
NIM : 180702089
Program Studi : Teknik Lingkungan
Judul : Pemanfaatan Makroalga Lawi-lawi (*Caulerpa racemosa*) dalam Menyisihkan Kadar Nitrat dan Fosfat pada Limbah Cair Kelapa Sawit.
Tanggal Sidang : 22 Desember 2022
Jumlah Halaman : 86
Pembimbing I : Ilham Zulfahmi, M.Si
Pembimbing II : Arief Rahman, M.T
Kata Kunci : Degradasi, limbah cair kelapa sawit, lawi-lawi

Limbah cair kelapa sawit mengandung kadar Nitrat dan Fosfat yang cukup tinggi, sehingga jika dilepaskan langsung ke lingkungan dapat merusak ekosistem lingkungan, salah satu metode yang dapat digunakan untuk menurunkan kadar nitrat dan fosfat pada limbah cair kelapa sawit adalah fitoremediasi menggunakan makroalga Lawi-lawi (*Caulerpa racemosa*). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan efektivitas penyisihan kadar nitrat dan fosfat yang terdapat di dalam limbah cair kelapa sawit serta menganalisis pertumbuhan lawi-lawi yang dikultur di dalam media yang mengandung limbah cair kelapa sawit selama 10 hari. Penelitian ini menerapkan empat perlakuan dan satu kontrol dengan masing-masing tiga ulangan, setiap perlakuan dibedakan dengan variasi pencampuran antara limbah cair kelapa sawit dengan air laut, yaitu dengan variasi pencampuran 0% (kontrol), 12,5%, 25%, 12,5% (tanpa lawi-lawi) dan 25% (tanpa lawi-lawi). Penyisihan kadar nitrat dan fosfat yang signifikan menurut kaidah statistika terjadi pada perlakuan dengan variasi pencampuran 12,5%, dengan kadar awal nitrat 66,76 mg/L dan fosfat 6,02 mg/L menjadi 30,10 mg/L dan 2,17 mg/L dengan efisiensi degradasi nitrat 47,73% dan fosfat 53,33%. Pertumbuhan lawi-lawi juga mengalami peningkatan pada variasi pencampuran 12,5% dengan berat awal lawi-lawi 200,27 g menjadi 236,05 g, *Survival Growth Rate* (SGR) dengan rata-rata 3,57%/hari, *Survival Length Rate* (SLR) 0,61%/hari, *erect frond* Baru dengan rata-rata pertumbuhan 3,66 dan Ramuli baru 13,00. Hal ini menunjukkan bahwa lawi-lawi mampu menyisihkan kadar nitrat dan fosfat sekaligus dapat tumbuh di dalam media yang mengandung limbah cair kelapa sawit.

ABSTRACT

Name : Rima Yusfarizal
Student ID Number : 180702089
Study Program : An Environmental Engineering Department
Title : Utilization of Lawi-lawi Macroalgae (*Caulerpa racemosa*) in Removing Nitrate and Phosphate Levels in Palm Oil Mill Effluent.
Date of Session : 22 Desember 2022
Number of Pages : 86
Advisor I : Ilham Zulfahmi, M.Si
Advisor II : Arief Rahman, M.T
Keywords : Degradation, palm oil liquid waste, lawi-lawi

Palm oil mill effluent contains high levels of Nitrate and Phosphate, so that if directly released into the environment can damage the environmental ecosystem, one of method that can be used to reduce nitrate and phosphate in palm oil mill effluent is phytoremediation using Lawi-lawi macroalgae (*Caulerpa racemosa*). The purpose of this study was to obtain the effectiveness of removing nitrate and phosphate levels contained in palm oil mill effluent and to analyze the growth of lawi-lawi that cultivated in media containing palm oil mill effluent for 10 days. This study applied four treatments and one control with three replications, each treatment was distinguished by variations of mixing between palm oil mill effluent and sea water, is it with variations in mixing 0% (control), 12.5%, 25%, 12.5% (without lawi-lawi) and 25% (without lawi-lawi). The significant removal of nitrate and phosphate levels according to statistical rules occurred in the treatment with a mixing variation of 12.5%, with initial levels of nitrate 66.76 mg/L and phosphate 6.02 mg/L to 30.10 mg/L and 2.17 mg/L with a reduction efficiency of 47.73% nitrate and 53.33% phosphate. Lawi-lawi growth also experienced an increase in mixing variation of 12.5% with an initial weight of lawi-lawi 200.27 g to 236.05 g, Survival Growth Rate (SGR) with an average of 3.57%/day, Survival Length Rate (SLR) 0.61%/day, New erect frond with an average growth rate of 3.66 and new Ramuli 13.00. This shows that lawi-lawi is able to remove nitrate and phosphate levels as well as being able to grow in media containing palm oil mill effluent.

KATA PENGANTAR

Segala puji hanya milik Allah Swt yang telah melimpahkan segala karunianya yang tak terhingga, khususnya nikmat Iman dan Islam, yang dengan keduanya diperoleh kebahagiaan dunia dan akhirat. Kemuliaan dan penghormatan semoga selalu tumpahruah kepada Nabi Muhammad saw, dan atas keluarga dan sahabat beliau serta orang-orang yang mengikuti jejak langkah mereka hingga akhir zaman. Dengan mengucap rasa syukur kepada Allah Swt tugas akhir ini telah dapat saya selesaikan, dengan judul “Pemanfaatan Makroalga Lawi-Lawi (*Caulerpa racemosa*) dalam Menyisihkan Kadar Nitrat dan Fosfat pada Limbah Cair Kelapa Sawit” sebagai salah satu syarat kelulusan pada Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.

Selama proses penyusunan tugas akhir ini penulis sadar betul bahwa proposal ini sepenuhnya cukup sulit terbentuk tanpa adanya dukungan, bimbingan, bantuan dan do'a dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Terkhusus kepada kedua orang tua penulis yang telah mendukung penulis secara moral dan materil sampai kepada fase yang sekarang ini. Penulis juga mendapat banyak pengetahuan, pengalaman dan dukungan yang bermanfaat. Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih yang tidak terhingga kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Muhammad Dirhamsyah, MT., IPU. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
2. Ibu Husnawati Yahya, M.Sc. selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh sekaligus dosen pembimbing akademik atas segala arahan dan bimbingannya kepada penulis.
3. Bapak Aulia Roehendi, MT. selaku sekretaris Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh sekaligus menjadi Penguji II pada Ujian Tugas Akhir.
4. Bapak Ilham Zulfahmi, S.Kel., M.Si. selaku dosen pembimbing I tugas akhir yang telah banyak memberikan arahan, dukungan dan bimbingan mulai dari penyusunan proposal sampai dengan tugas akhir.

5. Bapak Arief Rahman, MT. selaku dosen pembimbing II tugas akhir yang juga telah mengevaluasi dan memberikan arahan terhadap penyusunan tugas akhir ini.
6. Ibu Syafrina Sari Lubis, M.Si. selaku dosen penguji I pada Ujian Tugas Akhir.
7. Seluruh sahabat dan teman yang selalu memberikan do'a dan semangat kepada penulis.

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

Banda Aceh, 29 November 2022

Penulis,

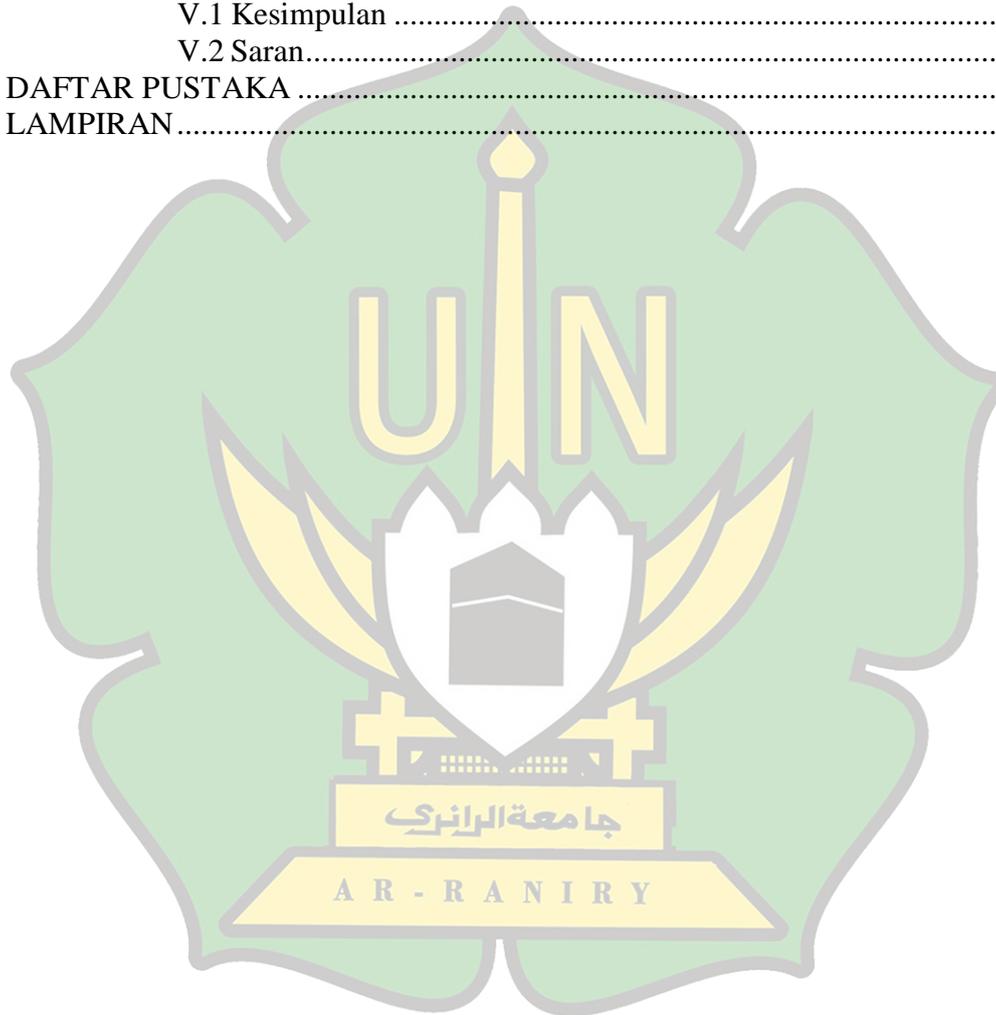
Rima Yusfarizal
NIM. 180702089

جامعة الرانيري
A R - R A N I R Y

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR.....	i
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI TUGAS AKHIR	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT.....	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG	xii
BAB I : PENDAHULUAN.....	1
I.1 Latar Belakang.....	1
I.2 Rumusan Masalah.....	3
I.3 Tujuan Penelitian.....	4
I.4 Manfaat Penelitian.....	4
I.5 Batasan Penelitian.....	4
BAB II : TINJAUAN PUSTAKA.....	6
II.1 Lawi-lawi (<i>Caulerpa racemosa</i>)	6
II.1.1 Klasifikasi dan Morfologi Lawi-lawi (<i>Caulerpa racemosa</i>)	6
II.1.2 Habitat Lawi-lawi (<i>Caulerpa racemosa</i>).....	8
II.1.3 Kandungan Lawi-lawi (<i>Caulerpa racemosa</i>).....	8
II.1.4 Pemanfaatan Lawi-lawi (<i>Caulerpa racemosa</i>).....	9
II.2 Limbah Cair Kelapa Sawit (LCKS)	9
II.2.1 Pengertian Limbah Cair Kelapa Sawit (LCKS)	9
II.2.2 Sumber Limbah Cair Kelapa Sawit (LCKS)	10
II.2.3 Karakteristik Limbah Cair Kelapa Sawit.....	10
II.2.4 Dampak Limbah Cair Kelapa Sawit.....	12
BAB III : METODOLOGI PENELITIAN.....	14
III.1 Tahapan Umum.....	14
III.1.2 Lokasi Pengambilan Sampel dan Penelitian Sampel	16
III.2 Eksperimen.....	17
III.2.1 Bahan dan Alat Eksperimen.....	17
III.2.2 Desain Bak Kultur Lawi-lawi	18
III.3 Rancangan Penelitian.....	19
III.4 Pengamatan Parameter.....	21
III.5 Analisis Data.....	23

BAB IV	: HASIL DAN PEMBAHASAN.....	24
	IV.1 Data Hasil Penelitian	24
	IV.1.1 Penyisihan dan Laju Degradasi Nitrat	24
	IV.1.2 Penyisihan dan Laju Degradasi Fosfat.....	26
	IV.1.3 Kondisi Biometrik dan Morfologi Lawi-lawi	27
	IV.2 Pembahasan	29
BAB V	: KESIMPULAN DAN SARAN.....	33
	V.1 Kesimpulan	33
	V.2 Saran.....	33
DAFTAR PUSTAKA	35
LAMPIRAN	40



DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1. Morfologi Lawi-lawi (<i>Caulerpa racemosa</i>)	7
Gambar III.1. Diagram Alir Penelitian	15
Gambar III.2. Peta Lokasi Sampling Limbah Cair Kelapa Sawit	16
Gambar III.4. Peta Lokasi Sampling Lawi-lawi (<i>Caulerpa racemosa</i>)	17
Gambar III.5. Desain bak kultur untuk lawi-lawi	19
Gambar III.6. Bagian analisis pertumbuhan dari lawi-lawi.....	22
Gambar IV.1. Grafik laju degradasi konsentrasi Nitrat	25
Gambar IV.2. Grafik laju degradasi konsentrasi Fosfat.....	26
Gambar IV.3. Perubahan morfologi lawi-lawi.....	29



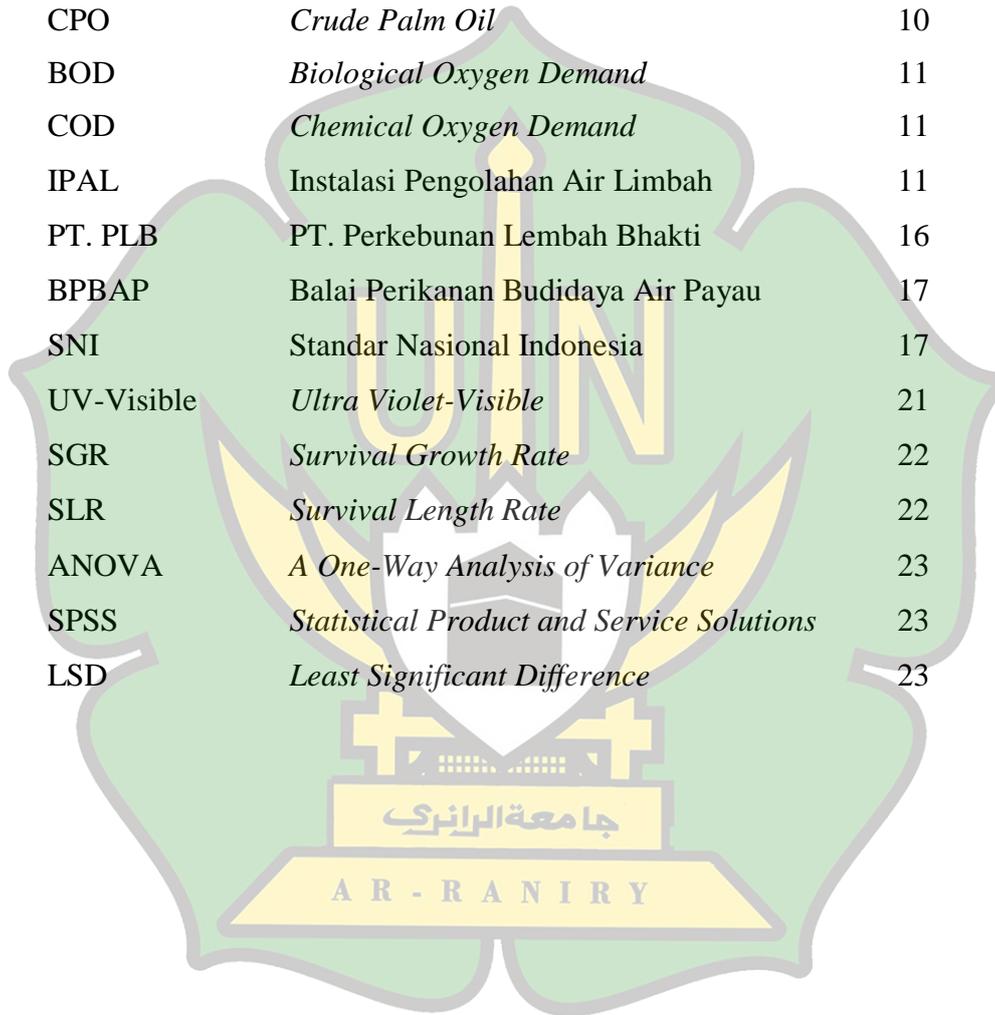
DAFTAR TABEL

Tabel I.1. Daftar parameter limbah cair kelapa sawit yang tidak diuji	5
Tabel II.1. Standar Baku Mutu Limbah Cair Kelapa Sawit	11
Tabel II.2. Standar Baku Mutu Air Limbah Usaha Industri Sabun, Deterjen dan Produk Minyak Nabati.....	12
Tabel III.1. Bahan dan alat yang digunakan	18
Tabel III.2. Bahan dan alat yang digunakan	21
Tabel IV.1. Hasil analisis penurunan Nitrat pada limbah cair kelapa sawit	24
Tabel IV.2. Komparasi laju degradasi Nitrat	25
Tabel IV.3. Hasil analisis penurunan Fosfat pada limbah cair kelapa sawit.....	26
Tabel IV.4. Komparasi laju degradasi Fosfat.....	27
Tabel IV.5. Hasil analisis pertumbuhan (biometrik) lawi-lawi.....	28



DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

Lambang	Kepanjangan	Halaman
LCKS	Limbah Cair Kelapa Sawit	9
POME	<i>Palm Oil Mill Effluent</i>	10
TBS	Tandan Buah Segar	10
CPO	<i>Crude Palm Oil</i>	10
BOD	<i>Biological Oxygen Demand</i>	11
COD	<i>Chemical Oxygen Demand</i>	11
IPAL	Instalasi Pengolahan Air Limbah	11
PT. PLB	PT. Perkebunan Lembah Bhakti	16
BPBAP	Balai Perikanan Budidaya Air Payau	17
SNI	Standar Nasional Indonesia	17
UV-Visible	<i>Ultra Violet-Visible</i>	21
SGR	<i>Survival Growth Rate</i>	22
SLR	<i>Survival Length Rate</i>	22
ANOVA	<i>A One-Way Analysis of Variance</i>	23
SPSS	<i>Statistical Product and Service Solutions</i>	23
LSD	<i>Least Significant Difference</i>	23



BAB I PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara produsen minyak kelapa sawit terbesar dunia (Afriyanti dkk., 2016). Statistik Perkebunan Indonesia oleh Direktorat Jenderal Perkebunan (2019) mengungkapkan bahwa produksi minyak kelapa sawit di Indonesia meningkat dari 31 juta ton pada tahun 2015 menjadi 42,9 juta pada tahun 2018 atau meningkat sebesar 11,8 juta dalam waktu empat tahun. Meskipun demikian, pengelolaan sawit di Indonesia masih tidak terlepas dari berbagai kontroversi terutama yang terkait dengan permasalahan lingkungan seperti deforestasi (Gaveau dkk., 2016), rusaknya ekosistem (Sayer dkk., 2012; Obidzinski dkk., 2012) dan pencemaran perairan (Zulfahmi dkk., 2018).

Limbah cair kelapa sawit merupakan salah satu hasil samping dari pengolahan kelapa sawit yang berpotensi mencemari lingkungan perairan. Menurut Hanum dkk., (2015), kelapa sawit yang diolah di pabrik belakangan ini menghasilkan limbah cair yang lumayan besar jumlahnya, yaitu berkisar antara 600-700 liter/ton tandan buah segar (TBS) atau setara dengan 65% TBS. Di Indonesia jumlah limbah cair kelapa sawit sudah mencapai 28,7 juta ton. Limbah cair kelapa sawit memiliki kandungan *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), dan padatan tersuspensi yang tinggi (Chin dkk., 2013). Nilai COD limbah cair kelapa sawit sebelum proses pengolahan berada pada kisaran 45.000-65.000 mg/L, nilai BOD berada pada kisaran 21.500- 28.500 mg/L, sedangkan nilai padatan tersuspensinya berada pada kisaran 15.660-23.560 mg/L (Zulfahmi dkk., 2017). Hasil penelitian sebelumnya mengungkapkan bahwa paparan limbah cair kelapa sawit terbukti berdampak negatif menurunkan keragaman fitoplankton di perairan (Muliari dan Zulfahmi, 2016). Lebih lanjut, kontaminasi limbah cair kelapa sawit berpotensi mengganggu kinerja pernapasan dan reproduksi (Muliari dkk., 2018; Zulfahmi dkk., 2018).

Seiring perkembangan teknologi remediasi, limbah cair kelapa sawit kini telah dimanfaatkan sebagai bahan baku untuk menghasilkan berbagai produk yang bernilai ekonomis seperti biogas yang merupakan sumber energi yang tersusun dari gas metana dan karbon dioksida melalui proses pembusukan (Plugge, 2017). Biodiesel juga termasuk produk dari limbah cair kelapa sawit yang merupakan bahan bakar alternatif yang dibuat dari sumber biologis terbarukan seperti nabati dan lemak hewani. Pada pemanfaatan Limbah cair kelapa sawit sebagai biodiesel adalah dengan memanfaatkan mikroalga yang terkandung di dalam limbah cair kelapa sawit (Kamyab dkk., 2016). Dalam bidang pertanian, limbah cair kelapa sawit juga sudah pernah dimanfaatkan sebagai pupuk organik dan juga sebagai pendamping dari pada bahan tertentu untuk dijadikan sebagai pupuk kompos. Hal ini dikarenakan unsur hara dan juga organisme yang terdapat di dalam limbah cair kelapa sawit yang dapat membantu proses pengomposan pada bahan tertentu yang akan dijadikan sebagai pupuk (Triyadi dkk., 2015). Limbah cair kelapa sawit pada kondisi tertentu juga sudah pernah digunakan sebagai media pertumbuhan bakteri dan alga, contohnya pernah digunakan sebagai media pertumbuhan mikroalga jenis *Chroococcus disperses* (Amri, 2015).

Limbah kelapa sawit juga mempunyai kandungan yang baik untuk menunjang pertumbuhan tumbuhan khususnya mikroalga, karena limbah cair kelapa sawit mengandung nitrat dan fosfat yang dapat dimanfaatkan oleh tumbuhan sebagai nutrisi pada pertumbuhannya dengan rasio perbandingan massa C: N: P = 34: 16: 1 (Muria dkk., 2020). Menurut Mahdi dkk (2012) limbah cair kelapa sawit yang kaya akan mineral seperti N, P, K dan mineral lainnya juga cocok untuk digunakan sebagai pupuk atau nutrisi pada tanaman. Nitrat dan fosfat merupakan zat hara yang dapat menunjang dalam penentuan kualitas suatu perairan. Zat hara yang kaya di lingkungan perairan memiliki dampak positif, namun pada tingkatan tertentu juga dapat menimbulkan dampak negatif. Dampak positifnya adalah selain dapat menjadi nutrisi pada pertumbuhan tanaman, juga dapat meningkatkan produksi fitoplankton dan total produksi ikan, sedangkan dampak negatifnya adalah dapat menimbulkan penurunan kandungan oksigen di perairan, penurunan biodiversitas dan berkembangnya jenis fitoplankton berbahaya yang lebih umum

dikenal dengan istilah *Harmful Algal Blooms* atau HABs (Hamuna, 2018). Oleh karena itu perlu adanya solusi untuk meminimalisir dampak negatif dari pencemaran tersebut. Bahkan konsentrasi nitrat dan fosfat telah diatur dalam Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 5 tahun 2014 tentang baku mutu limbah cair bagi kegiatan industri.

Limbah cair kelapa sawit sudah pernah dimanfaatkan untuk media pertumbuhan mikroalga jenis *Chroococcus dispersus* pada dua media limbah cair kelapa sawit yang berasal dari kolam yang berbeda, yaitu kolam sedimen dan anaerob, dan hasil yang didapatkan adalah *Chroococcus dispersus* dapat tumbuh lebih baik pada limbah cair kelapa sawit yang berasal dari kolam sedimen dikarenakan zat hara yang terkandung di dalam limbah cair kelapa sawit tersebut cukup baik untuk pertumbuhan *Chroococcus dispersus* (Amri, 2015).

Lawi-lawi merupakan salah satu jenis alga laut yang berpotensi ditumbuhkan pada media yang mengandung limbah cair kelapa sawit. Sejumlah penelitian melaporkan bahwa lawi-lawi mampu hidup dengan baik pada media yang mengandung limbah, diantaranya limbah organik yang berasal dari pasar yang dimodifikasi terlebih dahulu menjadi pupuk dan menjadi media tumbuh (Renal dkk., 2021). Sejauh ini, informasi terkait pemanfaatan limbah cair kelapa sawit sebagai media pertumbuhan lawi-lawi masih belum diungkap.

Berdasarkan latar belakang yang sudah dijelaskan mengenai dampak buruk dari kadar nitrat dan fosfat yang terkandung di dalam limbah cair kelapa sawit maka perlu adanya pengelolaan khusus agar efek dari kadar nitrat dan fosfat yang tinggi dapat diminimalisir sehingga tidak berbahaya bagi lingkungan dan sesuai dengan baku mutu yang sudah ditetapkan, sekaligus meninjau efek nutrisi dari limbah cair kelapa sawit terhadap lawi-lawi yang berpotensi memberikan dampak baik bagi pertumbuhan lawi-lawi.

I.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang nantinya akan dijadikan acuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh lawi-lawi (*Caulerpa racemosa*) dalam penyisihan kadar Nitrat dan Fosfat yang terkandung di dalam limbah cair kelapa sawit?
2. Bagaimana pertumbuhan lawi-lawi (*Caulerpa racemosa*) pada media limbah cair kelapa sawit?

I.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh lawi-lawi dalam penyisihan kadar Nitrat dan Fosfat yang terkandung di dalam limbah cair kelapa sawit.
2. Mengetahui pertumbuhan lawi-lawi (*Caulerpa racemosa*) pada media limbah cair kelapa sawit.

I.4 Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian yang hendak dicapai, maka penelitian ini diharapkan mempunyai manfaat baik dalam penelitian secara langsung maupun tidak langsung. Adapun manfaat penelitian adalah sebagai berikut.

1. Memberikan gambaran terhadap kemampuan penyisihan kadar nitrat dan fosfat oleh lawi-lawi terhadap limbah cair kelapa sawit.
2. Mendapatkan gambaran dari kondisi pertumbuhan lawi-lawi pada media limbah cair kelapa sawit.

I.5 Batasan Penelitian

Batasan pada penelitian ini adalah peneliti hanya melakukan pengukuran parameter Nitrat dan Fosfat serta pertumbuhan lawi-lawi di dalam media limbah cair kelapa sawit. Tidak dilakukannya pengukuran parameter pencemar lain yang terkandung di dalam limbah cair kelapa sawit sebagaimana yang sudah ditetapkan oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup nomor 5 tahun 2014 tentang Baku Mutu Limbah Cair Kelapa Sawit, adapun parameter yang tidak diuji pada penelitian kali ini menurut peraturan yang sudah disebutkan dapat dilihat pada Tabel I.1.

Tabel I.1 Daftar parameter limbah cair kelapa sawit yang tidak diuji

Parameter	Kadar Paling Tinggi (mg/L)	Beban Pencemaran Paling Tinggi (kg/Ton)
BOD	100	0,25
COD	350	0,88
TSS	250	0,63
Minyak dan Lemak	25	0,063
pH		6,0-9,0
Debit limbah paling tinggi	2,5 m ³ perto produk minyak sawit (CPO)	

Sumber: Peraturan Menteri Lingkungan Hidup nomor 5 tahun 2014



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

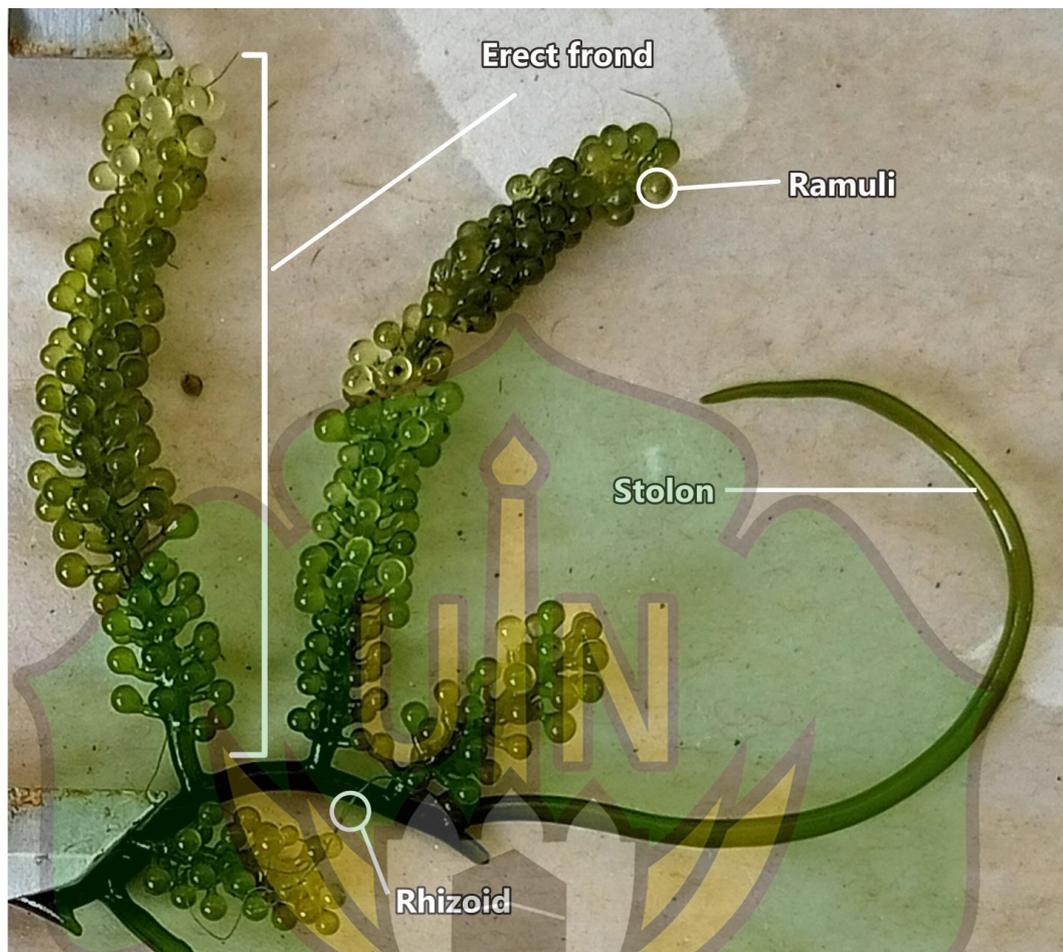
II.1 Lawi-lawi (*Caulerpa racemosa*)

II.1.1 Klasifikasi dan Morfologi Lawi-lawi (*Caulerpa racemosa*)

Lawi-lawi (*Caulerpa racemosa*) merupakan salah satu spesies rumput laut hijau yang biasa dikenal dengan sebutan anggur laut yang tersebar hampir di beberapa lautan tropis dan subtropis. Dalam pemanfaatannya lawi-lawi sering dimanfaatkan sebagai bahan konsumsi secara langsung baik dalam bentuk salad, lalapan dan lain sebagainya maupun dijadikan salah satu komposisi pakan tertentu (Renal dkk., 2021). *Caulerpa racemosa* dikenal di Indonesia dengan nama ‘Lawi-lawi’ (Sulawesi) dan ‘Latoh’ (Jawa). Lawi-lawi termasuk ke dalam jenis makroalga yang secara taksonomi termasuk ke dalam divisi Thallophyta atau tumbuhan bertalus (Supriadi dkk., 2016).

Makroalga ini mempunyai spektrum biologi dan kimia yang luas termasuk antioksidan dan penangkal radikal bebas karena kandungan yang dimiliki *Caulerpa racemosa* adalah asam folat, asam askorbat, tiamin (Ridhowati dan Asnani, 2016; Nurfa, 2021). Morfologi atau bagian tubuh dari lawi-lawi dapat dilihat pada Gambar II.1. Menurut Teguh (2017), lawi-lawi (*Caulerpa racemosa*) diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom : *Plantae*
Divisi : *Thallophyta*
Sub Divisi : *Algae*
Classis : *Chlorophyceae*
Ordo : *Siphonales*
Familia : *Caulerpaceae*
Genus : *Caulerpa*
Species : *Caulerpa sp.*



Gambar II.1 Morfologi Lawi-lawi (*Caulerpa racemosa*)

Sumber: Gao dkk, 2018

Lawi-lawi termasuk kedalam golongan alga hijau yang tumbuh pada substrat pasir atau batuan karang. Anatomi dari tumbuhan ini memiliki beberapa bagian yang cukup unik dibandingkan dengan jenis alga lainnya. Terdapat *stolon* yang merupakan bagian anatomi tempat tumbuhnya *rhizoid* (akar lawi-awi), *stolon* pada lawi-lawi berbentuk silindris sama seperti *erect frond*. *Rhizoid* merupakan akar dari lawi-lawi yang berfungsi sebagai penyerap zat makanan bagi lawi-lawi dan sekaligus penopang lawi-lawi terhadap substratnya. Pada lawi-lawi juga terdapat *erect frond* atau biasa disebut dengan pelepah tegak, *erect frond* merupakan bagian anatomi lawi-lawi yang memiliki *ramuli* (berbentuk seperti anggur) (Hamidi, 2013; Gao dkk., 2019).

II.1.2 Habitat Lawi-lawi (*Caulerpa racemosa*)

Lawi-lawi merupakan jenis alga yang hidup di iklim tropis dan subtropis, alga ini juga termasuk tumbuhan yang tumbuh musiman sehingga jumlahnya pun cukup terbatas, khususnya di Indonesia (Renal dkk., 2021). Di dunia sebaran pertumbuhan lawi-lawi lumayan luas, seperti di Jepang, Korea, dan Cina, biasanya lawi-lawi tumbuh di perairan dangkal hingga mencapai kedalaman 5 m dengan substrat pasir dan batuan karang (Gao dkk., 2019). Di Indonesia sendiri lawi-lawi dapat ditemukan di perairan Sulawesi Selatan, Maluku Tenggara, Kepulauan Riau tepatnya di perairan Natuna dan di beberapa wilayah perairan Indonesia lainnya (Supriadi dkk., 2016; Dangeubun dan Kadmaer, 2018; Jumsurizal dkk., 2021).

Lawi-lawi merupakan alga hijau yang pertumbuhannya tergantung kepada substrat, komposisi jenis dan musim. Berdasarkan penelitian Supriadi dkk (2016) memperoleh hasil bahwa lawi-lawi tumbuh dengan baik dengan menggunakan substrat patahan karang dan pertumbuhan kurang baiknya berada pada substrat pasir.

II.1.3 Kandungan Lawi-lawi (*Caulerpa racemosa*)

Lawi-lawi (*Caulerpa racemosa*) memiliki kandungan nutrisi yang cukup tinggi sebagai sumber protein nabati maupun mineral. Lawi-lawi mengandung 17-27% protein, 0,08-1,9% lemak, 39-50% karbohidrat, 1,3-12,4% serat, dan kadar abu 8,15-16,9% serta kadar air yang tinggi sebanyak 80-90% (Syarfaini dkk., 2019). Lawi-lawi juga mengandung antioksidan yang cocok untuk dimanfaatkan sebagai bahan medis dan obat-obatan (Supriadi dkk., 2016).

Lawi-lawi sebelumnya sudah pernah digunakan sebagai remediasi logam berat atau dapat dikatakan lawi-lawi mampu mengikat ion logam karena memiliki gugus fungsi karboksil, hidroksil, amina, sulfidril, imadazole, sulfat dan sulfonat yang terdapat pada dinding sel dalam sitoplasma (Khatimah, 2016). Hal ini juga didukung dengan teori-teori lain yang menyatakan bahwa alga mampu mendegradasi sekaligus menjadi bioakumulator pada logam yang terakumulasi pada air. Oleh karena itu kemungkinan besar lawi-lawi juga berpotensi dapat meremediasi polutan-polutan pencemar lain yang memiliki konsentrasi yang tinggi.

Lawi-lawi (*Caulerpa racemosa*) sebelumnya belum pernah diuji pertumbuhannya pada media limbah, namun spesies yang sama dengan lawi-lawi yaitu *Caulerpa lentillifera* sudah pernah diuji dengan pupuk organik yang berasal dari limbah organik dari pasar sebagai media tambahan dari pertumbuhan *Caulerpa lentillifera*. Hal ini dibuktikan dari penelitian Renal dkk (2021) yang mendapatkan hasil bahwa dengan media tambahan dari limbah organik pasar tersebut, pertumbuhan *Caulerpa lentillifera* menjadi lebih tinggi dengan berat terendah awal 50 gr menjadi 75 gr setelah ditambah media dari limbah tersebut.

II.1.4 Pemanfaatan Lawi-lawi (*Caulerpa racemosa*)

Di beberapa daerah khususnya di Maluku, lawi-lawi sudah banyak dimanfaatkan untuk dijual ke pasar dan di konsumsi oleh masyarakat setempat. Bahkan sebahagian masyarakat sudah memandang serius akan potensi baik bagi ekonomi masyarakat dari lawi-lawi ini. Salah satu desa di Maluku, yaitu desa Wab sudah melakukan upaya penjualan khusus bagi jenis makroalga ini dengan membentuk 18 kelompok yang bergerak khusus dalam hal aktivitas penjualan rumput laut jenis *Caulerpa racemosa* (Dangeubun dan Kadmaer, 2018). Dalam pengolahannya lawi-lawi juga dapat diolah menjadi bahan makanan seperti permen jeli (Narahaubun, 2021). Selain dimanfaatkan untuk bahan pangan, lawi-lawi juga dimanfaatkan untuk kebutuhan medis karena pada lawi-lawi mengandung antioksidan (Supriadi dkk., 2016). Lawi-lawi juga sudah menjadi komoditas yang sering dimanfaatkan sebagai bahan pangan dan jenis kebutuhan lainnya. Hal tersebut juga memberi proyeksi baik bagi nilai ekonomisnya, menurut Anwar dkk., (2016) dapat memberikan fungsi ekonomis yang ditinjau dari fungsi pemanfaatannya sebagai bahan pangan dan obat-obatan serta tergolong mudah dalam proses pengolahannya. Lawi-lawi juga mengandung asam folat, tiamin dan asam askorbat sehingga dapat digunakan sebagai penangkal radikal bebas.

II.2 Limbah Cair Kelapa Sawit (LCKS)

II.2.1 Pengertian Limbah Cair Kelapa Sawit (LCKS)

Limbah dapat didefinisikan sebagai bahan yang dibuang atau terbuang dari suatu sumber aktivitas manusia, ataupun proses-proses alam yang belum

mempunyai nilai ekonomi (Putra dan Putra, 2014). Limbah cair kelapa sawit atau biasa dikenal dengan *Palm Oil Mill Effluent* (POME) merupakan limbah berupa air, minyak dan padatan organik yang termasuk ke dalam jenis limbah agroindustri, limbah ini berasal dari hasil samping pengolahan tandan buah segar (TBS) kelapa sawit agar menghasilkan *Crude Palm Oil* (CPO). Pengolahan kelapa sawit menjadi minyak kelapa sawit atau produk lainnya umumnya akan menghasilkan limbah yang cukup besar, hal ini dikarenakan produk dari pengolahan kelapa sawit sudah menjadi komoditas atau kebutuhan pokok bagi manusia sehingga mengharuskan pemroduksian juga harus tetap berlangsung (Nursanti, 2013).

II.2.2. Sumber Limbah Cair Kelapa Sawit (LCKS)

Sumber LCKS berasal dari proses samping pengolahan kelapa sawit (Suryani dkk., 2018). Secara spesifik LCKS berasal dari sisa buangan dari aktivitas pabrik, lebih tepatnya berasal dari kondensat proses sterilisasi, air proses klarifikasi, air *hydrocyclone*, dan air pencucian pabrik (Nasution, 2018). Hal ini dapat diartikan bahwa LCKS merupakan hasil samping dari proses pokok pengolahan kelapa sawit, bukan seutuhnya berasal dari bagian tubuh kelapa sawit. Proses samping yang dilakukan tersebut membutuhkan banyak air sehingga limbah yang dihasilkan juga otomatis akan bertambah. Dalam pemrosesan kelapa sawit dibutuhkan air sebanyak 5-7 ton air dari setiap 1 ton minyak sawit yang akan diproduksi (Ilmannafian dkk., 2020).

Proses pengolahan kelapa sawit di Indonesia sampai sekarang masih menggunakan metode penggilingan basah, sehingga membutuhkan banyak air pada proses penggilingannya. Hal tersebut otomatis akan berimbas kepada peningkatan jumlah dari limbah yang akan dihasilkan dari pemrosesan kelapa sawit. Setiap ton minyak mentah hasil pemrosesan kelapa sawit akan menghasilkan limbah cair sebanyak 2,5% dari hasil akhir pemrosesannya (Muliari dan Zulfahmi, 2016).

II.2.3. Karakteristik Limbah Cair Kelapa Sawit (LCKS)

LCKS berupa cairan dengan konsistensi yang kental dan umumnya berwarna kecoklatan, memiliki kandungan air 95-96%, minyak 0,6-0,7%, dan total padatan 4-5% yang berasal dari puing-puing dari buah kelapa sawit. Karakteristik

kimia LCKS dilihat dari nilai BOD (*Biological Oxygen Demand*) dan COD (*Chemical Oxygen Demand*) yang cukup tinggi, biasanya nilai COD sering lebih besar dari 80.000 mg/L (Ilmannafian dkk., 2020). Hal tersebut memberi gambaran bahwa LCKS merupakan salah satu polutan bagi lingkungan, juga dilihat dari kandungan bahan organik yang cukup tinggi dengan BOD sebesar 25.500 mg/L, COD sebesar 48.000 mg/L, TSS 31.170 mL/L, N 41 mL/L, minyak dan lemak 3.075 mL/L dan pH 4.0 (Zulfahmi dkk., 2017).

Nilai polutan yang rata-rata tinggi tersebut tidak bisa dibiarkan begitu saja, karena akan berpotensi menyebabkan pencemaran pada lingkungan, maka oleh sebab itu pemerintah telah mengeluarkan peraturan yang mengatur tentang baku mutu LCKS yang dapat dilepaskan ke lingkungan, diatur pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia nomor 5 tahun 2014 tentang Standar Baku Mutu Limbah Cair Kelapa Sawit, parameter LCKS dapat dilihat pada Tabel II.1.

Tabel II.1. Standar Baku Mutu Limbah Cair Kelapa Sawit

Parameter	Kadar Paling Tinggi (mg/L)	Beban Pencemaran Paling Tinggi (kg/Ton)
BOD	100	0,25
COD	350	0,88
TSS	250	0,63
Minyak dan Lemak	25	0,063
Nitrat Total (Sebagai N)	50	0,125
pH	6,0-9,0	
Debit limbah paling tinggi	2,5 m ³ per ton produk minyak sawit (CPO)	

Sumber: Lampiran III Peraturan Menteri Lingkungan Hidup nomor 5 tahun 2014

LCKS juga mengandung senyawa organik seperti unsur hara yang berpotensi akan dimanfaatkan kembali untuk meningkatkan produksi tanaman dan didukung dengan potensi nilai ekonomisnya (Silalahi dan Supijatno, 2017). Pemanfaatan ini sudah dilakukan di Indonesia, yaitu pada perusahaan kelapa sawit PT. Perkebunan Lembah Bhakti Aceh Singkil, perusahaan ini memanfaatkan hasil akhir dari pemrosesan limbah cair kelapa sawit di IPAL yang kemudian dialirkan ke perkebunan untuk dijadikan pupuk, upaya ini dinamakan *land application* (Yusfarizal, 2021).

Walaupun zat hara yang terkandung di dalam LCKS sudah terbukti baik untuk tumbuhan tertentu, namun jika nilai parameternya tinggi maka akan mengakibatkan dampak buruk bagi tumbuhan atau makroalga tertentu, salah satu parameternya adalah fosfat. Kadar fosfat yang tinggi akan mengakibatkan eutrofikasi atau pertumbuhan yang berlebihan pada makroalga yang mengakibatkan cahaya matahari sukar untuk masuk ke bawah permukaan air sehingga dapat mengganggu konsumsi cahaya untuk organisme lain. Dalam mengawasi kadar fosfat yang tinggi parameter fosfat juga sudah diatur di dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup nomor 5 tahun 2014 tepatnya di lampiran X tentang Baku Mutu Air Limbah Usaha dan/atau Kegiatan Industri Sabun, Deterjen dan Produk-produk Minyak Nabati. Angka baku mutu dapat dilihat pada Tabel II.2 sebagai berikut.

Tabel II.2. Standar Baku Mutu Air Limbah Usaha Industri Sabun, Deterjen dan Produk Minyak Nabati

Parameter	Kadar Paling Tinggi (mg/L)	Beban Pencemaran Paling Tinggi (kg/Ton)		
		Sabun	Minyak	Deterjen
BOD	75	0,60	1,88	0,075
COD	180	1,44	4,50	0,180
TSS	60	0,48	1,50	0,06
Minyak dan Lemak	15	0,120	0,375	0,015
Fosfat (PO ₄)	2	0,016	0,05	0,002
MBAS		0,024	0,075	0,003
pH		6,0-9,0		
Debit limbah paling tinggi		8 m ³ per ton produk sabun	25 m ³ per ton produk minyak nabati	1 m ³ per ton produk deterjen

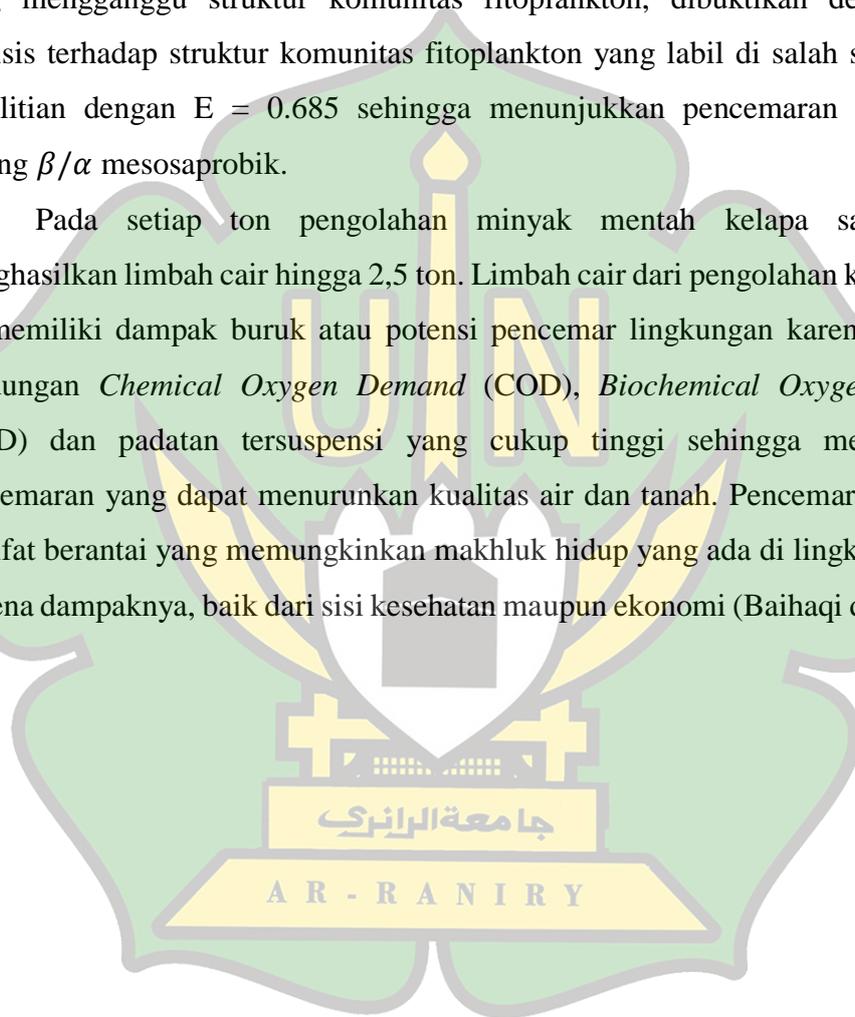
Sumber: Lampiran X Peraturan Menteri Lingkungan Hidup nomor 5 tahun 2014

II.2.4. Dampak Limbah Cair Kelapa Sawit (LCKS)

Dampak yang ditimbulkan oleh LCKS dewasa ini lebih mengarah kepada sisi negatif, yaitu berupa pencemaran yang diakibatkan oleh polutan yang terkandung di dalam LCKS. Hal ini diakibatkan jika LCKS tidak diproses terlebih dahulu untuk diturunkan konsentrasinya, dan imbasnya berdampak kepada pencemaran lingkungan. Ditambah lagi dengan semakin banyaknya perusahaan

yang bergerak di bidang pengolahan kelapa sawit dan kebutuhan akan produk kelapa sawit maka juga akan berdampak kepada bertambahnya potensi pencemar yang berasal dari LCKS. Salah satu dampak buruk dari limbah cair kelapa sawit ini sudah diteliti oleh Muliari dan Zulfahmi (2016) di Sungai Krueng Mane Kabupaten Aceh Utara, hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadinya pencemaran perairan yang mengganggu struktur komunitas fitoplankton, dibuktikan dengan hasil analisis terhadap struktur komunitas fitoplankton yang labil di salah satu stasiun penelitian dengan $E = 0.685$ sehingga menunjukkan pencemaran berkategori sedang β/α mesosaprobik.

Pada setiap ton pengolahan minyak mentah kelapa sawit dapat menghasilkan limbah cair hingga 2,5 ton. Limbah cair dari pengolahan kelapa sawit ini memiliki dampak buruk atau potensi pencemar lingkungan karena memiliki kandungan *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) dan padatan tersuspensi yang cukup tinggi sehingga menyebabkan pencemaran yang dapat menurunkan kualitas air dan tanah. Pencemaran ini akan bersifat berantai yang memungkinkan makhluk hidup yang ada di lingkungan juga terkena dampaknya, baik dari sisi kesehatan maupun ekonomi (Baihaqi dkk., 2018).



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

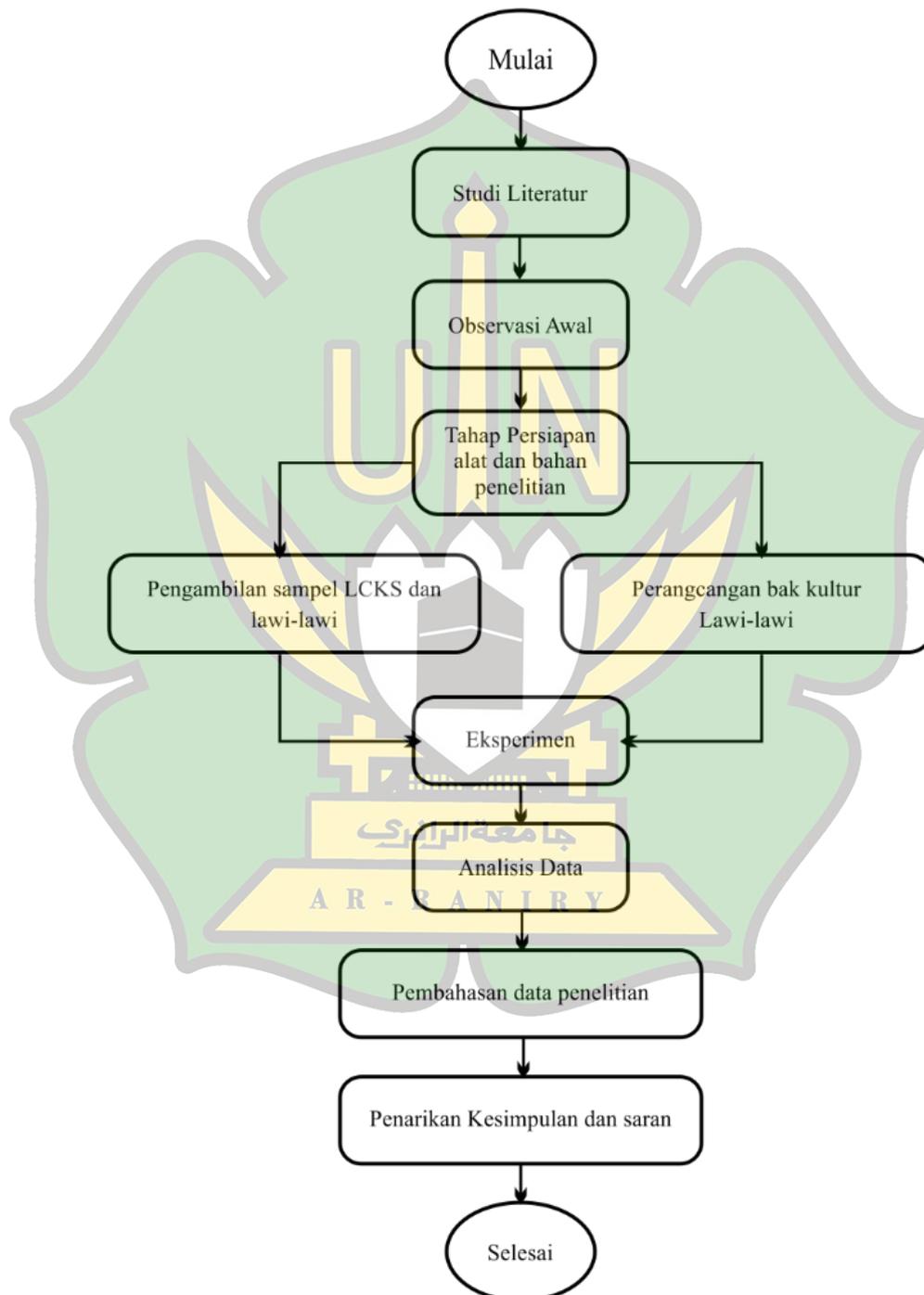
III.1 Tahapan Umum

Tahapan umum pada penelitian ini dibagi ke dalam beberapa tahapan diantaranya:

1. Tahapan studi literatur merupakan studi yang dilakukan untuk mencari informasi dan mengumpulkan data yang berhubungan dengan penelitian baik dari buku, jurnal maupun karya ilmiah lainnya.
2. Tahap pengamatan awal merupakan tahap pertama untuk mengetahui kondisi limbah cair kelapa sawit, sehingga dapat ditentukan alternatif pengolahan yang tepat.
3. Tahap persiapan merupakan tahap menyiapkan alat dan bahan yang dibutuhkan dalam penelitian dengan tujuan agar waktu dan pekerjaan yang dilakukan dapat berjalan efektif.
4. Perancangan wadah kultur atau reaktor untuk lawi-lawi.
5. Pengambilan sampel limbah cair kelapa sawit sebanyak 30 liter untuk dilakukan eksperimen terhadap penurunan parameter Nitrat dan Fosfat serta analisis pertumbuhan lawi-lawi.
6. Tahap eksperimen merupakan tahap untuk mengetahui pengaruh variabel terhadap penurunan parameter Nitrat dan Fosfat sesuai dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 tahun 2014, serta pertumbuhan lawi-lawi.
7. Tahap analisis data, tahap yang dilakukan untuk mengetahui hasil hasil mentah dan selanjutnya dilakukan analisis dengan metode statistik untuk mendapatkan hasil dari penelitian.
8. Tahap pembahasan data analisis penelitian, merupakan tahap untuk mendeskripsikan hasil dari penelitian yang sudah dilakukan.
9. Tahap penarikan kesimpulan yaitu menjawab pertanyaan yang berkaitan dengan rumusan masalah pada penelitian yang dilakukan, serta mengevaluasi

kekurangan dari penelitian yang sudah dilakukan agar dapat disempurnakan pada penelitian selanjutnya.

Tahap pelaksanaan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar III.1.



Gambar III.1 Diagram Alir Penelitian

III.1.2 Lokasi Pengambilan Sampel dan Penelitian Sampel

Adapun objek pada penelitian ini adalah limbah cair kelapa sawit dan Lawi-lawi (*Caulerpa racemosa*). Sebanyak ± 30 liter limbah cair kelapa sawit dikoleksi dari IPAL Pabrik Kelapa Sawit PT. Perkebunan Lembah Bhakti (PT. PLB) yang berada di daerah teritorial Aceh Singkil, tepatnya perusahaan ini masuk ke dalam dua wilayah kecamatan di Aceh Singkil, yaitu Kecamatan Singkil Utara dan Kecamatan Gunung Meriah dengan letak geografis $02^{\circ}18'49.08''N$, $97^{\circ}59'41.73''E$. Limbah cair kelapa sawit yang dikoleksi berasal dari kolam kontak (*contact pond*) atau kolam terakhir yang sebelumnya sudah melewati kolam anaerobik. Sampel limbah diangkut ke laboratorium dengan menggunakan transportasi darat dan ditempatkan dalam wadah tertutup dengan suhu lebih rendah dari $20^{\circ}C$ untuk menghindari biodegradasi. Peta lokasi sampling limbah cair kelapa sawit dapat dilihat pada Gambar III.2.

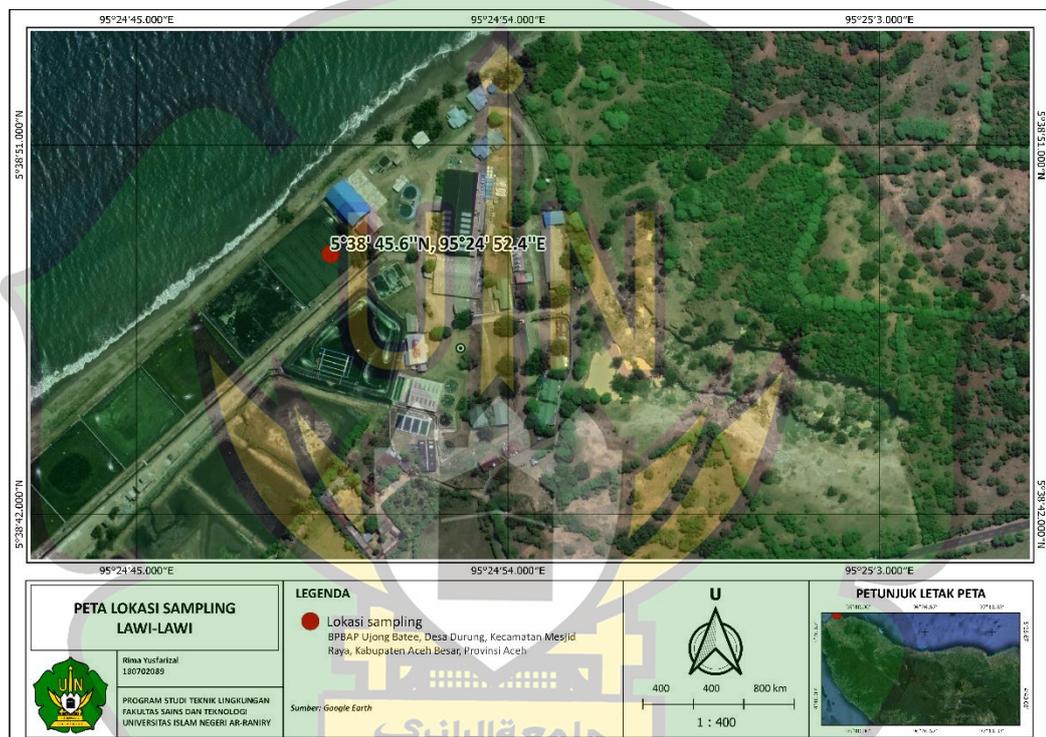


Gambar III.2 Peta Lokasi Sampling Limbah Cair Kelapa Sawit (LCKS)

Teknik pengambilan sampel yang dilakukan adalah metode *grab sampling* yaitu dengan menggunakan botol dengan pemberat dan dikaitkan dengan tali untuk

mengambil sampel yang berada pada dasar kolam, metode sampling ini sesuai dengan SNI 6989.59:2008. Dokumentasi pengambilan sampel dapat dilihat pada Lampiran Dokumentasi Penelitian.

Sampel Lawi-lawi dikoleksi dari BPBAP Ujong Batee, tepatnya berada di Desa Durung, Kecamatan Mesjid Raya, Kabupaten Aceh Besar. Titik koordinat sampling adalah 5°38' 45.6"N, 95°24' 52.4"E. Peta lokasi sampling lawi-lawi dapat dilihat pada Gambar III.4.



Gambar III.4. Peta Lokasi Sampling Lawi-lawi (*Caulerpa racemosa*)

Sampel lawi-lawi langsung diambil ke dalam kolam dengan tetap memilah lawi-lawi yang sehat dan dapat bertahan hidup di wadah kultur yang baru nantinya. Dokumentasi pengambilan sampel lawi-lawi dapat dilihat pada Lampiran Dokumentasi Penelitian.

III.2 Eksperimen

III.2.1 Bahan dan Alat Eksperimen

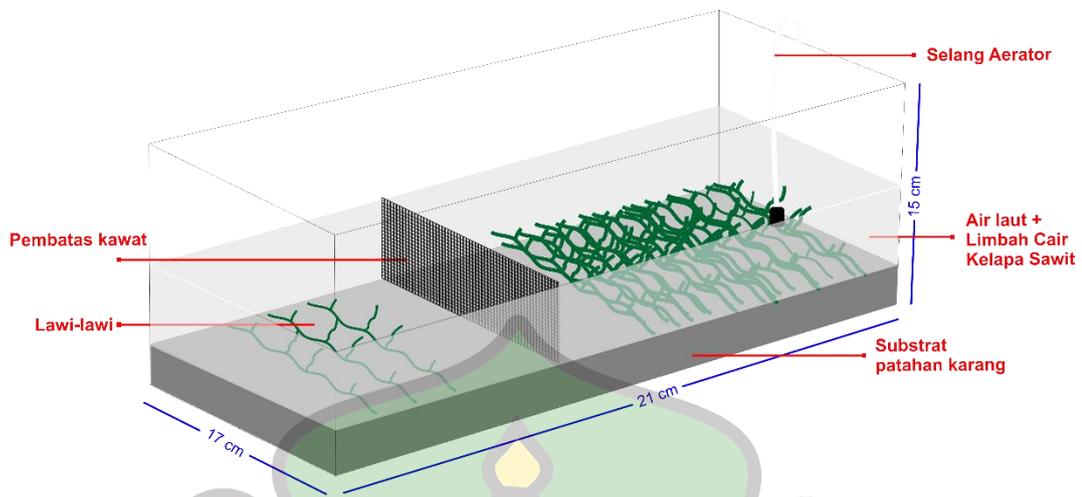
Bahan yang digunakan pada eksperimen ini dapat dilihat pada Tabel III.1 sebagai berikut.

Tabel III.1 Bahan dan alat yang digunakan

Bahan/Alat	Merk	Jumlah	Kegunaan
Limbah cair kelapa sawit	-	30 liter	Sampel yang akan digunakan
Lawi-lawi	-		Sampel yang akan digunakan
Bak <i>styrofoam</i>	-	15 buah	Sebagai wadah kultur untuk lawi-lawi
Air laut	-	30 liter	Sebagai sumber pertumbuhan dasar dari lawi-lawi
Patahan karang	-	-	Sebagai media tumbuh lawi-lawi
Aerator	Amark	5 buah	Sebagai sumber oksigen untuk lawi-lawi
Selang penghubung aerator	-	5 meter	Menghubungkan oksigen dari aerator ke wadah kultur
Batu Aerator	-	17 buah	Sebagai pemberat selang aerator
Jerigen	-	2 buah (30 liter)	Sebagai tempat untuk memasukkan limbah cair kelapa sawit dan tempat untuk mengambil air laut
Kawat Pagar	-	1 meter	Sebagai pembatas antara lawi-lawi yang dianalisis pertumbuhannya
Gayung	-	1 buah	Alat untuk mengambil air laut
Corong	-	1 buah	Sebagai alat untuk mempermudah air untuk masuk ke dalam jerigen
Lampu	-	1 buah	Sebagai sumber cahaya untuk lawi-lawi saat malam hari.

III.2.2 Desain Bak Kultur Lawi-lawi

Bak kultur terdiri dari bak *styrofoam* berukuran $21 \times 17 \times 15$ cm yang diisi dengan air laut dan patahan karang dengan diberi batas menggunakan kawat pagar dan dilengkapi dengan aerator beserta lampu sebagai pencahayaan. Desain bak kultur untuk lawi-lawi dapat dilihat pada Gambar III.5.



Gambar III.5 Desain bak kultur untuk lawi-lawi

III.3 Rancangan Penelitian

Penelitian ini terdiri atas empat perlakuan dan satu kontrol, pada setiap perlakuan dan kontrol memiliki tiga ulangan. Air laut yang digunakan ber salinitas 30 ppt dan telah melewati tahap sterilisasi. Air laut yang sudah disterilisasi didapatkan dari laboratorium BPBAP Ujong Batee melalui proses penambahan klorin dan filtrasi serta disimpan di dalam wadah yang tidak tembus cahaya dan tertutup rapat. Perlakuan pada penelitian ini menggunakan tipe substrat pecahan karang karena menurut hasil penelitian Supriadi dkk (2016) substrat ini cocok dan baik untuk pertumbuhan lawi-lawi karena memiliki suplai nutrisi yang cukup banyak. Lawi-lawi akan dikultur di dalam wadah *Styrofoam* dengan ukuran 21cm x 17cm x 15cm. Wadah *Styrofoam* kemudian diisi dengan substrat pecahan karang.

Sebelum perlakuan dilakukan, lawi-lawi terlebih dahulu diaklimatisasi agar lawi-lawi dapat membiasakan diri terhadap lingkungan baru yang ada pada bak

aklimatisasi untuk kemudian diaplikasikan ke dalam bak perlakuan. Aklimatisasi dilakukan selama 10 hari hingga lawi-lawi terlihat sudah mampu tumbuh pada bak aklimatisasi. Sebelum lawi-lawi dimasukkan ke dalam wadah perlakuan, lawi-lawi terlebih dahulu ditimbang berat awal dan diukur panjang *erect frond* awalnya. Penimbangan dan pengukuran awal dilakukan setelah lawi-lawi di aklimatisasi. Selanjutnya dimasukkan benih lawi-lawi yang sudah diaklimatisasi tersebut ke dalam bak kultur dengan jumlah lawi-lawi ± 200 gr per wadahnya. Saat lawi-lawi dimasukkan ke dalam wadah, 3 rangkaian lawi-lawi dipisahkan ke sisi kosong dari wadah yang dibatasi oleh pembatas kawat, hal ini dilakukan agar mempermudah analisis pertumbuhan biometrik lawi-lawi nantinya.

Volume air yang digunakan untuk dimasukkan ke dalam bak kultur sebanyak 18 liter. Setiap perlakuan dibedakan dengan variasi komposisi pengenceran LCKS dengan air laut, pada perlakuan A merupakan perlakuan yang menggunakan 12,5% (2,25 liter) LCKS, perlakuan B menggunakan 25% (4,5 liter) LCKS, perlakuan C menggunakan variasi pengenceran 12,5% (2,25 liter) LCKS dan perlakuan D menggunakan variasi pengenceran 25% (4,5 liter) LCKS. Perlakuan C dan D merupakan perlakuan yang tidak menerapkan lawi-lawi dalam proses degradasi, melainkan hanya diisi dengan komposisi pengenceran yang sudah ditentukan dan ditambah substrat seperti pada perlakuan lainnya. Hal ini dilakukan untuk membandingkan hasil degradasi dari perlakuan yang menerapkan lawi-lawi dengan perlakuan yang tidak menerapkan lawi-lawi sebagai pendegradasi nitrat dan fosfat. Sedangkan pada perlakuan kontrol menggunakan variasi pencampuran 0% (0 liter) LCKS dengan diaplikasikan lawi-lawi di dalamnya, hal ini dilakukan untuk menjadi pembanding hasil pertumbuhan lawi-lawi yang dikultur pada perlakuan yang menerapkan LCKS dengan perlakuan yang tidak menerapkan LCKS. Secara spesifik komposisi pengenceran LCKS dengan lawi-lawi dapat dilihat pada Tabel III.2.

Tabel III.2 Bahan dan alat yang digunakan

Perlakuan	Rasio	LCKS (liter)	Air Laut (liter)
Kontrol	0%	0	18
Perlakuan A	12,5%	2,25	15,75
Perlakuan B	25%	4,5	13,5
Perlakuan C (Tanpa Lawi-lawi)	12,5%	2,25	15,75
Perlakuan D (Tanpa Lawi-lawi)	25%	4,5	13,5

Metode penentuan konsentrasi limbah cair kelapa sawit ini dipilih karena sebelumnya telah dilakukan oleh Resdi, dkk (2021) yang melakukan budidaya mikroalga *Nannochloropsis sp.*

Setelah dilakukannya aklimatisasi dan lawi-lawi sudah dipindahkan ke bak perlakuan dan kontrol, campuran antara LCKS dengan air laut yang sudah ditentukan komposisinya dimasukkan ke dalam bak kultur, diupayakan untuk tidak mengikutsertakan material lain seperti pasir, sampah laut dan lain sebagainya. Aerasi juga dilakukan selama proses pemeliharaan berlangsung, hal ini dilakukan agar kadar oksigen yang diperlukan oleh lawi-lawi selama proses oksidasi biologi dapat berjalan lebih baik. Selama proses pemeliharaan, lawi-lawi juga diberikan cahaya dan di kontrol suhu ruangnya, yaitu pada suhu 20-28°C agar proses fotosintesis pada lawi-lawi dapat berlangsung dengan baik, cahaya yang digunakan berasal dari cahaya matahari dan cahaya lampu. Pencahayaan menggunakan lampu hanya dilakukan pada malam hari, sedangkan pada pagi dan siang hari cahaya dimanfaatkan dari cahaya matahari yang masuk ke dalam ruangan laboratorium.

III.4 Pengamatan Parameter

Parameter yang diamati adalah penurunan konsentrasi nitrat dan fosfat pada LCKS dan pertumbuhan lawi-lawi yang telah diaplikasikan ke dalam LCKS. Parameter nitrat pengukuran konsentrasinya mengacu pada SNI 6989.79:2011 tentang Cara Uji Nitrat Spektrofotometer UV-visible secara reduksi Kadmium dengan panjang gelombang 543 nm. Dan Fosfat pengukuran konsentrasinya mengacu pada SNI 6989.31-2005 tentang Cara Uji Kadar Fosfat dengan Spektrofotometer UV-Visible secara Asam Askorbat dengan panjang gelombang 880 nm. Sampel yang digunakan setiap pengujian sebanyak 10 ml per perlakuannya, kemudian sampel di bawa ke Laboratorium Teknik Kimia

Universitas Syiah Kuala untuk dilakukan pengujian parameter nitrat dan fosfat. Hasil uji nitrat dan fosfat yang didapatkan dari pengujian tiap sampel yang dibawa ke laboratorium selanjutnya diolah untuk mendapatkan nilai laju degradasi dari tiap perlakuan. Rumus laju degradasi adalah sebagai berikut.

$$\text{Laju Degradasi} = \frac{(\text{hari ke 5} - \text{hari ke 10})}{\text{hari ke 5}} \times 100\%$$

Pada parameter pertumbuhan lawi-lawi yang dianalisis adalah pertumbuhan fisik dan morfologi dari lawi-lawi. Indikator yang diukur pada pertumbuhan dan morfologi lawi-lawi adalah laju pertumbuhan awal dan akhir lawi-lawi (SGR dan SLR) dengan persamaan Fortes (1981), panjang *erect frond*, jumlah *erect frond* baru, dan jumlah *ramuli* baru (Gao dkk., 2019). Analisis pada parameter ini dilakukan pada awal dan akhir penelitian. Bagian dari pengamatan pertumbuhan dapat dilihat pada Gambar 3.7.



Gambar III.6. Bagian analisis pertumbuhan dari lawi-lawi

III.5 Analisis Data

Signifikansi nilai parameter antar perlakuan dianalisis menggunakan *A one-way analysis of variance* (ANOVA) pada software SPSS (*statistical product and service solutions*) dengan selang kepercayaan 95% dengan variasi asumsi *Least Significant Difference* (LSD). ANOVA satu arah diterapkan untuk menguji pengaruh rentang waktu pada setiap perlakuan dan hasil parameter yang diuji. Perbandingan pada pengaruh waktu dari tiap perlakuan dianalisis dengan metode *paired sample t test* pada aplikasi SPSS.



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

IV.1 Data Hasil Penelitian

IV.1.1 Penyisihan dan Laju Degradasi Nitrat

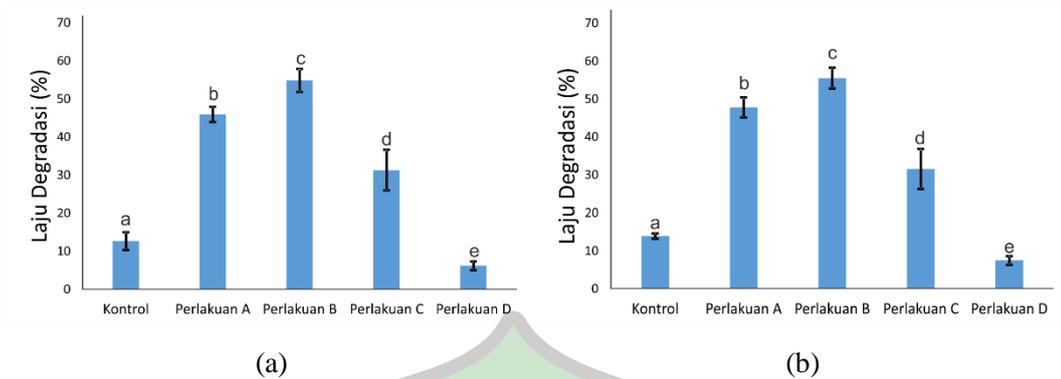
Limbah cair kelapa sawit yang diambil dari IPAL PT. Perkebunan Lembah Bhakti Aceh Singkil, setelah dilakukan analisis awal pada parameter Nitrat maka didapatkan hasil nilai Nitrat yang melebihi ambang batas atau baku mutu yang telah ditetapkan pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 tahun 2014. Oleh karena itu, konsentrasi Nitrat perlu didegradasi terlebih dahulu sebelum dilepaskan ke lingkungan. Salah satu metode yang dapat dilakukan adalah fitoremediasi menggunakan tumbuhan Lawi-lawi. Berikut merupakan hasil degradasi nitrat menggunakan lawi-lawi sebagai remediator mulai dari hari pertama eksperimen sampai dengan hari terakhir dan disesuaikan dengan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup tahun 2014 tentang baku mutu limbah cair untuk industri minyak sawit, dapat dilihat pada Tabel IV.1.

Tabel IV.1 Hasil analisis penurunan Nitrat pada limbah cair kelapa sawit

Perlakuan (ulangan)	Nilai awal Nitrat (mg/L)	Nilai akhir Nitrat (mg/L)	Baku Mutu (mg/L)*
Kontrol	25,91 ± 3,09	24,43 ± 2,08	
Perlakuan A	66,76 ± 3,49	30,10 ± 1,59	
Perlakuan B	127,11 ± 2,22	41,00 ± 6,36	50
Perlakuan C	78,48 ± 1,23	56,80 ± 5,71	
Perlakuan D	134,83 ± 6,83	132,57 ± 7,28	

*Lampiran III Peraturan Menteri Lingkungan Hidup RI nomor 5 tahun 2004

Selama proses eksperimen, degradasi mengalami fluktuasi yang beragam dari tiap perlakuan, secara detail fluktuasi ini disajikan dalam bentuk grafik. Hasil dari perlakuan degradasi selama 10 hari terhadap nitrat dapat dilihat pada Gambar V.1 dan Tabel IV.2.



Gambar IV.1 Grafik degradasi konsentrasi Nitrat pada Hari ke 5 hingga 10. (a) Laju degradasi hingga hari ke 5, (b) Laju degradasi hingga hari ke 10.

Tabel IV.2 Komparasi laju degradasi Nitrat

Perlakuan	Hari ke 5 (%)	Hari ke 10 (%)	Sig
Kontrol	12,62 ± 2,32	13,81 ± 0,70	0,36
Perlakuan A	45,88 ± 2,02*	47,73 ± 2,64*	0,04*
Perlakuan B	54,81 ± 2,99	55,45 ± 2,74	0,35
Perlakuan C	31,25 ± 5,31	31,49 ± 5,24	0,15
Perlakuan D	6,13 ± 1,10	7,41 ± 1,13	0,31

* *Signifikan*

Grafik menunjukkan bahwa laju degradasi nitrat mengalami fluktuasi pada setiap perlakuan dan hari pengujiannya. Laju degradasi tertinggi dialami oleh perlakuan B mulai dari hari pertama sampai hari ke 10, dengan efisiensi degradasi sebesar 55,45%, kemudian disusul dengan perlakuan A yang juga mengalami peningkatan laju degradasi mulai dari hari pertama sampai hari ke 10 dengan efisiensi degradasi 47,73%. Perlakuan A dan B merupakan perlakuan yang mengaplikasikan lawi-lawi di dalam bak kultur sebagai pendegradasi nitrat. Sedangkan pada perlakuan C dan D juga mengalami degradasi, namun efisiensi laju degradasi yang terjadi lebih sedikit dibandingkan dengan perlakuan yang menggunakan lawi-lawi. Secara kaidah statistik menggunakan uji ANOVA dan *paired sample t test*, signifikansi laju degradasi pada nitrat terjadi pada perlakuan A yang mengaplikasikan lawi-lawi dalam proses degradasi.

IV.1.2 Penyisihan dan Laju Degradasi Fosfat

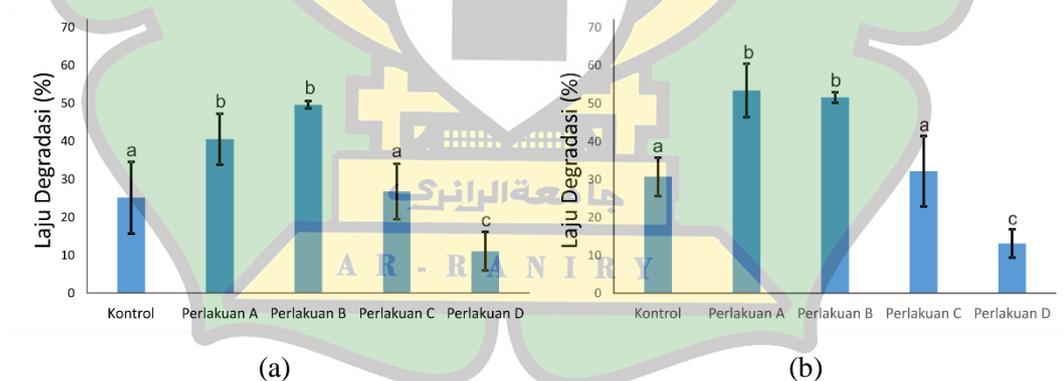
Sama halnya dengan Nitrat, pada pengujian awal fosfat diketahui memiliki nilai konsentrasi yang lumayan tinggi sehingga juga diperlukan perlakuan yang sama untuk menurunkan konsentrasi fosfat agar aman saat dilepaskan ke lingkungan. Berikut merupakan hasil analisis penurunan kadar fosfat pada limbah cair kelapa sawit PT. Perkebunan Lembah Bhakti Aceh Singkil dan disesuaikan dengan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup tahun 1995 tentang baku mutu limbah cair bagi kegiatan industri, dapat dilihat pada Tabel IV.3.

Tabel IV.3 Hasil analisis penurunan Fosfat pada limbah cair kelapa sawit

Perlakuan (ulangan)	Nilai awal Fosfat (mg/L)	Nilai akhir Fosfat (mg/L)	Baku Mutu (mg/L)*
Kontrol	1,21 ± 0,53	0,87 ± 0,32	
Perlakuan A	6,02 ± 0,82	2,17 ± 0,76	
Perlakuan B	16,43 ± 0,56	6,37 ± 0,49	2
Perlakuan C	8,12 ± 0,66	5,74 ± 1,00	
Perlakuan D	23,79 ± 2,01	22,54 ± 2,43	

*Lampiran X Peraturan Menteri Lingkungan Hidup RI nomor 5 tahun 2014

Berikut merupakan gambaran degradasi fosfat yang terjadi selama eksperimen, dapat dilihat pada Gambar IV.2 dan Tabel IV.4 sebagai berikut.



Gambar IV.2 Grafik degradasi konsentrasi Fosfat pada Hari ke 5 hingga 10. (a) Laju degradasi hingga hari ke 5, (b) Laju degradasi hingga hari ke 10.

Tabel IV.4 Komparasi laju degradasi Fosfat

Perlakuan	Hari ke 5	Hari ke 10	Sig
Kontrol	25,08 ± 9,46	30,61 ± 5,09	0,18
Perlakuan A	40,51 ± 6,71*	53,33 ± 7,04*	0,01*
Perlakuan B	49,55 ± 0,97	51,49 ± 1,37	0,08
Perlakuan C	26,73 ± 7,31	32,10 ± 9,24	0,05
Perlakuan D	11,00 ± 5,09	13,07 ± 3,75	0,11

* Signifikan

Sama halnya dengan degradasi yang terjadi pada nitrat, degradasi pada fosfat juga berfluktuasi pada masing-masing perlakuan dan hari pengujian. Antara perlakuan yang menggunakan lawi-lawi yaitu perlakuan A dan B, peningkatan degradasi tertinggi pada hari ke 5 terjadi pada perlakuan B dengan efektivitas mencapai 49,55% dibandingkan dengan perlakuan A dengan efektivitas 40,51%. Tetapi pada hari ke 10 posisi degradasi tertinggi terdapat pada perlakuan A yaitu dengan efektivitas 53,33%, sedangkan perlakuan B 51,49%. Secara kaidah statistik menggunakan metode *paired sample t test*, signifikansi degradasi pada fosfat terjadi pada perlakuan A. Pada perlakuan C dan D yang tidak menggunakan lawi-lawi laju degradasi fosfat yang terjadi tidak terlalu terlihat jika dibandingkan dengan perlakuan yang menggunakan lawi-lawi.

IV.1.3 Kondisi Biometrik dan Morfologi Lawi-lawi

Kondisi biometrik dari Lawi-lawi perlu dianalisis karena pada proses degradasi juga perlu dilihat ketahanan dan pertumbuhan lawi-lawi saat diaplikasikan ke dalam limbah cair kelapa sawit. Hasil dari analisis dapat dilihat pada Tabel IV.5.

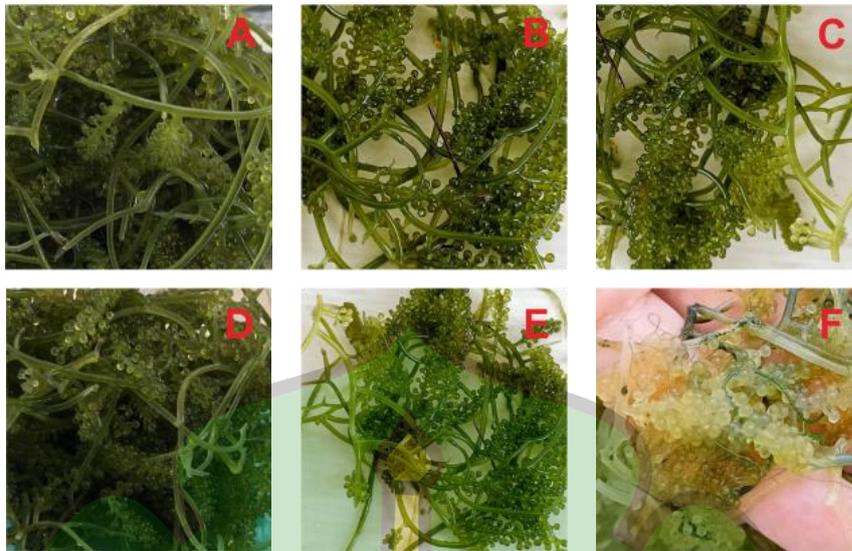
Tabel IV.5 Hasil analisis pertumbuhan (biometrik) lawi-lawi

Parameter	Perlakuan		
	Kontrol Mean \pm std	Perlakuan A Mean \pm std	Perlakuan B Mean \pm std
Berat Awal (g)	200,78 \pm 0,57	200,27 \pm 0,35	200,53 \pm 0,41
Berat Akhir (g)	212,38 \pm 2,56 ^a	236,05 \pm 2,23 ^b	223,10 \pm 4,53 ^c
<i>Survival Growth Rate</i> (%/hari)	1,16 \pm 0,30 ^a	3,57 \pm 0,25 ^b	2,25 \pm 0,42 ^c
<i>Survival Length Rate</i> (%/hari)	0,06 \pm 0,01 ^a	0,61 \pm 0,12 ^b	0,25 \pm 0,08 ^c
Erect Frond Baru	2,33 \pm 0,57 ^a	3,66 \pm 0,57 ^b	0,66 \pm 0,57 ^c
Ramuli Baru	6,66 \pm 2,08 ^a	13,00 \pm 2,64 ^b	2,00 \pm 2,00 ^c

Kondisi biometrik lawi-lawi selama proses eksperimen mengalami perubahan yang bervariasi dari tiap perlakuan. Perlakuan A merupakan perlakuan yang menggunakan 12,5% kadar limbah cair kelapa sawit, sedangkan perlakuan B merupakan perlakuan yang menggunakan 25% kadar limbah cair kelapa sawit. Di antara dua perlakuan yang menggunakan lawi-lawi dapat dilihat pada perlakuan A bahwa peningkatan dari tiap parameter pertumbuhan mengalami peningkatan yang tinggi dibandingkan dengan perlakuan yang lain. Kemudian disusul oleh perlakuan B, walaupun demikian pada perlakuan B nilai persentasenya masih berada di atas nilai persentase bak kontrol yang tanpa menggunakan campuran limbah cair kelapa sawit pada perlakuannya.

Signifikansi pertumbuhan terjadi pada parameter Berat Akhir (g), *Survival Growth Rate* (SGR) (%/hari), *Survival Length Rate* (SLR) (%/hari), *Erect Frond* baru dan Ramuli baru. Sedangkan pada parameter Berat Awal (g) tidak mengalami pertumbuhan secara signifikan, pengujian menggunakan metode ANOVA pada *software* SPSS.

Morfologi pertumbuhan pada lawi-lawi dilihat pada perubahan fisiknya, hal ini dapat dilihat pada Gambar IV.3.



Gambar IV.3 Perubahan morfologi pada tiga perlakuan di hari ke 5 (A - C) dan hari ke 10 (D - F). (A dan D) konsentrasi limbah 0%, (B dan E) konsentrasi limbah 12,5%, (C dan F) konsentrasi limbah 25%.

Berdasarkan gambar di atas dapat dilihat bahwa perubahan morfologi terjadi pada perlakuan (F) di hari ke 10 yang menggunakan konsentrasi limbah 25%, hal ini diakibatkan jumlah konsentrasi limbah kelapa sawit yang lumayan tinggi dibandingkan dengan perlakuan yang lain, dan ditambah lagi dengan masa perlakuan yang lebih lama dibandingkan dengan masa perlakuan yang lain yaitu 10 hari. Perubahan yang terjadi pada perlakuan (F) adalah warna yang lebih pucat dibandingkan dengan perlakuan yang lain, dan tekstur lawi-lawi yang lebih lemas dibandingkan dengan perlakuan lain. Pada perlakuan (C) di hari ke 5 juga terjadi perubahan namun tidak terlalu terlihat, hanya bagian tertentu dari tubuh lawi-lawi yang sedikit menguning dibandingkan dengan warna sebelumnya yang masih berwarna hijau segar. Pada perlakuan yang tidak disebutkan tidak terjadi perubahan yang terlalu terlihat, baik itu perubahan warna atau bentuk fisik dari lawi-lawi.

IV.2 Pembahasan

Konsentrasi Nitrat yang diperoleh selama penelitian terlihat mengalami fluktuasi pada semua perlakuan dari hari pertama sampai dengan akhir penelitian. Diantara kelima perlakuan mulai dari Kontrol sampai dengan perlakuan D terlihat bahwa pada perlakuan A dan B yang diberikan lawi-lawi sebagai bioremediator mengalami peningkatan degradasi nitrat yang cukup signifikan yaitu berada di

angka efektivitas 45,88% dan 54,81%. Hal ini dapat dikatakan bahwa lawi-lawi memiliki kemampuan yang cukup baik dalam mendegradasi nitrat pada limbah cair kelapa sawit. Sedangkan pada perlakuan C dan D laju degradasi nitrat tidak terlalu terlihat, yaitu dengan efektivitas 31,52% dan 6,13%. Hal ini menunjukkan bahwa kehadiran lawi-lawi pada perlakuan A dan B memberikan dampak yang lumayan signifikan pada penurunan konsentrasi nitrat. Dibandingkan dengan perlakuan C dan D yang sama sekali tidak menggunakan lawi-lawi di dalam proses degradasinya, tidak terlalu memperlihatkan angka degradasi yang baik. Kehadiran lawi-lawi dalam mendegradasi nitrat cukup berpengaruh, hal ini sudah terbukti dengan nilai konsentrasi nitrat yang menurun hingga berada di bawah angka baku mutu yang sudah ditetapkan oleh Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup, nilai penurunan konsentrasi nitrat dapat dilihat pada Tabel IV.2.

Konsentrasi Fosfat juga mengalami hal yang sama seperti nitrat, yaitu terjadinya penurunan konsentrasi yang lumayan tinggi pada perlakuan A dan B walaupun belum mencapai 50%, yaitu pada angka degradasi 40,51% dan 49,55%, namun sudah memberikan efek yang lumayan baik dalam mendegradasi konsentrasi fosfat, sedangkan pada perlakuan C dan D yang tidak menggunakan lawi-lawi menghasilkan nilai 26,73% dan 11,00%. Hal ini menunjukkan bahwa lawi-lawi pada hari ke 5 sudah berkontribusi dalam menurunkan konsentrasi fosfat pada LCKS.

Degradasi konsentrasi nitrat dan fosfat pada hari ke 10 mengalami peningkatan dibandingkan dengan nilai sebelumnya. Namun pada nitrat penurunan konsentrasi yang terjadi tidak terlalu terlihat, hanya meningkat beberapa persen pada perlakuan A dan B yang menggunakan lawi-lawi, yaitu 47,73% dan 51,49%. Sedangkan pada perlakuan C dan D yang tidak menggunakan lawi-lawi tidak terjadi perubahan sama sekali pada penurunan konsentrasi nitrat.

Degradasi yang terjadi pada fosfat di hari ke 10 sedikit berbeda dengan nitrat, nilai penurunan yang terjadi pada fosfat sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan nitrat pada hari ke 10, yaitu dengan nilai 53,33% dan 51,49%. Hal ini dapat terjadi karena beberapa faktor yaitu hari ke 10 bukan merupakan jumlah hari yang ideal untuk lawi-lawi untuk mengeluarkan kemampuannya dalam mendegradasi nitrat

dan fosfat, dapat dikatakan bahwa kemampuan lawi-lawi dalam mendegradasi nitrat dan fosfat mengalami penurunan pada hari ke 10 yang diakibatkan dengan jangka waktu degradasi yang tidak cocok dengan lawi-lawi (Zulfahmi dkk., 2018). Hal ini linear dengan keadaan biometrik dan morfologi yang terjadi pada hari ke 10 eksperimen, perubahan terlihat pada keadaan morfologi lawi-lawi pada perlakuan B di hari ke 10, dapat dilihat pada Gambar IV.3 (F), secara fisik dapat dilihat bahwa warna lawi-lawi menjadi lebih pucat dari sebelumnya.

Jika ditinjau dari baku mutu yang telah ditetapkan oleh Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia nomor 5 tahun 2014, konsentrasi Nitrat mengalami penurunan yang cukup baik hingga angka konsentrasi berada di bawah baku mutu yang telah ditetapkan. Dapat diartikan bahwa untuk konsentrasi nitrat akan aman jika dilepas ke lingkungan ketika telah melewati proses degradasi yang dilakukan oleh lawi-lawi. Namun berbeda dengan Fosfat, konsentrasi yang tinggi dari Fosfat tidak mengalami penurunan hingga mencapai batas baku mutu yang telah ditetapkan, tetapi secara proses degradasi, lawi-lawi tetap mampu menurunkan konsentrasi Fosfat yang lumayan tinggi walaupun belum bisa mencapai batas baku mutu yang sudah ditetapkan.

Jika ditinjau dari sisi morfologi dari lawi-lawi pada hari penelitian ke 5 menunjukkan bahwa lawi-lawi dapat bertahan pada kondisi air yang tercemar oleh kadar nitrat yang terkandung di dalam limbah cair kelapa sawit. Dalam kondisi tertentu limbah cair kelapa sawit terkadang dapat menjadi sumber nutrisi untuk tumbuhan tertentu dan dalam kondisi tertentu juga dapat mendukung pertumbuhan dari tumbuhan tersebut (Muria dkk., 2020). Dibuktikan dengan kondisi morfologi lawi-lawi yang masih dalam kondisi segar, hal ini dapat dilihat pada Gambar IV.3 Namun hanya sedikit terjadi perubahan warna pada stolon lawi-lawi pada Gambar IV.3 (C), ini diakibatkan karena jumlah limbah yang dimasukkan ke dalam perlakuan B lumayan tinggi, yaitu 25% limbah cair kelapa sawit dan masa budidayanya yang lumayan lama yaitu 10 hari. Pada eksperimen hari ke 5 dapat disimpulkan bahwa lawi-lawi dapat menurunkan kadar nitrat dan fosfat namun belum mencapai 50% penurunan konsentrasi pada fosfat, dan kondisi lawi-lawi

secara morfologi dapat dinilai masih masih dapat bertahan hidup dan berpotensi masih memiliki kemampuan degradasi untuk hari-hari selanjutnya.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

V.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Kemampuan lawi-lawi dalam mendegradasi konsentrasi nitrat dan fosfat pada LCKS cukup baik hingga pada konsentrasi nitrat memberikan angka yang berada di bawah baku mutu yang sudah ditetapkan oleh Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia nomor 5 tahun 2014 yaitu dari 66,76 mg/L menjadi 30,10 mg/L dengan efisiensi degradasi sebesar 47,73%. Sedangkan pada hasil penyisihan konsentrasi fosfat belum berada di bawah baku mutu, yaitu dari 6,02 mg/L menjadi 2,17 mg/L dengan efisiensi degradasi 53,33%. Walaupun demikian proses dan angka degradasi yang dihasilkan oleh lawi-lawi dalam menurunkan kadar fosfat cukup baik.
2. Lawi-lawi yang dibudidayakan di dalam lingkungan yang tercemar oleh LCKS dapat tumbuh dan berkembang, dibuktikan dengan bertambahnya berat awal lawi-lawi dari 200,27 g menjadi 236,05 g dengan efisiensi *survival growth rate* (SGR) sebesar 3,57 %/hari dan efisiensi *survival length rate* (SLR) 0,61 %/hari, serta peningkatan pertumbuhan *erect frond* baru sebesar 3,66 dan ramuli baru 13,00. Namun pada kadar limbah yang tinggi lawi-lawi sedikit terhambat pertumbuhannya, hal ini terjadi pada lawi-lawi yang dikultur di dalam bak yang variasi pengencerannya 25% LCKS pada hari ke 10. Dibuktikan dengan kondisi fisik lawi-lawi yang sudah berubah warnanya menjadi pucat dan tekstur yang lebih lunak dari sebelumnya.

V.2 Saran

Adapun beberapa hal yang dapat disarankan pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Peneliti selanjutnya hendaknya melakukan pengujian dengan konsentrasi parameter yang berbeda dengan tetap memantau fluktuasi LCKS sehingga

dapat ditentukan rasio pengenceran yang ideal untuk proses penyisihan dan pertumbuhan lawi-lawi.

2. Peneliti selanjutnya hendaknya melakukan pengujian terhadap parameter-parameter lain yang sudah ditetapkan oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia nomor 5 tahun 2014.



DAFTAR PUSTAKA

- Afriyanti, D., Kroeze, C., Saad, A., (2016). *Indonesia Palm Oil Production Without Deforestation and Peat Conversion by 2050*. *Sci. Total Environ.* 557, 562–570.
- Ahmad, A., Ghufan, R., & Wahid, Z. A. (2011). *Bioenergy from Anaerobic Degradation of Lipids in Palm Oil Mill Effluent*. *Reviews in Environmental Science and Bio/Technology*, 10(4), 353-376.
- Amri, E. (2015). Pertumbuhan *Chroococcus* Dispersus Dalam Media Limbah Cair Pabrik Minyak Kelapa Sawit. *Jurnal Pelangi*, 7(2), 60–65.
- Anwar, L. O., Bubun, R. L., & Rosmawati. (2016). Manfaat Anggur Laut (*Caulerpa Racemosa*) Dan Penanganannya Dengan Melibatkan Masyarakat Pantai Di Desa Rumba-Rumba. *Senaspro 2016*, 110–116.
- Baihaqi, B., Rahman, M., Zulfahmi, I., & Hidayat, M. (2018). Bioremediasi Limbah Cair Kelapa Sawit Dengan Menggunakan *Spirogyra* sp. *BIOTIK: Jurnal Ilmiah Biologi Teknologi dan Kependidikan*, 5(2), 125.
- Cordova, M. R., & Muhtadi, A. (2017). Skrining Kemampuan Absorpsi Merkuri pada Makroalga Cokelat *Hormophysa triquetra* dan Makroalga Merah *Gracilaria salicornia* dari Pulau Pari. *Oceanologi dan Limnologi di Indonesia*, 2(3), 25–33.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. (2019). *Statistik Perkebunan Indonesia 2018-2020*. Jakarta.
- Dangeubun, J. L., & Kadmaer, E. M. Y. (2018). Penerapan Iptek Di Desa Wab Ngufar Untuk Manajemen Budidaya Makroalga Hijau *Caulerpa racemosa* dan *C.lentillifera* “LAT”. *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952., 9, 246–258.
- Gao, X., Choi, H. G., Park, S. K., Sun, Z. M., & Nam, K. W. (2019). Assessment of optimal growth conditions for cultivation of the edible *Caulerpa okamurae* (*Caulerpales*, Chlorophyta) from Korea. *Journal of Applied Phycology*, 31(3), 1855–1862.
- Hamidi. (2013). Pengaruh Jenis Pakan Segar Yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan

- Ikan Nila Gift (*Oreochromis niloticus*). *Skripsi*, 1–32.
- Hanum, F., Tambun, R., Ritonga, M. Y., & Kasim, W. W. (2015). Aplikasi Elektrokoagulasi Dalam Pengolahan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 4(4), 13–17.
- Ilmannafian, A. G., Lestari, E., & Khairunisa, F. (2020). Pengolahan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit Dengan Metode Filtrasi Dan Fitoremediasi Menggunakan Tanaman Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*). *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 21(2), 244–253.
- Jumsurizal, J., Ilhamdy, A. F., Anggi, A., & Astika, A. (2021). Karakteristik Kimia Rumput Laut Hijau (*Caulerpa racemosa* & *Caulerpa taxifolia*) dari Laut Natuna, Kepulauan Riau, Indonesia. *Akuatika Indonesia*, 6(1), 19–24.
- Kamyab, H., Md Din, M. F., Ponraj, M., Keyvanfar, A., Rezania, S., Taib, S. M., & Abd Majid, M. Z. (2016). Isolation and screening of microalgae from agro-industrial wastewater (POME) for biomass and biodiesel sources. *Desalination and Water Treatment*, 57(60), 29118–29125.
- Khatimah, K. (2016). Analisis kandungan logam timbal (Pb) pada *Caulerpa racemosa* yang dibudidayakan di Perairan Dusun Puntondo, Kabupaten Takalar. In *Skripsi* (Vol. 1, Nomor 1).
- Kurniawan, M., Izzati, M., & Nurchayati, Y. (2010). Kandungan Klorofil, Karotenoid, dan Vitamin C pada Beberapa Spesies Tumbuhan Akuatik. *Buletin Anatomi dan Fisiologi*, XVIII(1), 28–40.
- Mahdi, M. Z., Titisari, Y. N., & Hadiyanto, (2012). Evaluasi Pertumbuhan Mikroalga dalam Medium POME: Variasi Jenis Mikroalga, Medium Dan Waktu Penambahan Nutrient. *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*, 1(1), 312–319.
- Muliari, Akmal, Y., Zulfahmi, I., Juanda, R., Karja, N. W. K., & Nisa, C. (2018). Histopathological changes in gill of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) after palm oil mill effluent exposure. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 216(1).
- Muliari, & Zulfahmi, I. (2016). Dampak Limbah Cair Kelapa Sawit Terhadap Komunitas Fitoplankton di Sungai Krueng Mane Kabupaten Aceh Utara.

- Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 6(2), 137–146.
- Muria, S. R., Dan, C., & Naomi, C. D. (2020). Pemanfaatan Mikroalga *Chlorella* sp. untuk Pengolahan Palm Oil Mill Effluent [POME] Secara Fed Batch. *Jurnal Sains dan Teknologi*, 19(1), 7–12.
- Narahaubun, S. (2021). *Pemanfaatan Anggur Laut (Caulerpa Racemosa) Sebagai Bahan Pembuatan Permen Jeli Dalam Menunjang Mata Kuliah Biologi Terapan* (Vol. 4, Nomor 1).
- Nasution, R. A. P. (2018). Analisis Pengelolaan Limbah Cair Kelapa Sawit Di Pt Hindoli Mill Sungai Lilin. In *Skripsi* (Vol. 2, Nomor January).
- Nurfa. (2021). *Pemanfaatan Rumput Laut Caulerpa Sp. Dalam Pakan Terhadap Pertumbuhan Dan Sintasan Ikan Bandeng (Chanos chanos)*.
- Nursanti, I. (2013). Karakteristik Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit pada Proses Pengolahan Anaerob dan Aerob. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, 13(4), 67–73.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014. Tentang Baku Mutu Air Limbah.
- Putra, D., & Putra, A. (2014). Analisis Pencemaran Limbah Cair Kelapa Sawit Berdasarkan Kandungan Logam, Konduktivitas, TDS dan TSS. *Jurnal Fisika Unand*, 3(2), 96–101.
- Renal, R., Ridwan, A., Ramadhan, I., & Indrawati, E. (2021). Review Artikel: Pemanfaatan Limbah Organik Pasar Sebagai Prekursor Budidaya Lawi-Lawi *Caulerpa lentillifera*. *Jurnal Ilmiah Ecosystem*, 21(2), 260–271.
- Resdi, R., Lim, J. S., & Idris, A. (2021). Batch kinetics of nutrients removal for palm oil mill effluent and recovery of lipid by *Nannochloropsis* sp. *Journal of Water Process Engineering*, 40(2021), 101767.
- Ridhowati, S., & Asnani. (2016). Potensi Anggur Laut Kelompok *Caulerpa racemosa* sebagai Kandidat Sumber Pangan Fungsional Indonesia. *Oseana*, 41(4), 50–62.
- Riyana, Y., Gendro Sari, S., & Gunawan, G. (2020). Bryophyta di Sekitar Kawasan Bandar Udara Internasional Syamsudin Noor Kalimantan Selatan. *Jurnal Jejaring Matematika dan Sains*, 2(2), 36–40.

- Silalahi, B. M., & Supijatno, . (2017). Pengelolaan Limbah Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di Angsana Estate, Kalimantan Selatan. *Buletin Agrohorti*, 5(3), 373–383.
- SNI 06-6989.31-2005. Cara Uji Kadar Fosfat dengan Spektrofotometer UV-Visible secara Asam Askorbat. *Air dan Air Limbah - Bagian 31*.
- SNI 6989.79:2011. Cara Uji Nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$) dengan Spektrofotometer UV-Visible secara Reduksi Kadmium. *Air dan Air Limbah - Bagian 79*.
- Supriadi, Syamsuddin, R., Abustang, A., & Yasir, I. (2016). Pertumbuhan dan Kandungan Karotenoid Lawi-Lawi *Caulerpa racemosa* yang Ditumbuhkan pada Tipe Substrat Berbeda. *Jurnal Rumput Laut Indonesia*, 1(2), 117–122.
- Suryani, F., Firdausi Homsah, O., & Basuki, M. (2018). Analisis pH dan Pengadukan Terhadap Produksi Biogas dari Limbah Cair Kelapa Sawit. *Jurnal Riset Sains dan Teknologi*, 2(1), 1–7.
- Syarfaini, Damayati, D. S., Susilawaty, A., Alam, S., & Humaerah, A. M. (2019). Analisis Kandungan Zat Gizi Roti Rumput Laut Lawi-Lawi (*Ceulerpa racemosa*) Substitusi Tempe Sebagai Alternatif Perbaikan Gizi Masyarakat. *Al-Sihah : Public Health Science Journal*, 11(1), 95.
- Teguh, S. (2017) Klasifikasi Makhluk Hidup. *Azka Persindo*. Solo.
- Triyadi, C., Rahman, Y., & Trisakti, B. (2015). Pengaruh Tinggi Tumpukan Pada Pengomposan Tandan Kosong Kelapa Sawit Menggunakan Pupuk Organik Aktif Dari Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit Di Dalam Komposter Menara Drum. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 4(4), 25–31.
- Yusfarizal, R. (2021). *Kajian Sistem Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) di PT. Perkebunan Lembah Bhakti Aceh Singkil*.
- Zulfahmi, I., Muliari, M., Akmal, Y., & Batubara, A. S. (2018). Reproductive performance and gonad histopathology of female Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* Linnaeus 1758) exposed to palm oil mill effluent. *Egyptian Journal of Aquatic Research*, 44(4), 327–332.
- Zulfahmi, I., Muliari, & Mawaddah, I. (2017). Toksisitas Limbah Cair Kelapa Sawit Terhadap Ikan Nila (*Oreochromis Niloticus* Linneus 1758) Dan Ikan Bandeng (*Chanos chanos* Froskall 1755). *Agricola*, 7(1), 44–55.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Penelitian

GAMBAR	KETERANGAN
	Pengambilan sampel limbah cair kelapa sawit di PT. Perkebunan Lembah Bhakti Aceh Singkil, pada kolam limbah yang ke lima
	Pengambilan sampel Lawi-lawi (<i>Caulerpa racemosa</i>) di BPBAP Ujong Batee, Aceh Besar
	Proses Aklimatisasi

	<p>Monitoring pH dan Salinitas pada proses aklimatisasi</p>
	<p>Persiapan bak kultur</p>
	<p>Pengenceran air laut dengan limbah cair kelapa sawit</p>
	<p>Penimbangan lawi-lawi sebelum dimasukkan ke dalam bak kultur</p>



Pengukuran lawi-lawi sebelum dimasukkan ke dalam bak kultur



Proses kultur lawi-lawi di dalam sampel limbah cair kelapa sawit



Lampiran 2. Hasil Uji Lab. Teknik Kimia Universitas Syiah Kuala



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

LEMBAR HASIL UJI

Nomor: 492/JTK-USK/LTPKL/2022

Nama Pelanggan : Rima Yusfarizal
Alamat Pelanggan : Desa Baet – Aceh Besar
Tanggal di Terima : 8 September 2022
Jenis Contoh Uji : Limbah Cair Kelapa Sawit
Tanggal di Analisa : 9 September 2022
Kode Contoh Uji : A 0%
Untuk Keperluan : Penelitian TA
Baku Mutu : Lampiran III Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia
Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha Dan/Atau
Kegiatan Industri Minyak Sawit

No.	Parameter Uji	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisa	Ket.
1.	Fosfat (PO ₄ -P)	mg/l	-	0,61	
2.	Nitrat (NO ₃ -N)	mg/l	-	28,32	

Darussalam, 9 September 2022

Ketua,

Dk. Ir. Ebi Munawar, S.T., M.Eng.

NH. 1969/210 199802 1001

جامعة الرانيري

AR - RANIRY



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

LEMBAR HASIL UJI

Nomor: 492/JTK-USK/LTPKL/2022

Nama Pelanggan : Rima Yusfarizal
Alamat Pelanggan : Desa Bact – Aceh Besar
Tanggal di Terima : 8 September 2022
Jenis Contoh Uji : Limbah Cair Kelapa Sawit
Tanggal di Analisa : 9 September 2022
Kode Contoh Uji : B 0%
Untuk Keperluan : Penelitian TA
Baku Mutu : Lampiran III Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia
Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha Dan/Atau
Kegiatan Industri Minyak Sawit

No.	Parameter Uji	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisa	Ket.
1.	Fosfat (PO ₄ -P)	mg/l	-	1,595	
2.	Nitrat (NO ₃ -N)	mg/l	-	24,54	

Darussalam, 9 September 2022

Ketua,

Dr. Ir. Edi Munawar, S.T., M.Eng.

NIP. 19691210 199802 1001

جامعة الرانيري

AR - RANIRY



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

LEMBAR HASIL UJI

Nomor: 492/JTK-USK/LTPKL/2022

Nama Pelanggan : Rima Yusfarizal
Alamat Pelanggan : Desa Baet – Aceh Besar
Tanggal di Terima : 8 September 2022
Jenis Contoh Uji : Limbah Cair Kelapa Sawit
Tanggal di Analisa : 9 September 2022
Kode Contoh Uji : C 0%
Untuk Keperluan : Penelitian TA
Baku Mutu : Lampiran III Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha Dan/Atau Kegiatan Industri Minyak Sawit

No.	Parameter Uji	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisa	Ket.
1.	Fosfat (PO ₄ -P)	mg/l	-	1,45	
2.	Nitrat (NO ₃ -N)	mg/l	-	24,87	

Darussalam, 9 September 2022

Ketua,


Dr. Fr. Eddi Munawar, S.T., M.Eng.

NIP. 19691210 199802 1001

جامعة الرانيري

AR - RANIRY



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

LEMBAR HASIL UJI

Nomor: 492/JTK-USK/LTPKL/2022

Nama Pelanggan : Rima Yusfarizal
Alamat Pelanggan : Desa Baet – Aceh Besar
Tanggal di Terima : 8 September 2022
Jenis Contoh Uji : Limbah Cair Kelapa Sawit
Tanggal di Analisa : 9 September 2022
Kode Contoh Uji : D 12,5%
Untuk Keperluan : Penelitian TA
Baku Mutu : Lampiran III Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia
Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha Dan/Atau
Kegiatan Industri Minyak Sawit

No.	Parameter Uji	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisa	Ket.
1.	Fosfat (PO ₄ -P)	mg/l	-	5,276	
2.	Nitrat (NO ₃ -N)	mg/l	-	63,87	

Darussalam, 9 September 2022

Ketua,


Dr. Ir. Ed Munawar, S.T., M.Eng.
NIP. 196912101998021001

جامعة الرانيري

AR - RANIRY



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

LEMBAR HASIL UJI

Nomor: 492/JTK-USK/LTPKL/2022

Nama Pelanggan : Rima Yusfarizal
Alamat Pelanggan : Desa Baet – Aceh Besar
Tanggal di Terima : 8 September 2022
Jenis Contoh Uji : Limbah Cair Kelapa Sawit
Tanggal di Analisa : 9 September 2022
Kode Contoh Uji : E 12,5%
Untuk Keperluan : Penelitian TA
Baku Mutu : Lampiran III Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha Dan/Atau Kegiatan Industri Minyak Sawit

No.	Parameter Uji	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisa	Ket.
1.	Fosfat (PO ₄ -P)	mg/l	-	6,91	
2.	Nitrat (NO ₃ -N)	mg/l	-	70,65	

Darussalam, 9 September 2022

Ketua,


Dr. H. Ed Munawar, S.T., M.Eng.
NIP. 19691210 199802 1001

جامعة الرانيري

AR - RANIRY



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

LEMBAR HASIL UJI

Nomor: 492/JTK-USK/LTPKL/2022

Nama Pelanggan : Rima Yusfarizal
Alamat Pelanggan : Desa Baet – Aceh Besar
Tanggal di Terima : 8 September 2022
Jenis Contoh Uji : Limbah Cair Kelapa Sawit
Tanggal di Analisa : 9 September 2022
Kode Contoh Uji : F 12,5%
Untuk Keperluan : Penelitian TA
Baku Mutu : Lampiran III Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia
Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha Dan/Atau
Kegiatan Industri Minyak Sawit

No.	Parameter Uji	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisa	Ket.
1.	Fosfat (PO ₄ --P)	mg/l	-	5,88	
2.	Nitrat (NO ₃ --N)	mg/l	-	65,767	

Darussalam, 9 September 2022

Ketua

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

جامعة الرانيري

AR - RANIRY



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

LEMBAR HASIL UJI

Nomor: 492/JTK-USK/LTPKL/2022

Nama Pelanggan : Rima Yusfarizal
Alamat Pelanggan : Desa Baet – Aceh Besar
Tanggal di Terima : 8 September 2022
Jenis Contoh Uji : Limbah Cair Kelapa Sawit
Tanggal di Analisa : 9 September 2022
Kode Contoh Uji : G 25%
Untuk Keperluan : Penelitian TA
Baku Mutu : Lampiran III Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia
Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha Dan/Atau
Kegiatan Industri Minyak Sawit

No.	Parameter Uji	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisa	Ket.
1.	Fosfat (PO ₄ -P)	mg/l	-	16,714	
2.	Nitrat (NO ₃ -N)	mg/l	-	124,75	

Darussalam, 9 September 2022

Ketua,


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

جامعة الرانيري

AR - RANIRY



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

LEMBAR HASIL UJI

Nomor: 492/JTK-USK/LTPKL/2022

Nama Pelanggan : Rima Yusfarizal
Alamat Pelanggan : Desa Bact – Aceh Besar
Tanggal di Terima : 8 September 2022
Jenis Contoh Uji : Limbah Cair Kelapa Sawit
Tanggal di Analisa : 9 September 2022
Kode Contoh Uji : H 25%
Untuk Keperluan : Penelitian TA
Baku Mutu : Lampiran III Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha Dan/Atau Kegiatan Industri Minyak Sawit

No.	Parameter Uji	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisa	Ket.
1.	Fosfat (PO ₄ -P)	mg/l	-	16,81	
2.	Nitrat (NO ₃ -N)	mg/l	-	129,16	

Darussalam, 9 September 2022

Ketua


Dr. Ir. Ed Munawar, S.T., M.Eng.

NIP. 1969 1210 199802 1001

جامعة الرانيري

AR - RANIRY



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

LEMBAR HASIL UJI

Nomor: 492/JTK-USK/LTPKL/2022

Nama Pelanggan : Rima Yusfarizal
Alamat Pelanggan : Desa Baet – Aceh Besar
Tanggal di Terima : 8 September 2022
Jenis Contoh Uji : Limbah Cair Kelapa Sawit
Tanggal di Analisa : 9 September 2022
Kode Contoh Uji : I 25%
Untuk Keperluan : Penelitian TA
Baku Mutu : Lampiran III Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia
Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha Dan/Atau
Kegiatan Industri Minyak Sawit

No.	Parameter Uji	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisa	Ket.
1.	Fosfat (PO ₄ -P)	mg/l	-	15,79	
2.	Nitrat (NO ₃ -N)	mg/l	-	127,432	

Darussalam, 9 September 2022

Ketua,


Dr. Edi Munawar, S.T., M.Eng.

NIP. 19691210 199802 1001

جامعة الرانيري

AR - RANIRY



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

LEMBAR HASIL UJI

Nomor: 492/JTK-USK/LTPKL/2022

Nama Pelanggan : Rima Yusfarizal
Alamat Pelanggan : Desa Baet – Aceh Besar
Tanggal di Terima : 8 September 2022
Jenis Contoh Uji : Limbah Cair Kelapa Sawit
Tanggal di Analisa : 9 September 2022
Kode Contoh Uji : J 12,5%
Untuk Keperluan : Penelitian TA
Baku Mutu : Lampiran III Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia
Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha Dan/Atau
Kegiatan Industri Minyak Sawit

No.	Parameter Uji	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisa	Ket.
1.	Fosfat (PO ₄ -P)	mg/l	-	7,548	
2.	Nitrat (NO ₃ -N)	mg/l	-	79,9	

Darussalam, 9 September 2022

Ketua,

Dr. Tr. Eli Munawar, S.T., M.Eng.

NIP. 19691210 199802 1001

جامعة الرانيري

A R - R A N I R Y



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

LEMBAR HASIL UJI

Nomor: 492/JTK-USK/LTPKL/2022

Nama Pelanggan : Rima Yusfarizal
Alamat Pelanggan : Desa Baet – Aceh Besar
Tanggal di Terima : 8 September 2022
Jenis Contoh Uji : Limbah Cair Kelapa Sawit
Tanggal di Analisa : 9 September 2022
Kode Contoh Uji : K 12,5%
Untuk Keperluan : Penelitian TA
Baku Mutu : Lampiran III Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha Dan/Atau Kegiatan Industri Minyak Sawit

No.	Parameter Uji	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisa	Ket.
1.	Fosfat (PO ₄ -P)	mg/l	-	8,85	
2.	Nitrat (NO ₃ -N)	mg/l	-	77,66	

Darussalam, 9 September 2022



Dr. Ir. Adi Munawar, S.T., M.Eng.
NIP. 19491210 199802 1001

جامعة الرانيري

AR - RANIRY



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

LEMBAR HASIL UJI

Nomor: 492/JTK-USK/LTPKL/2022

Nama Pelanggan : Rima Yusfarizal
Alamat Pelanggan : Desa Baet – Aceh Besar
Tanggal di Terima : 8 September 2022
Jenis Contoh Uji : Limbah Cair Kelapa Sawit
Tanggal di Analisa : 9 September 2022
Kode Contoh Uji : L 12,5%
Untuk Keperluan : Penelitian TA
Baku Mutu : Lampiran III Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia
Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha Dan/Atau
Kegiatan Industri Minyak Sawit

No.	Parameter Uji	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisa	Ket.
1.	Fosfat (PO ₄ -P)	mg/l	-	7,988	
2.	Nitrat (NO ₃ -N)	mg/l	-	77,89	

Darussalam, 9 September 2022

Ketua


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

جامعة الرانيري

AR - RANIRY



LEMBAR HASIL UJI

Nomor: 492/JTK-USK/LTPKL/2022

Nama Pelanggan : Rima Yusfarizal
Alamat Pelanggan : Desa Baet – Aceh Besar
Tanggal di Terima : 8 September 2022
Jenis Contoh Uji : Limbah Cair Kelapa Sawit
Tanggal di Analisa : 9 September 2022
Kode Contoh Uji : M 25%
Untuk Keperluan : Penelitian TA
Baku Mutu : Lampiran III Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia
Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha Dan/Atau
Kegiatan Industri Minyak Sawit

No.	Parameter Uji	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisa	Ket.
1.	Fosfat (PO ₄ -P)	mg/l	-	77,66	
2.	Nitrat (NO ₃ -N)	mg/l	-	130,38	

Darussalam, 9 September 2022

Kemah

Dr. Ir. Edi Munawar, S.T., M.Eng.

NIP. 19691210 199802 1001

جامعة الرانيري

AR - RANIRY



LEMBAR HASIL UJI

Nomor: 492/JTK-USK/LTPKL/2022

Nama Pelanggan : Rima Yusfarizal
Alamat Pelanggan : Desa Baet – Aceh Besar
Tanggal di Terima : 8 September 2022
Jenis Contoh Uji : Limbah Cair Kelapa Sawit
Tanggal di Analisa : 9 September 2022
Kode Contoh Uji : N 25%
Untuk Keperluan : Penelitian TA
Baku Mutu : Lampiran III Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha Dan/Atau Kegiatan Industri Minyak Sawit

No.	Parameter Uji	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisa	Ket.
1.	Fosfat (PO ₄ -P)	mg/l	-	25,85	
2.	Nitrat (NO ₃ -N)	mg/l	-	142,71	

Darussalam, 9 September 2022

Ketua


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

جامعة الرانيري

AR - RANIRY



LEMBAR HASIL UJI

Nomor: 492/JTK-USK/LTPKL/2022

Nama Pelanggan : Rima Yusfarizal
Alamat Pelanggan : Desa Baet – Aceh Besar
Tanggal di Terima : 8 September 2022
Jenis Contoh Uji : Limbah Cair Kelapa Sawit
Tanggal di Analisa : 9 September 2022
Kode Contoh Uji : O 25%
Untuk Keperluan : Penelitian TA
Baku Mutu : Lampiran III Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia
Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha Dan/Atau
Kegiatan Industri Minyak Sawit

No.	Parameter Uji	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisa	Ket.
1.	Fosfat (PO ₄ -P)	mg/l	-	23,69	
2.	Nitrat (NO ₃ -N)	mg/l	-	131,42	

Darussalam, 9 September 2022

Ketia

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

جامعة الرانيري

AR - RANIRY



LEMBAR HASIL UJI

Nomor: 492/JTK-USK/LTPKL/2022

Nama Pelanggan : Rima Yusfarizal
Alamat Pelanggan : Desa Baet – Aceh Besar
Tanggal di Terima : 12 September 2022
Jenis Contoh Uji : Limbah Cair Kelapa Sawit
Tanggal di Analisa : 13 September 2022 s/d 20 September 2022
Kode Contoh Uji : A 0% (2)
Untuk Keperluan : Penelitian TA
Baku Mutu : Lampiran III Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia
Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha Dan/Atau
Kegiatan Industri Minyak Sawit

No.	Parameter Uji	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisa	Ket.
1.	Fosfat (PO ₄ →P)	mg/l	-	0,56	
2.	Nitrat (NO ₃ →N)	mg/l	-	27,47	

Darussalam, 20 September 2022

Ketua,


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

جامعة الرانيري

AR - RANIRY



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

LEMBAR HASIL UJI

Nomor: 502/JTK-USK/LTPKL/2022

Nama Pelanggan : Rima Yusfarizal
Alamat Pelanggan : Desa Baet – Aceh Besar
Tanggal di Terima : 12 September 2022
Jenis Contoh Uji : Limbah Cair Kelapa Sawit
Tanggal di Analisa : 13 September 2022 s/d 20 September 2022
Kode Contoh Uji : B 0% (2)
Untuk Keperluan : Penelitian TA
Baku Mutu : Lampiran III Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia
Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha Dan/Atau
Kegiatan Industri Minyak Sawit

No.	Parameter Uji	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisa	Ket.
1.	Fosfat (PO ₄ -P)	mg/l	-	1,062	
2.	Nitrat (NO ₃ -N)	mg/l	-	23,208	

Darussalam, 20 September 2022

Ketua

Dr. Ir. Edi Munawar, S.T., M.Eng.

NIP. 19691210 199802 1001

جامعة الرانيري

AR - RANIRY



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

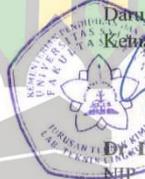
LEMBAR HASIL UJI

Nomor: 502/JTK-USK/LTPKL/2022

Nama Pelanggan : Rima Yusfarizal
Alamat Pelanggan : Desa Baet – Aceh Besar
Tanggal di Terima : 12 September 2022
Jenis Contoh Uji : Limbah Cair Kelapa Sawit
Tanggal di Analisa : 13 September 2022 s/d 20 September 2022
Kode Contoh Uji : C 0% (2)
Untuk Keperluan : Penelitian TA
Baku Mutu : Lampiran III Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha Dan/Atau Kegiatan Industri Minyak Sawit

No.	Parameter Uji	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisa	Ket.
1.	Fosfat (PO ₄ -P)	mg/l	-	1,223	
2.	Nitrat (NO ₃ -N)	mg/l	-	23,33	

Darussalam, 20 September 2022



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

جامعة الرانيري

AR - RANIRY



LEMBAR HASIL UJI

Nomor: 502/JTK-USK/LTPKL/2022

Nama Pelanggan : Rima Yusfarizal
Alamat Pelanggan : Desa Baet – Aceh Besar
Tanggal di Terima : 12 September 2022
Jenis Contoh Uji : Limbah Cair Kelapa Sawit
Tanggal di Analisa : 13 September 2022 s/d 20 September 2022
Kode Contoh Uji : D 12,5% (2)
Untuk Keperluan : Penelitian TA
Baku Mutu : Lampiran III Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia
Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha Dan/Atau
Kegiatan Industri Minyak Sawit

No.	Parameter Uji	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisa	Ket.
1.	Fosfat (PO ₄ -P)	mg/l	-	2,378	
2.	Nitrat (NO ₃ -N)	mg/l	-	32,821	

Darussalam, 20 September 2022

Ketua,

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

جامعة الرانيري

AR - RANIRY



LEMBAR HASIL UJI

Nomor: 502/JTK-USK/LTPKL/2022

Nama Pelanggan : Rima Yusfarizal
Alamat Pelanggan : Desa Baet – Aceh Besar
Tanggal di Terima : 12 September 2022
Jenis Contoh Uji : Limbah Cair Kelapa Sawit
Tanggal di Analisa : 13 September 2022 s/d 20 September 2022
Kode Contoh Uji : E 12,5% (2)
Untuk Keperluan : Penelitian TA
Baku Mutu : Lampiran III Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia
Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha Dan/Atau
Kegiatan Industri Minyak Sawit

No.	Parameter Uji	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisa	Ket.
1.	Fosfat (PO ₄ -P)	mg/l	-	4,165	
2.	Nitrat (NO ₃ -N)	mg/l	-	31,467	

Darussalam, 20 September 2022

Kemah,

Dr. Edi Munawar, S.T., M.Eng.

NIP. 19691210 199802 1001

جامعة الرانيري

AR - RANIRY



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

LEMBAR HASIL UJI

Nomor: 502/JTK-USK/LTPKL/2022

Nama Pelanggan : Rima Yusfarizal
Alamat Pelanggan : Desa Baet – Aceh Besar
Tanggal di Terima : 12 September 2022
Jenis Contoh Uji : Limbah Cair Kelapa Sawit
Tanggal di Analisa : 13 September 2022 s/d 20 September 2022
Kode Contoh Uji : F 12,5% (2)
Untuk Keperluan : Penelitian TA
Baku Mutu : Lampiran III Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia
Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha Dan/Atau
Kegiatan Industri Minyak Sawit

No.	Parameter Uji	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisa	Ket.
1.	Fosfat (PO ₄ -P)	mg/l	-	3,98	
2.	Nitrat (NO ₃ -N)	mg/l	-	32,523	

Darussalam/ 20 September 2022

Ketua

Dr. Egi Munawar, S.T., M.Eng.

NIP. 19691210 199802 1001

جامعة الرانيري

AR - RANIRY



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

LEMBAR HASIL UJI

Nomor: 502/JTK-USK/LTPKL/2022

Nama Pelanggan : Rima Yusfarizal
Alamat Pelanggan : Desa Baet – Aceh Besar
Tanggal di Terima : 12 September 2022
Jenis Contoh Uji : Limbah Cair Kelapa Sawit
Tanggal di Analisa : 13 September 2022 s/d 20 September 2022
Kode Contoh Uji : G 25% (2)
Untuk Keperluan : Penelitian TA
Baku Mutu : Lampiran III Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia
Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha Dan/Atau
Kegiatan Industri Minyak Sawit

No.	Parameter Uji	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisa	Ket.
1.	Fosfat (PO ₄ -P)	mg/l	-	6,714	
2.	Nitrat (NO ₃ -N)	mg/l	-	34,582	

Darussalam, 20 September 2022

Ketua,

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

جامعة الرانيري

AR - RANIRY



LEMBAR HASIL UJI

Nomor: 502/JTK-USK/LTPKL/2022

Nama Pelanggan : Rima Yusfarizal
Alamat Pelanggan : Desa Baet – Aceh Besar
Tanggal di Terima : 12 September 2022
Jenis Contoh Uji : Limbah Cair Kelapa Sawit
Tanggal di Analisa : 13 September 2022 s/d 20 September 2022
Kode Contoh Uji : H 25% (2)
Untuk Keperluan : Penelitian TA
Baku Mutu : Lampiran III Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia
Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha Dan/Atau
Kegiatan Industri Minyak Sawit

No.	Parameter Uji	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisa	Ket.
1.	Fosfat (PO ₄ -P)	mg/l	-	7,182	
2.	Nitrat (NO ₃ -N)	mg/l	-	47,607	

Darussalam, 20 September 2022
Ketua,

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

جامعة الرانيري

A R - R A N I R Y



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

LEMBAR HASIL UJI

Nomor: 502/JTK-USK/LTPKL/2022

Nama Pelanggan : Rima Yusfarizal
Alamat Pelanggan : Desa Baet – Aceh Besar
Tanggal di Terima : 12 September 2022
Jenis Contoh Uji : Limbah Cair Kelapa Sawit
Tanggal di Analisa : 13 September 2022 s/d 20 September 2022
Kode Contoh Uji : I 25% (2)
Untuk Keperluan : Penelitian TA
Baku Mutu : Lampiran III Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia
Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha Dan/Atau
Kegiatan Industri Minyak Sawit

No.	Parameter Uji	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisa	Ket.
1.	Fosfat (PO ₄ -P)	mg/l	-	6,845	
2.	Nitrat (NO ₃ -N)	mg/l	-	44,872	

Darussalam, 20 September 2022

Ketua,

Dr. Hs. Cdi Munawar, S.T., M.Eng.
NIP. 19691210 199802 1001

جامعة الرانيري

AR - RANIRY



LEMBAR HASIL UJI

Nomor: 502/JTK-USK/LTPKL/2022

Nama Pelanggan : Rima Yusfarizal
Alamat Pelanggan : Desa Baet – Aceh Besar
Tanggal di Terima : 12 September 2022
Jenis Contoh Uji : Limbah Cair Kelapa Sawit
Tanggal di Analisa : 13 September 2022 s/d 20 September 2022
Kode Contoh Uji : J 12,5% (2)
Untuk Keperluan : Penelitian TA
Baku Mutu : Lampiran III Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia
Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha Dan/Atau
Kegiatan Industri Minyak Sawit

No.	Parameter Uji	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisa	Ket.
1.	Fosfat (PO ₄ -P)	mg/l	-	5,878	
2.	Nitrat (NO ₃ -N)	mg/l	-	50,429	

Darussalam, 20 September 2022

Ketua,

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

جامعة الرانيري

AR - RANIRY



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

LEMBAR HASIL UJI

Nomor: 502/JTK-USK/LTPKL/2022

Nama Pelanggan : Rima Yusfarizal
Alamat Pelanggan : Desa Bact – Aceh Besar
Tanggal di Terima : 12 September 2022
Jenis Contoh Uji : Limbah Cair Kelapa Sawit
Tanggal di Analisa : 13 September 2022 s/d 20 September 2022
Kode Contoh Uji : K 12,5% (2)
Untuk Keperluan : Penelitian TA
Baku Mutu : Lampiran III Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia
Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha Dan/Atau
Kegiatan Industri Minyak Sawit

No.	Parameter Uji	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisa	Ket.
1.	Fosfat (PO ₄ -P)	mg/l	-	6,183	
2.	Nitrat (NO ₃ -N)	mg/l	-	60,279	

Darussalam, 20 September 2022

Ketua

Dr. Ir. Ebi Munawar, S.T., M.Eng.

NIP. 19691210 199802 1001

جامعة الرانيري

AR - RANIRY



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

LEMBAR HASIL UJI

Nomor: 502/JTK-USK/LTPKL/2022

Nama Pelanggan : Rima Yusfarizal
Alamat Pelanggan : Desa Baet – Aceh Besar
Tanggal di Terima : 12 September 2022
Jenis Contoh Uji : Limbah Cair Kelapa Sawit
Tanggal di Analisa : 13 September 2022 s/d 20 September 2022
Kode Contoh Uji : L 12,5% (2)
Untuk Keperluan : Penelitian TA
Baku Mutu : Lampiran III Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia
Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha Dan/Atau
Kegiatan Industri Minyak Sawit

No.	Parameter Uji	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisa	Ket.
1.	Fosfat (PO ₄ -P)	mg/l	-	7,154	
2.	Nitrat (NO ₃ -N)	mg/l	-	60,56	

Darussalam, 20 September 2022

Ketua,

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

جامعة الرانيري

AR - RANIRY



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

LEMBAR HASIL UJI

Nomor: 502/JTK-USK/LTPKL/2022

Nama Pelanggan : Rima Yusfarizal
Alamat Pelanggan : Desa Baet – Aceh Besar
Tanggal di Terima : 12 September 2022
Jenis Contoh Uji : Limbah Cair Kelapa Sawit
Tanggal di Analisa : 13 September 2022 s/d 20 September 2022
Kode Contoh Uji : M 25% (2)
Untuk Keperluan : Penelitian TA
Baku Mutu : Lampiran III Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia
Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha Dan/Atau
Kegiatan Industri Minyak Sawit

No.	Parameter Uji	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisa	Ket.
1.	Fosfat (PO ₄ -P)	mg/l	-	20,02	
2.	Nitrat (NO ₃ -N)	mg/l	-	128,208	

Darussalam, 20 September 2022

Ketua

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

جامعة الرانيري

AR - RANIRY



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

LEMBAR HASIL UJI

Nomor: 502/JTK-USK/LTPKL/2022

Nama Pelanggan : Rima Yusfarizal
Alamat Pelanggan : Desa Baet – Aceh Besar
Tanggal di Terima : 12 September 2022
Jenis Contoh Uji : Limbah Cair Kelapa Sawit
Tanggal di Analisa : 13 September 2022 s/d 20 September 2022
Kode Contoh Uji : N 25% (2)
Untuk Keperluan : Penelitian TA
Baku Mutu : Lampiran III Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia
Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha Dan/Atau
Kegiatan Industri Minyak Sawit

No.	Parameter Uji	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisa	Ket.
1.	Fosfat (PO ₄ -P)	mg/l	-	25,176	
2.	Nitrat (NO ₃ -N)	mg/l	-	141,379	

Darussalam, 20 September 2022

Ketua,

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

جامعة الرانيري

AR - RANIRY



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

LEMBAR HASIL UJI

Nomor: 502/JTK-USK/LTPKL/2022

Nama Pelanggan : Rima Yusfarizal
Alamat Pelanggan : Desa Baet – Aceh Besar
Tanggal di Terima : 12 September 2022
Jenis Contoh Uji : Limbah Cair Kelapa Sawit
Tanggal di Analisa : 13 September 2022 s/d 20 September 2022
Kode Contoh Uji : O 25% (2)
Untuk Keperluan : Penelitian TA
Baku Mutu : Lampiran III Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia
Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha Dan/Atau
Kegiatan Industri Minyak Sawit

No.	Parameter Uji	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisa	Ket.
1.	Fosfat (PO ₄ -P)	mg/l	-	23,34	
2.	Nitrat (NO ₃ -N)	mg/l	-	130,23	

Darussalam, 20 September 2022

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

جامعة الرانيري

AR - RANIRY



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

LEMBAR HASIL UJI

Nomor: 518/JTK-USK/LTPKL/2022

Nama Pelanggan : Rima Yusfarizal
Alamat Pelanggan : Desa Baet – Aceh Besar
Tanggal di Terima : 26 September 2022
Jenis Contoh Uji : Limbah Cair Kelapa Sawit
Tanggal di Analisa : 27 September 2022 s/d 28 September 2022
Kode Contoh Uji : A 0% (3)
Untuk Keperluan : Penelitian TA
Baku Mutu : Lampiran III Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia
Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha Dan/Atau
Kegiatan Industri Minyak Sawit

No.	Parameter Uji	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisa	Kef.
1.	Fosfat (PO ₄ -P)	mg/l	-	0,5	
2.	Nitrat (NO ₃ -N)	mg/l	-	26,837	

Darussalam, 29 September 2022

Ketua

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

جامعة الرانيري

AR - RANIRY



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

LEMBAR HASIL UJI

Nomor: 518/JTK-USK/LTPKL/2022

Nama Pelanggan : Rima Yusfarizal
Alamat Pelanggan : Desa Baet – Aceh Besar
Tanggal di Terima : 26 September 2022
Jenis Contoh Uji : Limbah Cair Kelapa Sawit
Tanggal di Analisa : 27 September 2022 s/d 28 September 2022
Kode Contoh Uji : B 0% (3)
Untuk Keperluan : Penelitian TA
Baku Mutu : Lampiran III Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha Dan/Atau Kegiatan Industri Minyak Sawit

No.	Parameter Uji	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisa	Ket.
1.	Fosfat (PO ₄ -P)	mg/l	-	1,065	
2.	Nitrat (NO ₃ -N)	mg/l	-	23,181	

Darussalam, 29 September 2022

Ketua,


Edy Munawar, S.T., M.Eng.
NIP. 19691210 199802 1001

جامعة الرانيري

AR - RANIRY



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

LEMBAR HASIL UJI

Nomor: 518/JTK-USK/LTPKL/2022

Nama Pelanggan : Rima Yusfarizal
Alamat Pelanggan : Desa Baet – Aceh Besar
Tanggal di Terima : 26 September 2022
Jenis Contoh Uji : Limbah Cair Kelapa Sawit
Tanggal di Analisa : 27 September 2022 s/d 28 September 2022
Kode Contoh Uji : C 0% (3)
Untuk Keperluan : Penelitian TA
Baku Mutu : Lampiran III Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia
Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha Dan/Atau
Kegiatan Industri Minyak Sawit

No.	Parameter Uji	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisa	Ket.
1.	Fosfat (PO ₄ -P)	mg/l	-	1,054	
2.	Nitrat (NO ₃ -N)	mg/l	-	23,29	

Darussalam, 29 September 2022



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

جامعة الرانيري

AR - RANIRY



LEMBAR HASIL UJI

Nomor: 518/JTK-USK/LTPKL/2022

Nama Pelanggan : Rima Yusfarizal
Alamat Pelanggan : Desa Bact – Aceh Besar
Tanggal di Terima : 26 September 2022
Jenis Contoh Uji : Limbah Cair Kelapa Sawit
Tanggal di Analisa : 27 September 2022 s/d 28 September 2022
Kode Contoh Uji : D 12,5% (3)
Untuk Keperluan : Penelitian TA
Baku Mutu : Lampiran III Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia
Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha Dan/Atau
Kegiatan Industri Minyak Sawit

No.	Parameter Uji	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisa	Ket.
1.	Fosfat (PO ₄ -P)	mg/l	-	1,357	
2.	Nitrat (NO ₃ -N)	mg/l	-	30,948	

Darussalam, 29 September 2022

Ketua,

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

جامعة الرانيري

AR - RANIRY



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

LEMBAR HASIL UJI

Nomor: 518/JTK-USK/LTPKL/2022

Nama Pelanggan : Rima Yusfarizal
Alamat Pelanggan : Desa Baet – Aceh Besar
Tanggal di Terima : 26 September 2022
Jenis Contoh Uji : Limbah Cair Kelapa Sawit
Tanggal di Analisa : 27 September 2022 s/d 28 September 2022
Kode Contoh Uji : E 12,5% (3)
Untuk Keperluan : Penelitian TA
Baku Mutu : Lampiran III Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia
Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha Dan/Atau
Kegiatan Industri Minyak Sawit

No.	Parameter Uji	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisa	Ket.
1.	Fosfat (PO ₄ -P)	mg/l	-	2,295	
2.	Nitrat (NO ₃ -N)	mg/l	-	28,263	

Darussalam, 29 September 2022

Ketua,


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

جامعة الرانيري

AR - RANIRY



LEMBAR HASIL UJI

Nomor: 518/JTK-USK/LTPKL/2022

Nama Pelanggan : Rima Yusfarizal
Alamat Pelanggan : Desa Baet – Aceh Besar
Tanggal di Terima : 26 September 2022
Jenis Contoh Uji : Limbah Cair Kelapa Sawit
Tanggal di Analisa : 27 September 2022 s/d 28 September 2022
Kode Contoh Uji : F 12,5% (3)
Untuk Keperluan : Penelitian TA
Baku Mutu : Lampiran III Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia
Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha Dan/Atau
Kegiatan Industri Minyak Sawit

No.	Parameter Uji	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisa	Ket.
1.	Fosfat (PO ₄ -P)	mg/l	-	2,871	
2.	Nitrat (NO ₃ -N)	mg/l	-	31,105	

Darussalam, 29 September 2022

Ketua,

Dr. H. Edl Munawar, S.T., M.Eng.
NIP. 19691210 199802 1001

جامعة الرانيري

AR - RANIRY



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

LEMBAR HASIL UJI

Nomor: 518/JTK-USK/LTPKL/2022

Nama Pelanggan : Rima Yusfarizal
Alamat Pelanggan : Desa Baet – Aceh Besar
Tanggal di Terima : 26 September 2022
Jenis Contoh Uji : Limbah Cair Kelapa Sawit
Tanggal di Analisa : 27 September 2022 s/d 28 September 2022
Kode Contoh Uji : G 25% (3)
Untuk Keperluan : Penelitian TA
Baku Mutu : Lampiran III Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha Dan/Atau Kegiatan Industri Minyak Sawit

No.	Parameter Uji	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisa	Ket.
1.	Fosfat (PO ₄ -P)	mg/l	-	6,131	
2.	Nitrat (NO ₃ -N)	mg/l	-	34,5	

Darussalam, 29 September 2022

Ketua,

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

جامعة الرانيري

AR - RANIRY



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

LEMBAR HASIL UJI

Nomor: 518/JTK-USK/LTPKL/2022

Nama Pelanggan : Rima Yusfarizal
Alamat Pelanggan : Desa Bact – Aceh Besar
Tanggal di Terima : 26 September 2022
Jenis Contoh Uji : Limbah Cair Kelapa Sawit
Tanggal di Analisa : 27 September 2022 s/d 28 September 2022
Kode Contoh Uji : H 25% (3)
Untuk Keperluan : Penelitian TA
Baku Mutu : Lampiran III Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha Dan/Atau Kegiatan Industri Minyak Sawit

No.	Parameter Uji	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisa	Ket.
1.	Fosfat (PO ₄ -P)	mg/l	-	6,945	
2.	Nitrat (NO ₃ -N)	mg/l	-	47,22	

Darussalam, 29 September 2022



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

جامعة الرانيري

AR - RANIRY



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

LEMBAR HASIL UJI

Nomor: 518/JTK-USK/LTPKL/2022

Nama Pelanggan : Rima Yusfarizal
Alamat Pelanggan : Desa Baet – Aceh Besar
Tanggal di Terima : 26 September 2022
Jenis Contoh Uji : Limbah Cair Kelapa Sawit
Tanggal di Analisa : 27 September 2022 s/d 28 September 2022
Kode Contoh Uji : I 25% (3)
Untuk Keperluan : Penelitian TA
Baku Mutu : Lampiran III Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia
Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha Dan/Atau
Kegiatan Industri Minyak Sawit

No.	Parameter Uji	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisa	Ket.
1.	Fosfat (PO ₄ -P)	mg/l	-	6,045	
2.	Nitrat (NO ₃ -N)	mg/l	-	41,28	

Darussalam, 29 September 2022



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

جامعة الرانيري

AR - RANIRY



LEMBAR HASIL UJI

Nomor: 518/JTK-USK/LTPKL/2022

Nama Pelanggan : Rima Yusfarizal
Alamat Pelanggan : Desa Baet – Aceh Besar
Tanggal di Terima : 26 September 2022
Jenis Contoh Uji : Limbah Cair Kelapa Sawit
Tanggal di Analisa : 27 September 2022 s/d 28 September 2022
Kode Contoh Uji : J 12,5% (3)
Untuk Keperluan : Penelitian TA
Baku Mutu : Lampiran III Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia
Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha Dan/Atau
Kegiatan Industri Minyak Sawit

No.	Parameter Uji	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisa	Kef.
1.	Fosfat (PO ₄ -P)	mg/l	-	5,07	
2.	Nitrat (NO ₃ -N)	mg/l	-	50,227	

Darussalam, 29 September 2022

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

جامعة الرانيري

AR - RANIRY



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

LEMBAR HASIL UJI

Nomor: 518/JTK-USK/LTPKL/2022

Nama Pelanggan : Rima Yusfarizal
Alamat Pelanggan : Desa Baet – Aceh Besar
Tanggal di Terima : 26 September 2022
Jenis Contoh Uji : Limbah Cair Kelapa Sawit
Tanggal di Analisa : 27 September 2022 s/d 28 September 2022
Kode Contoh Uji : K 12,5% (3)
Untuk Keperluan : Penelitian TA
Baku Mutu : Lampiran III Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia
Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha Dan/Atau
Kegiatan Industri Minyak Sawit

No.	Parameter Uji	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisa	Ket.
1.	Fosfat (PO ₄ -P)	mg/l	-	5,261	
2.	Nitrat (NO ₃ -N)	mg/l	-	59,767	

Darussalam, 29 September 2022



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

جامعة الرانيري

AR - RANIRY



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

LEMBAR HASIL UJI

Nomor: 518/JTK-USK/LTPKL/2022

Nama Pelanggan : Rima Yusfarizal
Alamat Pelanggan : Desa Baet – Aceh Besar
Tanggal di Terima : 26 September 2022
Jenis Contoh Uji : Limbah Cair Kelapa Sawit
Tanggal di Analisa : 27 September 2022 s/d 28 September 2022
Kode Contoh Uji : L 12,5% (3)
Untuk Keperluan : Penelitian TA
Baku Mutu : Lampiran III Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia
Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha Dan/Atau
Kegiatan Industri Minyak Sawit

No.	Parameter Uji	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisa	Ket.
1.	Fosfat (PO ₄ -P)	mg/l	-	6,89	
2.	Nitrat (NO ₃ -N)	mg/l	-	60,432	

Darussalam, 29 September 2022



Dr. Ir. H. Munawar, S.T., M.Eng.
Telp. (069) 210 199802 1001

جامعة الرانيري

AR - RANIRY



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

LEMBAR HASIL UJI

Nomor: 518/JTK-USK/LTPKL/2022

Nama Pelanggan : Rima Yusfarizal
Alamat Pelanggan : Desa Baet – Aceh Besar
Tanggal di Terima : 26 September 2022
Jenis Contoh Uji : Limbah Cair Kelapa Sawit
Tanggal di Analisa : 27 September 2022 s/d 28 September 2022
Kode Contoh Uji : M 25% (3)
Untuk Keperluan : Penelitian TA
Baku Mutu : Lampiran III Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia
Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha Dan/Atau
Kegiatan Industri Minyak Sawit

No.	Parameter Uji	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisa	Kef.
1.	Fosfat (PO ₄ -P)	mg/l	-	19,07	
2.	Nitrat (NO ₃ -N)	mg/l	-	128,234	

Darussalam, 29 September 2022

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

جامعة الرانيري

AR - RANIRY



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

LEMBAR HASIL UJI

Nomor: 518/JTK-USK/LTPKL/2022

Nama Pelanggan : Rima Yusfarizal
Alamat Pelanggan : Desa Baet – Aceh Besar
Tanggal di Terima : 26 September 2022
Jenis Contoh Uji : Limbah Cair Kelapa Sawit
Tanggal di Analisa : 27 September 2022 s/d 28 September 2022
Kode Contoh Uji : N 25% (3)
Untuk Keperluan : Penelitian TA
Baku Mutu : Lampiran III Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia
Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha Dan/Atau
Kegiatan Industri Minyak Sawit

No.	Parameter Uji	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisa	Kef.
1.	Fosfat (PO ₄ -P)	mg/l	-	24,721	
2.	Nitrat (NO ₃ -N)	mg/l	-	140,989	

Darussalam, 29 September 2022



Edi Munawar, S.T., M.Eng.
NIP. 19691210 199802 1001

جامعة الرانيري

AR - RANIRY



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

LEMBAR HASIL UJI

Nomor: 518/JTK-USK/LTPKL/2022

Nama Pelanggan : Rima Yusfarizal
Alamat Pelanggan : Desa Baet – Aceh Besar
Tanggal di Terima : 26 September 2022
Jenis Contoh Uji : Limbah Cair Kelapa Sawit
Tanggal di Analisa : 27 September 2022 s/d 28 September 2022
Kode Contoh Uji : O 25% (3)
Untuk Keperluan : Penelitian TA
Baku Mutu : Lampiran III Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia
Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha Dan/Atau
Kegiatan Industri Minyak Sawit

No.	Parameter Uji	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisa	Ket.
1.	Fosfat (PO ₄ -P)	mg/l	-	22,985	
2.	Nitrat (NO ₃ -N)	mg/l	-	128,505	

Darussalam, 29 September 2022



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

جامعة الرانيري

AR - RANIRY