

**ANALISIS LIMBAH KELAPA SAWIT INDUSTRI YANG DIMANFAATKAN
SEBAGAI PUPUK ORGANIK CAIR**

SKRIPSI

Oleh :

DEA PUSPA RAHAYU

NPM : 218150094



PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MEDAN AREA

MEDAN

2023

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 25/10/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)25/10/24

**ANALISIS LIMBAH KELAPA SAWIT INDUSTRI
YANG DIMANFAATKAN SEBAGAI
PUPUK ORGANIK CAIR**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana di Fakultas Teknik
Universitas Medan Area



**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA MEDAN
2024**

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi : Analisis Limbah Kelapa Sawit Industri Yang Dimanfaatkan Sebagai Pupuk Organik Cair

Nama : Dea Puspa Rahayu

NPM : 218150094

Fakultas : Teknik

Disetujui Oleh

Dosen Pembimbing


Nukhe Andri Silviana, S.T, M.T

NIDN : 0127038802

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program Studi



Tanggal Sidang : 10 November 2024

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Dea Puspa Rahayu

NPM : 218150094

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun dari beberapa bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila dikemudian hari ditemukan hari ditentukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, 28 Mei 2024



Dea Puspa Rahayu

218150094

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS
AKHIR/SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Dea Puspa Rahayu

NPM : 218150094

Program Studi : Teknik Industri

Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul : Analisis Limbah Kelapa Sawit Industri Yang Dimanfaatkan Sebagai Pupuk Organik Cair. Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelolah dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Medan

Pada Tanggal 28 Mei 2024


(Dea Puspa Rahayu)

218150094

RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama lengkap Dea Puspa Rahayu, lahir di Binjai, tanggal 17 Juli 1998. Merupakan anak ke 1 dari 3 bersaudara dengan ayah bernama Misno dan ibu bernama Musilawati, S.Sos. Riwayat Pendidikan penulis bertahap dimulai dari SD Swasta Tunas Pelita, SMP Negeri 1 Binjai, dan SMK Swasta Kesehatan Galang Insan Mandiri. Pada tahun 2016 penulis melanjutkan studi pada jenjang perkuliahan D-III pada Program Studi Analisis Kimia di Politeknik AKA Bogor dan menyelesaikan studi pada tahun 2019. Pada tahun 2021 penulis melanjutkan studi ke jenjang perkuliahan S1 pada program studi Teknik Industri Fakultas Teknik di Universitas Medan Area.

Banyak hal yang didapat penulis dalam proses pembelajaran selama berkuliah di kampus Universitas Medan Area ini, semua ilmu dan pengalaman yang saya dapatkan saya pegang sebagai pelajaran kehidupan. Pada tahun terakhir sebagai mahasiswa penulis juga menjalankan pembuatan tugas akhir sebagai syarat kelulusan. Penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan skripsi yang berjudul **"Analisis Limbah Kelapa Sawit Industri Yang Dimanfaatkan Sebagai Pupuk Organik Cair"**

ABSTRAK

ANALISIS LIMBAH KELAPA SAWIT INDUSTRI YANG DIMANFAATKAN SEBAGAI PUPUK ORGANIK CAIR

OLEH :

DEA PUSPA RAHAYU

NPM : 218150094

Penelitian ini bertujuan untuk mengurangi tempat pembuangan limbah IPAL di PT X maka diperlukan suatu inovasi yang memungkinkan limbah kelapa sawit industri menjadi suatu produk yang bermanfaat menjadi pupuk organik cair dengan cara menambahkan abu jongkos dan EM-4 ke dalam air limbah. Selanjutnya limbah kelapa sawit industri tersebut akan diuji secara langsung ataupun dilakukan secara fermentasi 3 hari dan fermentasi 6 hari untuk melihat apakah kadar dari limbah yang diuji ini mengandung kadar nitrogen, fosfor, dan kalium yang akan memenuhi syarat baku mutu dari pupuk organik cair yang terlampir pada Peraturan yang berlaku dari Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 261/KPTS/SR.310/M/4/2019. Karena pada umumnya pupuk harus mengandung nilai NPK di dalamnya. Dimana setiap pengujian dari air limbah tersebut hasilnya semua memenuhi syarat baku mutu pupuk organik cair. Analisis hasil uji nitrogen didapatkan nilai F hitung sebesar 238,876 dengan sig = 0,000 dimana nilai sig < 0,05 maka H_0 ditolak sehingga dapat disimpulkan ada perbedaan antara masing-masing uji nitrogen pada per fermentasi serta uji fosfor didapatkan nilai F hitung sebesar 300,978 dengan sig 0,000, dan uji kalium didapatkan nilai F hitung sebesar 46,792 dengan sig = 0,000 maka nilai sig < 0,05 maka H_0 ditolak sehingga dapat disimpulkan ada perbedaan antara masing- masing uji fosfor pada per fermentasi yang diuji.

Kata Kunci : Air Limbah. Limbah Kelapa Sawit Industri, Nitrogen, Fosfor, Kalium

ABSTRACT

ANALYSIS OF INDUSTRIAL PALM OIL WASTE USED AS LIQUID ORGANIC FERTILIZER

BY :
DEA PUSPA RAHAYU
NPM : 218150094

This research aimed to reduce the waste disposal of wastewater at PT X by implementing an innovation that allowed industrial palm oil waste to be converted into a beneficial product—liquid organic fertilizer—by adding jongkos ash and EM-4 to the wastewater. The palm oil industrial waste was then tested directly or through fermentation for 3 days and 6 days to determine whether the tested waste contained nitrogen, phosphorus, and potassium levels that met the quality standards of liquid organic fertilizer as outlined in the applicable regulations of the Minister of Agriculture of the Republic of Indonesia Decree Number 261/KPTS/SR.310//M/4/2019. Generally, fertilizers must contain NPK values. The results of the wastewater tests all met the quality standards for liquid organic fertilizers. The nitrogen test analysis showed an F-count value of 238.876 with a sig = 0.000, where the sig value < 0.05, indicating that Ho was rejected, and thus it could be concluded that there are differences between each nitrogen test during fermentation. The phosphorus test yielded an F-count value of 300.978 with a sig = 0.000, and the potassium test produced an F-count value of 46.792 with a sig = 0.000, meaning that the sig value < 0.05, leading to the conclusion that there are differences between each phosphorus test during the fermentation stages that were tested.

Keywords: Wastewater, Industrial Palm Oil Waste, Nitrogen, Phosphorus, Potassium



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan proposal skripsi yang berjudul **“Analisis Limbah Kelapa Sawit Industri Yang Dimanfaatkan Sebagai Pupuk Organik Cair”** dapat terselesaikan dengan baik.

Proposal skripsi ini disusun berdasarkan data yang di ambil oleh saya sendiri yang sudah meminta persetujuan Kepala Bidang Pengujian di PT Sucofindo guna memenuhi persyaratan dalam memperoleh gelar Sarjana pada program studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Medan Area.

Dalam penyusunan Skripsi ini, penulis dapat menyelesaikannya karena adanya bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak yang terlibat langsung maupun tidak langsung dalam meluangkan waktu dan pikiran. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Orang tua saya yaitu Ibu dan Ayah saya yang selalu memberikan doa, dukungan dan nasehat kepada penulis dalam menyelesaikan kuliah di Universitas Medan Area.
2. Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng., M.Sc. selaku Rektor Universitas Medan Area.
3. Bapak Dr. Eng Suprianto, S.T., M.T selaku dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
4. Ibu Susilawati, S.Kom., M.Kom. selaku Wakil Dekan Bidang Akademik Fakultas Teknik Universitas Medan Area.

5. Ibu Nukhe Andri Silviana, ST, MT, selaku Kepala Program Studi Teknik Industri dan selaku Dosen Pembimbing yang sudah senantiasa bersabar memberi arahan dan motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan penyusunan skripsi di Universitas Medan Area.
6. Eki Rizki Siregar, selaku teman yang sudah membantu dan mengajarkan saya untuk penelitian ini.
7. Muthia Aulia Rahma Lubis selaku teman seperjuangan saya dan satu angkatan saya yang telah banyak membantu selama perkuliahan berlangsung.
8. Kepada seluruh karyawan Laboratorium PT Sucofindo Cabang Medan
9. Kepada seluruh pihak yang tidak dapat dituliskan satu-persatu, namun telah memberikan dukungan, doa dan inspirasi kepada penulis dalam menyelesaikan proposal skripsi.

Penulis menyadari bahwa penulisan proposal skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, untuk itu penulis mengharapkan kritik, saran dan masukan yang bersifat membangun demi kesempurnaan penulisan di masa yang akan datang.

Akhir kata semoga proposal ini dapat digunakan sebagai mana mestinya dan dijadikan sebagai bahan pembelajaran, wawasan, dan ilmu yang baru bagi semua pihak serta khususnya bagi penulis sendiri.

Medan, 28 Mei 2024



Dea Puspa Rahayu

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN AKADEMIS	iv
RIWAYAT HIDUP.....	v
ABSTRAK.....	vi
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. LATAR BELAKANG	1
1.2. RUMUSAN MASALAH.....	2
1.3. TUJUAN PENELITIAN.....	3
1.4. BATASAN MASALAH.....	3
1.5. MANFAAT PENELITIAN.....	3
1.6. SISTEMATIKA PENELITIAN	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Sistem Lingkungan Industri	6
2.2. Green Productivity.....	6
2.3. Pengertian Limbah.....	8
2.4. Karakteristik Limbah Cair	8
2.5. Limbah Kelapa Sawit Industri	10
2.6. Parameter Air Limbah	11
2.7. Cara Pengolahan Air Limbah	12
2.8. Industri Minyak Kelapa Sawit	13
2.9. Desain Eksperimen	14

2.10. Analysis of Variance (ANOVA)	19
2.11. Pupuk Organik.....	22
2.12. Pupuk NPK.....	26
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	28
3.1. Jenis Penelitian	28
3.2. Deskripsi Lokasi dan Waktu Penelitian.....	28
3.3. Jenis dan Sumber Data.....	28
3.4. Variabel Penelitian	30
3.5. Kerangka Berfikir	31
3.6. Teknik Pengumpulan Data.....	32
3.7. Teknik Pengolahan Data.....	33
3.8. Skema Metode Penelitian	35
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	38
4.1. Pengumpulan Data.....	38
4.2. Pengolahan Data.....	39
4.3. Uji Anova.....	43
BAB V	50
5.1. Kesimpulan	50
5.2. Saran	51
DAFTAR PUSTAKA.....	53

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 4.1 Hasil Uji Nitrogen.....	44
Gambar 4.2 Hasil Anova Uji Nitrogen.....	44
Gambar 4.3 Hasil Uji Duncan 0,05 Uji Nitrogen	45
Gambar 4.4 Hasil Dunnet 0,05 Uji Nitrogen.....	45
Gambar 4.5 Hasil Uji Fosfor	46
Gambar 4.6 Hasil Anova Uji Fosfor	46
Gambar 4.7 Hasil Duncan 0,05 Uji Fosfor.....	47
Gambar 4.8 Hasil Dunnet 0,05 Uji Fosfor	47
Gambar 4.9 Hasil Uji Kalium.....	48
Gambar 4.10 Hasil Anova Uji Kalium.....	48
Gambar 4.11 Hasil Duncan 0,05 Uji Kalium	48

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1 Persyaratan Baku Mutu Pupuk Organik	24
Tabel 2 Hasil Rekapitulasi Nilai Kadar NPK.....	38



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Limbah kelapa sawit adalah salah satu industri yang menghasilkan limbah cair dalam jumlah besar, untuk menghasilkan satu ton minyak kelapa sawit, diperoleh dua setengah ton limbah cair pabrik kelapa sawit. Kandungan bahan organik yang tinggi mencemari air tanah dan badan air. Apabila tidak diolah terlebih dahulu maka akan mencemari air tanah dan badan air, dan lingkungan sekitarnya (Sihaloho, 2009).

Adapun jumlah limbah yang dihasilkan selama 1 tahun di PT X yaitu : Pada bulan Januari limbah yang dihasilkan sebanyak 80 liter, Februari 40 liter, Maret 50 liter, April 50 liter, Mei 70 liter, Juni 80 liter, Juli 70 liter, Agustus 50 liter, September 30 liter, oktober 60 liter, November 160 liter, dan Desember sebanyak 100 liter.

Pada umumnya, Limbah cair kelapa sawit yang dihasilkan akan diuji terlebih dahulu untuk mengetahui kandungan dan komposisinya. Untuk menjadikan limbah cair kelapa sawit ini untuk di jadikan pupuk organik cair perlu diketahui terlebih dahulu karakteristik limbah cair dari kelapa sawit adapun karakteristik untuk limbah cair kelapa sawit dengan nilai pH 4, dengan nilai COD dan BOD yang tinggi. Nilai untuk COD dengan rentang 35.000-45.000 mg/L dan nilai BOD 20.000-30.000 mg/L kemudian nilai Nitrogen total 105 mg/L, minyak dan lemak 1.500-2.000 mg/L.

Kemudian setelah mengetahui baku mutu dari air limbah kelapa sawit industri, Adapun syarat baku mutu pupuk cair sisa proses asam amino (sipramin) yang terlampir pada SNI 02-4985-2015 dengan nilai kadar nitrogen sebesar 1– 2%, kadar P_2O_5 sebesar 0,5-1%, dan kadar K_2O sebesar 0,5-1%.

Kandungan nitrogen memegang peranan penting sebagai penyusun klorofil, yang menjadikan daun berwarna hijau. Warna daun ini merupakan petunjuk yang baik bagi aras nitrogen suatu tanaman. Senyawa Fosfor juga mempunyai peranan terpenting bagi tumbuhan dalam pembelahan sel, merangsang pertumbuhan awal pada akar, pemasakan buah, transport energi dalam sel, pembentukan buah dan produksi biji, pengujian fosfor menggunakan metode spektrofotometer. Kalium (K) berperan dalam pembentukan protein dan karbohidrat, pengerasan bagian kayu dari tanaman, peningkatan kualitas biji dan buah serta meningkatkan ketahanan tanaman terhadap serangan hama dan penyakit (Kurniawan. 2017).

Berdasarkan uraian-uraian diatas, penulis tertarik untuk melakukan penelitian pada air limbah kelapa sawit untuk dijadikan sebagai pupuk organik cair dengan menggunakan metode “Design Eksperimen”. Oleh karena itu, peneliti mengambil judul tentang “Analisis Limbah Kelapa Sawit Industri Yang Dimanfaatkan Sebagai Pupuk Organik Cair”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang terjadi di atas, maka perumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana memanfaatkan pengolahan limbah sawit yang akan dijadikan sebagai pupuk cair untuk tanaman ?
2. Berapa kadar kandungan Nitrogen, Phospor, dan Kalium air limbah sawit ?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan yang ingin dicapai di penelitian ini adalah untuk mengetahui:

1. Untuk memanfaatkan sampel limbah sawit untuk dijadikan pupuk cair untuk tanaman.
2. Untuk mengetahui kadar Nitrogen, Phospor, dan Kalium didalam sampel air limbah sawit

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Data air limbah yang diambil pada satu tahun terakhir
2. Proses pengolahan kelapa sawit tidak berubah.
3. Pengujian dilakukan untuk mendapatkan kadar nitrogen (N), Phospor (P), dan Kalium (K).
4. Tidak membahas dari segi biaya.
5. Pengambilan sampel dilakukan secara acak

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun kegunaan dan manfaat dari dilakukannya penelitian ini adalah:

1. Bagi Pihak Perusahaan

Memberikan manfaat bagi pihak manajemen sebagai bahan masukan yang berguna untuk membantu dalam memanfaatkan limbah dari hasil pengujian yang telah di analisa.

2. Bagi Penulis

Penelitian ini mengaplikasikan ilmu beserta teori dan untuk menambah wawasan dan pengalaman peneliti di bidang green productivity yang didapatkan selama kuliah di Jurusan Teknik Industri di Fakultas Teknik, Universitas Medan Area.

3. Bagi Pihak Lain

Hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan dan perbandingan untuk penelitian selanjutnya yang lebih relevan. Yang berkaitan lingkungan.

1.6 Sistematika Penelitian

Hasil penelitian ini disusun secara sistematis dalam beberapa bab sebagai berikut:

BAB I Pendahuluan

Bab ini menjelaskan tentang hal-hal yang menjadi latar belakang, rumusan permasalahan, tujuan, manfaat, batasan dan asumsi dalam penelitian serta sistematika penulisan skripsi.

BAB II Landasan Teori

Bab ini berisi bahan kajian keilmuan yang menjadi topik penelitian. Kajian keilmuan diperoleh dari beberapa sumber pustaka, teori, jurnal yang terkait.

BAB III Metodologi Penelitian

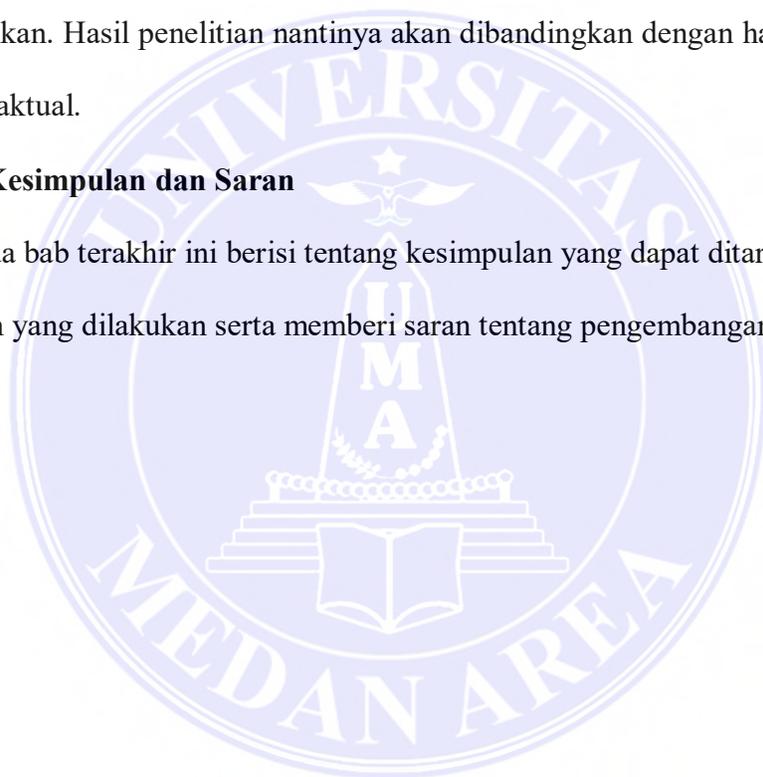
Bab ini menguraikan metodologi penelitian yang digunakan. Metodologi penelitian terdiri dari pendekatan penelitian, definisi operasional dan tahapan pengolahan data.

BAB IV Pengumpulan dan Pengolahan Data

Bab ini berisi pengumpulan data dan pengolahan data yang telah dikumpulkan. Hasil penelitian nantinya akan dibandingkan dengan hasil yang ada di lintasan faktual.

BAB V Kesimpulan dan Saran

Pada bab terakhir ini berisi tentang kesimpulan yang dapat ditarik dari hasil penelitian yang dilakukan serta memberi saran tentang pengembangan penelitian.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Lingkungan Industri

Permasalahan lingkungan tidak hanya berdampak pada bidang ekonomi tetapi juga sosial. Perubahan lingkungan dapat mempengaruhi kualitas lingkungan setempat dan kesehatan manusia.

Memasukkan makhluk hidup, zat, energi, atau komponen lain ke dalam lingkungan hidup melalui kegiatan manusia yang melampaui standar lingkungan yang telah ditetapkan disebut pencemaran lingkungan. Lingkungan hidup adalah keseluruhan kumpulan interaksi antara komponen biotik (makhluk hidup) dan abiotik atau tak hidup (fisika dan kimia).

Untuk menyeimbangkan antara bidang politik, sosial, dan lingkungan alam, manajemen lingkungan berjalan seiring dengan manajemen sumber daya alam. Manajemen lingkungan diperlukan untuk mencegah kerusakan atau degradasi lingkungan, menunjang kehidupan, dan menjamin pembangunan berkelanjutan. Tujuan dari manajemen lingkungan adalah untuk meningkatkan pengelolaan lingkungan dengan mengintegrasikannya. (Utomo, Sulistyowati, and Yulianto 2019).

2.2 Green Productivity

Konsep dan definisi Green Productivity (GP) Integrasi dua konsep penting dari produktifitas hijau diambil dari strategi produksi, yaitu perubahan produktivitas dan perlindungan lingkungan. (APO, 2001).

Green Productivity bila diterjemahkan dapat diartikan produktivitas ramah lingkungan yang merupakan bagian dari program peningkatan produktivitas yang merupakan bagian dari program peningkatan produktivitas ramah lingkungan dalam rangka menjawab isu global tentang pembangunan berkelanjutan (*sustainable development*).

Konsep Green Productivity diambil dari penggabungan dua hal penting dalam strategi pembangunan. (APO, 2001) yaitu :

- Peningkatan lingkungan
- Peningkatan produktivitas

Oleh karena itu, produktivitas hijau adalah strategi untuk meningkatkan produktivitas dan kinerja yang membutuhkan kerja keras untuk keseluruhan pengembangan ekonomi. Ini adalah aplikasi yang sesuai dengan sistem teknologi dan manajemen untuk menghasilkan barang dan layanan yang sesuai dengan lingkungan. (APO, 2001).

Kata kunci sustainable dalam visi GP, perbaikan strategi yang digunakan oleh praktisi, menginformasikan metodologi. (APO, 2001).

Konsep GP dikembangkan oleh Asian Productivity Organization (APO) pada 1994 untuk menumbuhkan kesadaran masyarakat terhadap permasalahan lingkungan. Tujuan utama APO adalah untuk menunjukkan bahwa perlindungan terhadap lingkungan dan peningkatan produktivitas dapat diharmonisasikan bagi perusahaan, karena proses produksi seringkali mengakibatkan pembangunan material dan energi yang akan membebani lingkungan.

Green Engineering atau *Green Productivity* mempunyai empat tujuan umum (Billatos dikutip L singgih, 2006) dalam rangka meningkatkan kualitas lingkungan dan ekonomi produksi ketika diimplementasikan pada rantai produksi, yaitu :

1. Pengurangan Limbah (*Waste Reduction*)
2. Manajemen Material (*Material Management*)
3. Pencegah Polusi (*Pollution Prevention*)
4. Peningkatan Nilai Produk (*Product Enhancement*)

GP mengakui bahwa lingkungan dan pembangunan adalah dua sisi dari koin yang sama, konsep GP menunjukkan bahwa setiap strategi pembangunan agar berkelanjutan, perlu ada fokus pada lingkungan, kualitas dan profitabilitas, yang merupakan fokus dari GP. (APO, 2001).

2.3 Pengertian Limbah

Berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 18/1999 Jo.PP 85/1999, limbah didefinisikan sebagai sisa atau buangan dari suatu usaha atau kegiatan manusia. Limbah adalah bahan buangan tidak terpakai yang berdampak negatif terhadap masyarakat jika tidak dikelola dengan baik. Air limbah industri maupun rumah tangga (domestic) apabila tidak dikelola dengan baik akan menimbulkan dampak negatif bagi kesehatan.

2.4 Karakteristik Limbah Cair

Limbah cair dapat didefinisikan sebagai sampah berwujud cair yang dihasilkan dari proses industri atau kegiatan lain yang dilakukan oleh manusia.

Limbah cair dapat dibedakan menjadi beberapa golongan berdasarkan asal limbahnya

yaitu, limbah rumah tangga, limbah pertanian, dan limbah industri (Uyun, 2012). Apabila limbah cair dibuang langsung ke perairan tanpa diolah terlebih dahulu, maka akan menimbulkan berbagai dampak pada biota perairan, sifat kimia dan sifat fisika air.

Sifat fisika yang berkaitan dengan pencemaran air adalah suhu, warna, bau, rasa dan kekeruhan. Suhu air limbah umumnya lebih tinggi dibandingkan suhu air normal, karena kadar oksigen terlarut dalam limbah lebih rendah dari pada kadar oksigen terlarut pada air normal. Timbulnya warna pada air disebabkan oleh adanya bahan organik terlarut dan tersuspensi termasuk diantaranya yang bersifat koloid. Dengan demikian, diketahui bahwa intensitas warna berbanding lurus dengan konsentrasi polutan dalam limbah, yang artinya intensitas warna dapat memperlihatkan kualitas suatu limbah. Bau dan rasa pada air limbah timbul karena adanya penguraian bahan-bahan organik terlarut secara mikrobiologis. Kekeruhan adalah ciri lain dari limbah cair yang disebabkan oleh partikel tersuspensi dalam limbah yang menimbulkan dampak negatif paling nyata yaitu turunya daya serap air akan cahaya matahari, sehingga proses kehidupan biota perairan terganggu (Uyun, 2012). Selain sifat fisika, polutan dalam limbah juga akan mempengaruhi sifat kimia air yaitu adanya perubahan derajat keasaman (pH) serta tingginya nilai Biological Oxygen Demand (BOD) dan nilai Chemical Oxygen Demand (COD) limbah. Derajat keasaman air merupakan salah satu faktor yang sangat mempengaruhi aktivitas kehidupan dalam perairan. Terjadinya perubahan pH pada air tercemar adalah akibat dari penguraian berbagai polutan organik yang terdapat dalam limbah, sehingga akan

mempengaruhi nilai COD dan BOD. pH, COD dan BOD ketiganya merupakan parameter kualitas limbah karena dapat menyatakan kadar oksigen yang dibutuhkan dalam menguraikan polutan organik dalam limbah (Uyun, 2012). Di dalam air terdapat berbagai jenis mikroorganisme seperti candawan, alga, bakteri, protozoa, dan virus, yang memanfaatkan bahan organik yang ada dalam limbah sebagai media untuk pertumbuhannya. Hal tersebut mengakibatkan air limbah tidak layak digunakan dan dikonsumsi (Uyun, 2012).

2.5 Limbah Kelapa Sawit Industri

Kelapa sawit adalah salah satu industri yang menghasilkan limbah cair dalam jumlah besar, untuk menghasilkan satu ton minyak kelapa sawit, diperoleh dua setengah ton limbah cair pabrik kelapa sawit (Sihaloho, 2009). Akibat dari aplikasi limbah cair akan menimbulkan bau. Hal ini dapat dikurangi dengan adanya bakteri yang mengurai limbah di kolam dengan retension time yang cukup (Sihaloho, 2009). Kandungan bahan organik yang tinggi mencemari air tanah dan badan air. Apabila tidak diolah terlebih dahulu maka akan mencemari air tanah dan badan air, dan lingkungan sekitarnya (Sihaloho, 2009). Karakteristik limbah cair kelapa sawit dapat.

Limbah pengolahan minyak sawit berupa air buangan yang berasal dari kondensat rebusan, air hidrosiklon, dan lumpur separator yang memiliki substansi organik yang berharga seperti senyawa gula, karbohidrat, asam amino, asam organik, dan sisa lemak yang menyebabkan mikroorganisme dapat tumbuh dan berkembang (Sihaloho, 2009). Proses pengolahan limbah cair dapat dilakukan secara fisik, kimia, dan biologi. Pengolahan secara kimia dilakukan dengan proses koagulasi, flokulasi,

sedimentasi, dan flotasi, tetapi cara ini kurang efektif karena pembelian bahan kimia yang tinggi serta menghasilkan volume sludge yang cukup besar. Sedangkan pengolahan secara biologis berawal dari unit sludge pit dan fat pit, kemudian dialirkan ke kolam limbah yang terdiri dari kolam pendinginan (cooling pond), kolam anaerobic (anaerobic pond), dan kolam aerobik (aerobic pond) (Lorestani, 2006).

2.6 Parameter Air Limbah

2.6.1 Suhu

Fluktasi suhu dalam air akan berpengaruh terhadap kehidupan di dalam air. Peningkatan dan penurunan suhu dalam air dipengaruhi oleh derajat ketinggian tempat, komposisi substrat, kekeruhan, curah hujan, anfin, suhu limbah dan reaksi – reaksi kimia yang terjadi didalam air. Kenaikan suhu sebesar 10°C dapat mengakibatkan ikan tertekan dan laju metabolisme meningkat dua kali lipat. Suhu optimal beberapa jenis moluska 20°C, dan apabila melampaui batas tersebut akan mengakibatkan berkurangnya aktivitas kehidupannya (Budiarsa, 2015).

2.6.2 pH

Nilai pH ditentukan oleh konsentrasi ion hidrogen dalam air, semakin besar konsentrasi ion hidrogen dalam air semakin rendah nilai pH dan perairan semakin bersifat toksik. Sebagian besar biota akuatik sensitif terhadap perubahan pH, dan menyukai kondisi pH yang berkisar antara 7,0 – 8,5. Kondisi pH sangat mempengaruhi dinamika kimiawi unsur/senyawa dan proses biokimiawi perairan, misalnya proses nitrifikasi akan terhambat dengan menurunnya pH perairan. Namun demikian, logam berat dalam kondisi ionnya dan meningkatkan tingkat toksisitasnya

pada pH yang rendah. Penurunan pH perairan mulai dari pH 6 akan mempengaruhi kelimpahan keanekaragaman plankton dan bentos, sementara pH 5 kebawah akan mempengaruhi penurunan yang signifikan pada biomassa zooplankton dan peningkatan filamen algae hijau, dan pada pH 4 sebagian besar tumbuhan hijau akan mati (Budiarsa, 2015).

Bedasarkan baku mutu yng ditetapkan dalam Peraturan Gubernur Bali Nomor 16 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Lingkungan Hidup dan Kriteria Baku Kerusakan Lingkungan Hidup, standar baku mutu parameter pH untuk air limbah adalah 6-9.

2.6.3 COD (Chemical Oxygen Demand)

COD menggambarkan jumlah total oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan – bahan kimiawi secara kimiawi, baik yang dapat didegradasi secara biologi. Pengukuran COD didasarkan pada kenyataan bahwa hampir semua bahan organik dapat dioksidasi menjadi karbon dioksida dan air dengan bantuan oksidator kuat (Kalium Dikromat/ $K_2Cr_2O_7$) dalam suasana asam (Budiarsa. 2015).

2.7 Cara Pengolahan Air Limbah

Industri primer pengolahan hasil hutan merupakan salah satu penyumbang limbah cair yang berbahaya bagi lingkungan. Bagi industri – industri besar, seperti industri pulp dan kertas, teknologi pengolahan limbah cair yang dihasilkannya mungkin sudah memadai tidak demikian bagi industri kecil atau sedang. Namun demikian, mengingat penting dan besarnya dampak yang ditimbulkan limbah cair bagi lingkungan. Penerapan teknologi pengolahan air limbah adalah kunci dalam memelihara kelestarian lingkungan. Adapun macam teknologi pengolahan air limbah domestik maupun industri yang dibangun harus dapat dioperasikan dan dipelihara

oleh masyarakat setempat. Jadi, teknologi pengolahan yang dipilih harus sesuai dengan kemampuan teknologi masyarakat yang bersangkutan (Budiarsa, 2015).

Berbagai teknik pengolahan air buangan untuk menyisahkan bahan polutannya telah dicoba dan dikembangkan tersebut secara umum terbagi menjadi 3 metode pengolahan yaitu pengolahan secara fisika, pengolahan secara kimia, pengolahan secara biologi. Untuk suatu jenis air buangan tertentu, ketiga metode pengolahan tersebut dapat diaplikasikan secara sendiri – sendiri atau secara kombinasi (Budiarsa, 2015).

Pengolahan limbah cair dengan proses kimia merupakan salah satu bagian yang sangat penting dalam proses pengolahan limbah cair. Untuk limbah yang mengandung COD tinggi, jelas proses pengolahannya adalah proses kimia. Unit-unit sistem pengolahan dalam proses kimia umumnya selalu terjadi reaksi kimia dimana bahan pencemar dan bahan penetral bereaksi sempurna untuk berubah menjadi senyawa baru yang tidak berbahaya lagi (Budiarsa, 2015).

2.8 Industri Minyak Kelapa Sawit

Kelapa sawit merupakan pohon kehidupan karena semua bagian dapat dimanfaatkan untuk kehidupan makhluk hidup termasuk kita. Salaha satu produk dari tanaman tersebut adalah minyak sawit baik yang berasal dari daging buah (CPO) maupun dari daging biji (PKO). Indonesia merupakan negara produsen CPO tertinggi di dunia, urutan Negara yang produksinya di bawah Indonesia adalah Malaysia, Thailand, Columbia, Nigeria. Produksi CPO yang tinggi ini mestinya harus diikuti dengan kualitas yang baik juga. Gabungan Pengusaha Kelapa Sawit Indonesia (GAPKI) melaporkan bahwa produksi minyak sawit mentah (CPO) juga terus

meningkat tahun 2018 sekitar 43 juta ton, tahun 2019 sebesar 47,18 juta ton, tahun 2020 sebesar 47,41 juta ton dan tahun 2021 diproyeksikan 52,30 juta ton. Direktorat Jenderal Perkebunan (2016), jumlah ekspor minyak sawit pada tahun 2015 sekitar 26,467 juta ton CPO dan minyak inti sawit 1,809 juta ton (sekitar 27,460 juta ton). Perkebunan kelapa sawit di Indonesia pada umumnya di luar Jawa seperti di Kalimantan, Sumatra, Sulawesi, Irian Jaya, namun saat ini di pulau Jawa juga ada, yaitu di daerah Pandeglang Banten Jawa Barat, Blitar Jawa Timur dan Ungaran Jawa Tengah dan tanaman kelapa sawit ini tumbuh dengan baik.

Minyak sawit mentah (CPO) yang dihasilkan tidak hanya produksi tinggi saja tetapi juga dituntut untuk menghasilkan kualitas yang spesifik yaitu berhubungan dengan kandungan asam lemak tidak jenuh yang tinggi, kadar karoten tinggi, bilangan iodin tinggi dan asam lemak bebas yang rendah dan sekarang sudah mulai ada penelitian untuk membuat bibit tanaman sawit yang dapat menghasilkan minyak sawit yang mempunyai karakteristik tersebut.

2.9 Desain Eksperimen

Desain Eksperimen adalah suatu rancangan percobaan (dengan tiap langkah tindakan yang terdefiniskan) sehingga informasi yang berhubungan dan diperlukan untuk persoalan yang dihadapi dapat dikumpulkan. Dengan kata lain, desain suatu eksperimen merupakan langkah-langkah lengkap yang perlu diambil jauh sebelum eksperimen dilakukan agar data yang semestinya diperlukan dapat diperoleh. Hal tersebut akan membawa kepada analisis obyektif dan kesimpulan yang berlaku untuk persoalan yang sedang dibahas (Dantes, Nyoman. 2017).

Dalam melakukan penelitian apapun, tak terkecuali penelitian eksperimen ini, pasti kerap kali *Grameds* menemukan istilah variabel. Sebenarnya apa sih variabel itu?

Variabel adalah segala sesuatu yang berkaitan dengan kondisi, keadaan, faktor, perlakuan, atau tindakan yang diperkirakan dapat mempengaruhi hasil penelitian. Dapat disebut bahwa variabel adalah sesuatu yang hendak kita teliti. Apabila dilihat pada penelitian eksperimen, maka variabelnya ada dua yakni variabel eksperimental (*treatment variabel*) dan variabel non eksperimental.

Variabel eksperimental (*treatment variabel*) adalah variabel yang berkaitan secara langsung dan diberlakukan untuk mengetahui suatu keadaan tertentu yang mana diharapkan mendapatkan dampak atau akibat dari adanya eksperimen. Variabel eksperimental ini menjadi kondisi yang hendak diteliti oleh pihak peneliti mengenai bagaimana pengaruhnya terhadap suatu gejala. Kemudian, variabel non-eksperimental adalah variabel yang tidak sengaja dilakukan tetapi tetap dapat memberikan pengaruh terhadap hasil. Untuk mengetahui pengaruh atas variabel tersebut maka kedua kelompok ini harus dikenakan kontrol yang berbeda.

2.9.1 Karakteristik Penelitian Eksperimen

Sama halnya dengan metode penelitian lainnya, penelitian eksperimen juga mempunyai karakteristik khusus, salah satunya adalah manipulasi. Hal tersebut karena pada dasarnya, metode penelitian ini mengharuskan melakukan manipulasi data terlebih dahulu tetapi secara terencana, berikut adalah beberapa karakteristiknya menurut Sukardi (2009), yakni :

1. Memanipulasi Variabel

Karakteristik pertama yang tidak dimiliki oleh metode penelitian lain adalah tindakan manipulasi variabel. Dalam tindakan tersebut, tidak dilakukan secara sembarangan begitu saja, tetapi tetap harus secara terencana oleh si peneliti.

Tindakan manipulasi yang dimaksud adalah tindakan atau perlakuan yang dilakukan oleh pihak peneliti atas dasar pertimbangan ilmiah dengan dapat dipertanggungjawabkan secara terbuka, guna memperoleh perbedaan efek dalam variabel yang bersangkutan. Misalnya dalam suatu proses penelitian eksperimen yang dilakukan di laboratorium, terdapat dua kelompok yakni kelompok teratment dan kelompok kontrol yang diberikan tingkatan suhu pada ruangnya berupa dingin, sedang, dan panas. Ketika proses manipulasi nanti akan terdapat perbedaan kondisi ruangan yang telah direncanakan sebelumnya supaya peneliti dapat memperoleh hasil yang mungkin berbeda terhadap dua kelompok tersebut. Dari adanya perbedaan yang muncul, dapat diperhitungkan sebagai akibat atas adanya manipulasi variabel terhadap dua kelompok.

2. Mengontrol Variabel

Mengontrol variabel adalah tindakan memindahkan pengaruh variabel lain pada variabel terikat yang mungkin saja mempengaruhi penampilan variabel tersebut. Kegiatan mengontrol suatu variabel atau subjek dalam penelitian ini tentu saja memiliki peranan penting. Hal tersebut karena tanpa adanya tindakan kontrol secara sistematis, maka pihak peneliti tidak dapat melakukan evaluasi dengan melakukan pengukuran secara cermat terutama pada variabel terikat. Tujuan dari tindakan ini adalah mengatur situasi yang terjadi di dalam penelitian eksperimen,

supaya efek dari variabel tersebut dapat diteliti.

3. Melakukan Observasi

Ketika proses penelitian eksperimen ini tengah berlangsung, pihak peneliti akan melakukan observasi terhadap dua kelompok. Tujuannta adalahsuaya dapat melihat dan mencatat fenomena apa yang muncul serta memungkinkan terjadinya perbedaan di antara dua kelompok tersebut atas adanya kontrol dan manipulasi variabel yang telah dilakukan sebelumnya.

Dalam proses penelitian eksperimen ini, biasanya aka terdapat dua kelompok variabel, yakni variabel bebas dan variabel terikat. Sebab variabel tersebut nantinya yang akan menerima akibat atas terjadinya perubahan secara sistematis dalam variabel bebas.

2.9.2 Tujuan Desain Eksperimen

Desain suatu eksperimen bertujuan untuk memperoleh atau mengumpulkan informasi sebanyak-banyaknya yang diperlukan dalam melakukan penelitian persoalan yang akan dibahas. Meskipun demikian, dalam rangka usaha mendapatkan semua informasi yang berguna itu, hendaknya dilakukan seefisien mungkin untuk menghemat waktu, biaya, tenaga, dan bahan yang digunakan. Data yang diperoleh berdasarkan desain yang demikian akan dapat cepat dianalisis (Dantes, Nyoman. 2017).

2.9.3 Syarat-Syarat Pelaksanaan Penelitian Eksperimen

Semua metode penelitian itu dapat berjalan sacara baik dan memberikan hasil yang akurat apabila peneliti melaksanakannya sesuai dengan kaidah atau

pedomannya. Tak terkecuali dengan penelitian eksperimen ini yang juga mempunyai syarat tertentu dan harus dipenuhi oleh pihak peneliti supaya proses penelitiannya dapat berjalan dengan baik, yakni :

- Peneliti harus dapat menentukan secara sengaja mengenai waktu dan lokasi dimana dirinya akan melakukan penelitian tersebut.
- Peneliti terhadap hal yang sama harus dapat diulang dengan kondisi yang sama.
- Peneliti harus dapat memanipulasi variabel (mengubah dan mengontrol) yang diteliti sesuai dengan yang dikehendakinya.
- Diperlukan kelompok pembanding (*control group*) selain kelompok yang akan diberi perlakuan tertentu (*eksperimental group*).

2.9.4 Kesalahan Umum yang Kerap Terjadi Dalam Penelitian Eksperimen

- Tidak dapat mengontrol variabel-variabel lain diluar variabel penelitian.
- Kasus yang diteliti terlalu sedikit.
- Tidak mampu membagi kelompok menjadi sub kelompok.
- Variabel yang digunakan sebagai dasar pengelompokan malah terlalu banyak.
- Variabel yang dijadikan sebagai dasar pengelompokan tidak mempunyai korelasi atau hubungan secara kuat dengan variabel terikat.
- Memberikan beberapa kali perlakuan.

2.9.5 Langkah-Langkah Membuat Desain Eksperimen

(Dantes, Nyoman. 2017) merumuskan langkah-langkah dalam membuat desain eksperimen sebagai berikut:

1. Pernyataan mengenai masalah atau persoalan yang dibahas.
2. Perumusan hipotesis.
3. Penentuan teknik dan desain eksperimen yang diperlukan.
4. Pemeriksaan semua hasil yang mungkin dan latar belakang atau alasan- alasan supaya eksperimen setepat mungkin memberikan informasi yang diperlukan.
5. Mempertimbangkan semua hasil yang mungkin ditinjau dari prosedur statistika yang diharapkan berlaku untuk itu, dalam rangka menjamin dipenuhinya syarat- syarat yang diperlukan dalam prosedur tersebut.
6. Melakukan eksperimen.
7. Penggunaan teknik statistika terhadap data hasil eksperimen.
8. Mengambil kesimpulan dengan jalan menggunakan atau memperhitungkan derajat kepercayaan yang wajar mengenai satuan-satuan yang dinilai.
9. Penilaian seluruh penelitian, dibandingkan dengan penelitian lain mengenai masalah yang sama.

2.10 Analysis of Variance (ANOVA)

Analysis of Variance atau disingkat sebagai ANOVA adalah sebuah metode analisis yang digunakan untuk menguji hipotesis kesamaan rata-rata dari populasi

yang berjumlah tiga atau lebih. Hasil akhir dari analisis ANOVA adalah nilai F test atau F hitung. Nilai F Hitung ini yang nantinya akan dibandingkan dengan nilai pada tabel f. Jika nilai f hitung lebih dari f tabel, maka dapat disimpulkan bahwa menerima H_1 dan menolak H_0 atau yang berarti ada perbedaan bermakna rata-rata pada semua kelompok (Hidayat, 2017).

ANOVA dibagi menjadi 3 jenis yaitu :

a. One Way ANOVA

One Way ANOVA digunakan ketika variabel bebas berjumlah satu dan variabel terikat berjumlah satu atau lebih dari satu.

b. Two Way ANOVA

Two Way ANOVA digunakan ketika variabel bebas berjumlah dua dan variabel terikat berjumlah satu atau lebih dari satu.

c. Mixed ANOVA

Mixed ANOVA digunakan ketika variabel bebas berjumlah lebih dari dua dan variabel terikat berjumlah satu atau lebih dari satu.

2.10.1 Kegunaan Anova

Anova digunakan sebagai alat analisis untuk menguji hipotesis penelitian yang mana menilai adakah perbedaan rerata antara kelompok. Hasil akhir dari analisis ANOVA adalah nilai F test atau F hitung. Nilai F Hitung ini yang nantinya

akan dibandingkan dengan nilai pada tabel f. Jika nilai f hitung lebih dari f tabel, maka dapat disimpulkan bahwa menerima H_1 dan menolak H_0 atau yang berarti ada perbedaan bermakna rerata pada semua kelompok. Analisis ANOVA sering digunakan pada penelitian eksperimen dimana terdapat beberapa perlakuan. Peneliti ingin menguji, apakah ada perbedaan bermakna antar perlakuan tersebut.

2.10.2 Syarat Anova

Menurut Donald H Saunders dalam buku *Comparison of Three or More Sample Means : Analysis of Variance* (1990) ada asumsi yang harus dipenuhi untuk melakukan uji Anova yaitu :

- 1) *Random Sampling* : sampel bersifat independen dan bebas, artinya individu sampel diambil secara acak (*random*) dari masing-masing populasi atau kelompok data.
- 2) *Multivariate normality* : distribusi gejala tiap populasi atau kelompok data adalah normal. Untuk mendapat data dengan distribusi normal, jumlah sampel bisa diperbanyak atau bisa dilakukan tes normalitas terlebih dahulu.
- 3) *Homogeneity of variance* : setiap populasi memiliki kesamaan variansi, jika berbedapun hendaknya tidak terlalu signifikan. Kesamaan variansi dapat diketahui melalui pengujian variansi.

2.10.3 Anova Dalam Regresi Linear

Kadang para pembaca cukup dibingungkan oleh adanya tabel ANOVA pada hasil analisis regresi linear. Tentunya jika anda mengerti maksud sesungguhnya dari uji yang satu ini, maka anda tidak akan bingung lagi. Anova dalam perhitungannya membandingkan nilai mean square dan hasilnya adalah menilai apakah model prediksi linear tidak berbeda nyata dengan nilai koefisien estimasi dan standar error.

2.11 Pupuk Organik

Pupuk organik adalah pupuk yang sebagian besar atau seluruhnya terdiri dari bahan organik yang berasal dari tanaman dan dari hewan yang telah melalui proses rekayasa, dapat berbentuk padat atau cair yang digunakan untuk mensuplai bahan organik, memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah (Simanungkalit et al., 2010). Sumber bahan organik dapat berupa sisa panen (jerami, brangkasan, tongkol jagung, bagas tebu, dan sabut kelapa), limbah ternak, limbah industri yang menggunakan bahan pertanian, dan limbah kota yang berasal dari tanaman, setelah dipisah dari bahan yang tidak dapat dirombak misalnya plastik, kertas, botol, dan kertas (Simanungkalit et al., 2010). Jenis pupuk organik sangat beragam, ditentukan berdasarkan bahan terbentuknya, dari sinilah lahir sebutan pupuk kandang, kompos TKKS, pupuk hijau, humus, dan pupuk burung liar atau guano.

Fungsi pupuk organik adalah mensuplai bahan organik, memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Selain itu bahan/pupuk organik sangat bermanfaat bagi peningkatan produksi pertanian baik kualitas maupun kuantitas, mengurangi

pencemaran lingkungan, dan meningkatkan kualitas lahan secara berkelanjutan. Penggunaan pupuk organik dalam jangka panjang dapat meningkatkan produktivitas lahan, pupuk organik/bahan organik memiliki fungsi kimia yang penting untuk tanaman seperti :

1. Penyediaan hara makro (N, P, K, Ca, Mg, dan S) dan mikro seperti Zn, Cu, Mo, Co, B, Mn, dan Fe, meskipun jumlahnya relatif sedikit. Penggunaan bahan organik dapat mencegah kekurangan unsur mikro pada tanah yang telah diusahakan secara intensif dengan pemupukan yang kurang seimbang.
2. Meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK) tanah dan
3. Dapat membentuk senyawa kompleks dengan ion logam yang meracuni tanaman seperti AL, Fe, dan Mn.

Fungsi biologis organik adalah sebagai sumber energi dan makanan mikroorganisme yang sangat bermanfaat dalam penyediaan hara dalam tanaman. Dengan demikian pemberian pupuk organik pada akhirnya akan meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman. Pupuk yang telah dikomposkan relative lebih kecil volumenya dan mempunyai kematangan tertentu sehingga sumber hara mudah tersedia bagi tanaman. Pupuk yang telah dikomposkan relatif lebih kecil volumenya dan mempunyai kematangan tertentu sehingga sumber hara mudah tersedia bagi tanaman. Penggunaan pupuk organik cukup besar karena didorong oleh pemahaman peranan bahan organik dalam memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Nakada melaporkan terjadinya kenaikan N, P, K dan tanah karena pemberian kompos

jangka panjang juga mampu meningkatkan aktivitas mikroba penyemat nitrogen melalui peningkatan kandungan bahan organik tanah yang mudah terdekomposisi, meningkatkan pembentukan agregat yang stabil dan kapasitas pertukaran kation.

Adapun Peraturan yang berlaku dari Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 261/KPTS/SR.310//M/4/2019 tentang persyaratan teknis atau baku mutu pupuk organik di lampirkan sebagai berikut :

Nomor	Parameter	Satuan	Standar Mutu
1.	C-Organik	% (w/v)	Minimum 10
2.	Hara makro N + P ₂ O ₅ + K ₂ O	% (w/v)	2 - 6
3.	N-Organik	% (w/v)	Minimum 0,5
4.	Hara Mikro** Fe Total	ppm	90 - 900
	Mn Total	ppm	25 - 500
	Cu Total	ppm	25 - 500
	Zn Total	ppm	25 - 500
	B Total	ppm	12 - 250
	Mo Total	ppm	2 - 10
5.	pH	-	4 - 9
6.	E.Coli	CFU/mL	
		Atau	
	Salmonella sp	MPN/mL	< 1x 10 ²
7.	Logam Berat		

	As	ppm	Maksimum 5,0
	Hg	ppm	Maksimum 0,2
	Pb	ppm	Maksimum 5,0
	Cd	ppm	Maksimum 1,0
	Cr	ppm	Maksimum 40
	Ni	ppm	Maksium 10
8.	Unsur senyawa lain***		
	Na	ppm	Maksimum 2.000
	Cl	ppm	Maksimum 2.000

***) Minimum 3 unsur

***)) Khusus untuk pupuk organic hasil ekstaksi rumput laut dan produk laut lainnya.

2.12 Pengertian Pupuk NPK

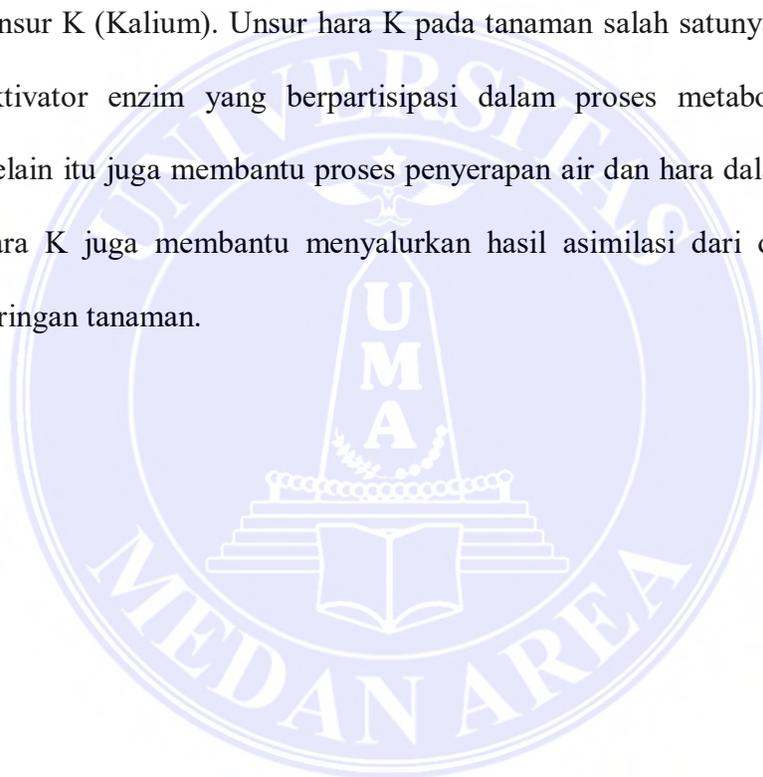
Pupuk NPK adalah pupuk yang memiliki kandungan tiga unsur hara makro, yaitu Nitrogen (N), Fosfor (P) dan Kalium (K). Selain unsur hara makro, beberapa produsen pupuk juga menambahkan unsur hara mikro seperti klorida, boron, besi, mangan, kalsium, magnesium, sulfur, tembaga, seng, dan lain-lain. Untuk meramu sebuah formulasi yang disesuaikan dengan peruntukannya. Bentuk produk pupuk NPK yang beredar di pasaran pun cukup bervariasi. Pupuk NPK padat bisa berupa tablet, pelet, briket, granul serta bubuk, sedangkan pupuk NPK cair muncul dengan aneka tingkat kelarutan. Setiap jenis merk pupuk NPK memiliki komposisi kandungan yang berbeda-beda tergantung dari kebutuhan tanaman.

Manfaat Pupuk NPK :

Manfaat pupuk NPK secara umum adalah membantu pertumbuhan tanaman agar berkembang secara maksimal. Setiap unsur hara didalam pupuk NPK memiliki peran yang berbeda dalam membantu pertumbuhan tanaman. Ketiganya merupakan unsur hara makro primer karena paling banyak dibutuhkan oleh tanaman.

1. Unsur N (Nitrogen). Unsur hara N berfungsi sebagai penyusun asam amino (protein), asam nukleat, nukleotida serta klorofil. Hal ini akan menjadikan tanaman lebih hijau, pertumbuhan tanaman secara keseluruhan menjadi lebih cepat serta meningkatkan kandungan protein pada hasil panen.

2. Unsur P (Fosfor). Unsur hara P berfungsi sebagai penyimpanan dan menyalurkan energi untuk semua aktivitas metabolisme tanaman. Dampak positifnya adalah terpacunya pertumbuhan akar, memacu perkembangan jaringan, merangsang pembentukan bunga dan pematangan buah, meningkatkan daya tahan terhadap penyakit.
3. Unsur K (Kalium). Unsur hara K pada tanaman salah satunya adalah sebagai aktivator enzim yang berpartisipasi dalam proses metabolisme tanaman. Selain itu juga membantu proses penyerapan air dan hara dalam tanah. Unsur hara K juga membantu menyalurkan hasil asimilasi dari daun ke seluruh jaringan tanaman.



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini bersifat deskriptif dengan tujuan untuk mengetahui kualitas dan efektifitas limbah cair minyak kelapa sawit yang bisa digunakan sebagai pupuk cair pada tanaman, untuk mengetahui kandungan limbah minyak kelapa sawit ini maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kadar NPK didalamnya.

3.2 Deskripsi Lokasi dan Waktu Penelitian

PT Superintending Company of Indonesia atau biasa disingkat menjadi Sucofindo adalah PT Biro Klasifikasi Indonesia (Persero) yang menyediakan berbagai macam jasa survey (Testing, Inspection, Certification). Berlokasi di Jalan Gatot Subroto No. 105, Sei Kambing B, Medan Sunggal Kota Medan Sumatera Utara, ID 20122.

3.3 Jenis dan Sumber Data

Berdasarkan sumber data yang nantinya akan digunakan pada penelitian ini adalah data yang diperoleh langsung melalui analisa pengujian dan pencatatan hasil analisa yang dilakukan.

3.3.1 Jenis Data

Adapun jenis dan sumber data yang digunakan dalam penulisan skripsi ini yaitu menggunakan data kuantitatif adalah data yang dapat dihitung atau data yang berupa

angka seperti hasil perhitungan dari data yang telah diperoleh dari hasil pengujian kemudian data tersebut di hitung berdasarkan rumus yang ada. Sehingga dapat diperoleh dari hasil yang sebenarnya.

Peneliti harus memahami tentang isi dan bagaimana langkah-langkah dalam merumuskan suatu hipotesis penelitian. Rumusan hipotesis memiliki persyaratan atau ciri-ciri yang harus dipenuhi oleh peneliti. Adapun beberapa ciri-ciri rumusan hipotesis, menurut Soesilo (2015) sebagai berikut :

- a. Hipotesis dinyatakan dalam kalimat pernyataan (*declarative statement*), bukan kalimat tanya. Statement tersebut sebagai pandangan peneliti berdasar hasil kajian teori yang digunakan.
- b. Peneliti harus konsisten (tidak berubah-ubah) mengenai isi hipotesisnya. Oleh karena itu, peneliti melakukan kajian yang mendalam tentang teori yang digunakan dalam menyusun hipotesisnya.
- c. Dalam penelitian eksperimen hipotesis berisi pernyataan mengenai efektivitas, perbedaan atau pengaruh dari suatu variabel ke variabel yang lain. Dalam hipotesis sedikitnya ada dua variabel yang diteliti.
- d. Hipotesis harus dapat di uji (*testable*). Selain menjelaskan tentang cara (teknik) pengukuran masing-masing variabel yang akan diteliti, dalam bagian metodologi penelitian juga harus menjelaskan teknik analisis yang digunakan untuk menguji hipotesis penelitian.

3.3.2 Sumber Data

Untuk menunjang kelengkapan pembahasan dalam penulisan penelitian ini, penulis memperoleh data yang bersumber dari:

- Data primer

Data Primer ialah jenis dan sumber data penelitian yang di peroleh secara langsung dari sumber pertama (tidak melalui perantara), baik individu maupun kelompok. Jadi data yang di dapatkan secara langsung. Data primer secara khusus di lakukan untuk menjawab pertanyaan penelitian. Penulis mengumpulkan data primer dengan metode kuantitatif dan juga metode observasi.

- Data Sekunder

Data Sekunder adalah data yang langsung dikumpulkan oleh peneliti sebagai penunjang dari sumber pertama. Dapat juga dikatakan data yang tersusun daam bentuk dokumen-dokumen.

3.4 Variabel Penelitian

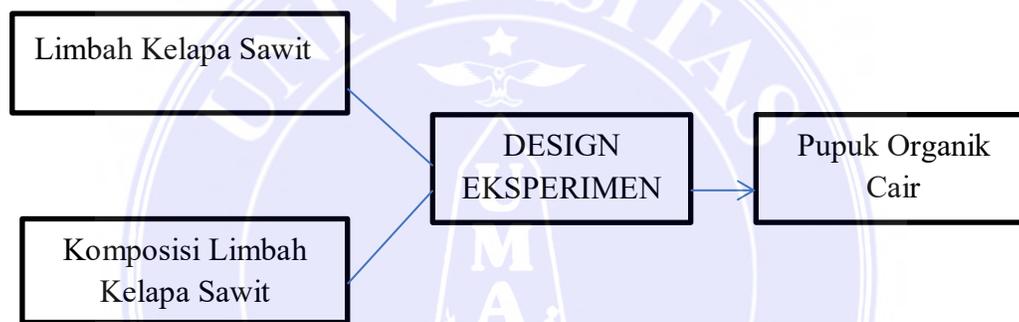
Variabel penelitian adalah suatu atribut atau sifat atau nilai dari orang, objek atau kegiatan yang mempunyai variasi tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya. Adapun variabel-variabel yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Variabel Bebas adalah variabel yang di mana mempengaruhi atas perubahan yang terjadi pada variabel lainnya, Dikatakan bebas sebab nilanya dapat berubah-ubah dan setiap perubahan itu mempengaruhi nilai nilai variabel

terikat. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah hasil kadar dari nitrogen, Fosfor, dan Kalium.

2. Variabel Terikat merupakan variabel yang dipengaruhi atas karena adanya variabel bebas. Dalam penelitian ini variabel terikat adalah pengolahan limbah kelapa sawit yang dimanfaatkan sebagai pupuk organik cair.

3.5 Kerangka Berpikir



Gambar 1.1 Kerangka Berfikir

Pada perusahaan perkebunan kelapa sawit, aspek perkebunan merupakan permasalahan yang selalu dilekatkan dengan permasalahan lingkungan, dimana Pabrik Kelapa Sawit menghasilkan jenis limbah cair dari hasil pengolahan kelapa sawit. Dengan pemanfaatan limbah cair kelapa sawit secara aerobik sebagai pupuk organik cair yang di tambahkan dengan abu jongkos yang juga merupakan sisa dari pengolahan limbah industri kelapa sawit dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik, sehingga diharapkan dapat berkontribusi dan dapat menggantikan sebagian dari

pupuk anorganik sebagai sumber unsur hara tanaman, sehingga dapat meningkatkan kesuburan tanah. Skema kerangka pemikiran dapat dilihat pada Gambar 1.1.

Pemberian pupuk organik cair pada tanaman kelapa sawit juga memiliki kontribusi cukup tinggi terhadap emisi karbon (jumlah emisi gas rumah kaca), khususnya pupuk nitrogen. Pupuk nitrogen lebih banyak berkontribusi terhadap dibandingkan penggunaan pupuk lain (Kusin et al., 2015). Penggunaan pupuk organik cair TKKS yang mengandung berbagai jenis unsur hara termasuk hara nitrogen diharapkan dapat mengurangi penggunaan pupuk nitrogen.

Kemampuan pupuk organik cair juga dapat meningkatkan kesuburan tanah dengan perbaikan sifat fisika, kimia dan biologi dari tanah. Dengan peningkatan kesuburan tanah akan berdampak terhasil peningkatan hasil produktivitas kelapa sawit. Dari pencapaian tersebut maka diharapkan Pabrik Kelapa Sawit telah mencapai aspek keberlanjutan yang memenuhi kriteria Planet dengan mitigasi gas rumah kaca, People dan Profit dengan kriteria produktivitas yang dihasilkan dari dampak aktivitas Pabrik Kelapa Sawit.

3.6 Teknik Pengumpulan Data

Data yang diperoleh dari penelitian ini untuk mengetahui karakteristik limbah cair kelapa sawit di uji di Laboratorium serta di analisa dengan metode kuantitatif. Pada bagian ini, data akan diproses lebih lanjut lalu dikumpulkan untuk hasil penelitian. Pengolahan data yang pertama ditentukan untuk mengetahui kadar atau kandungan yang terdapat di dalam limbah cair kelapa sawit dengan melakukan

pengujian pada limbah kelapa sawit tersebut untuk di uji kadar nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K).

3.7 Teknik Pengolahan Data

Teknik pengolahan data merupakan proses atau cara yang digunakan untuk mengolah data untuk memperoleh informasi. Pada penelitian ini menggunakan teknik pengolahan data teknik analisis kuantitatif merupakan metode yang digunakan untuk mengolah data yang bersifat numerik atau angka. Teknik ini digunakan dalam penelitian yang mengandung objektivitas.

3.7.1 Perancangan Eksperimen (*experiment design*)

Metode dalam perancangan eksperimen (*experiment design*) yang digunakan pada penelitian ini adalah Penelitian Eksperimen Sungguhan (*True Experimental Research*) yaitu Rancangan Acak Lengkap (RAL) dan Faktor Tunggal. Adapun perlakuan (*treatment*) yang dilakukan dalam memanfaatkan air limbah untuk dijadikan pupuk organik cair pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Perlakuan tanpa fermentasi.
2. Perlakuan fermentasi selama 3 hari dengan menggunakan EM-4 dan abu jongkos.
3. Perlakuan fermentasi selama 6 hari dengan menggunakan EM-4 dan abu jongkos.
4. Dan semua masing-masing perlakuan dilakukan pengulangan 3 kali.

3.7.2 Model Matematis Analysis of variances (ANOVA)

Model matematis untuk ANOVA Desain Satu Faktor (Faktor Tunggal) adalah sebagai berikut :

$$Y_{tr} = \mu + T_i ; (t = 1, 2, \dots \text{ dan } r = 1, 2, \dots)$$

dimana,

Y_{tr} = hasil pengamatan (respon) perlakuan perlakuan perbedaan bahan pembuatan pupuk organik cair dari air limbah ke-i dan ulangan ke-j

μ = nilai tengah umum

T_i = pengaruh perlakuan perbedaan bahan pembuatan pupuk organik cair dari air limbah ke-i

t = perlakuan

r = ulangan

3.7.3 Model Analisis pada Penelitian

Model analisis data pada penelitian ini adalah menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) dimana *Analysis of Variance* (ANOVA) ini digunakan untuk menanalisis perbedaan dari perlakuan-perlakuan pada eksperimen yang sesuai dengan perancangan eksperimen yang telah dipilih. Jika diperoleh hasil yang berbeda nyata dan sangat nyata maka analisis data dilanjutkan dengan pengujian beda rata-rata dengan menggunakan uji LSR (*Least Significant Range*) yaitu *Duncan Test* dan pengujian juga dilakukan pada masing-masing perlakuan terhadap kontrol yaitu menggunakan metode analisis *Dunnnett Test*. Analisis statistik yang digunakan pada penelitian ini adalah menggunakan *software Statistical Product and Service Solution* (SPSS) versi 26.

3.8 Skema Metode Penelitian

3.8.1. Prosedur Kerja Pengujian Nitrogen

1. Ditimbang sampel sebanyak 2 gram dilabu kjedahl
2. Ditambahkan $\text{H}_2\text{SO}_{4(p)}$ 40 mL
3. Ditambahkan 1 tablet kjedahl
4. Di dekstruksi hingga bening $\pm \frac{1}{2}$ jam
5. Dinginkan, kemudian encerkan ke labu ukur 250 mL dengan aquadest
6. Tepatkan hingga tanda tera dan dihomogenkan
7. Siapkan isi penampung 25 mL $\text{H}_2\text{SO}_{4(p)}$ 0,1 N di erlernmeyer assah 250 mL kemudian ditambahkan 3 tetes indikator methyl red.
8. Siapkan isi labu destilasi 25 mL sampel yang sudah di dekstruksi kemudian tambahkan 150 mL aquadest, dan ditambahkan NaOH 30% 30 mL.
9. Kemudian di destilasi pada suhu 8,5 (dialat) hingga volume penampung mencapai 150 mL.
10. Kemudian hasil destilasi yang di tampung di erlernmeyer assah 250 mL tersebut di titrasi dengan NaOH 0,1 N hingga titik akhir titrasi berwarna kuning
11. Dilakukan perlakuan blanko (25 mL $\text{H}_2\text{SO}_{4(p)}$ + 3 tetes indikator methyl red).

3.8.2. Pengujian P_2O_5

- 1) Ditimbang sampel sebanyak 1 gram di beaker glass 300 mL
- 2) Ditambahkan aquaregia (30 mL $\text{HCL}_{(p)}$ + 10 mL $\text{HNO}_3 (p)$)

- 3) Kemudian didekstruksi (dipanaskan) di hotplate dengan suhu 265 °C hingga volume 25 mL (½ volume)
- 4) Didinginkan ± 3 menit lalu diencerkan dengan aquadest sebanyak 50 mL hingga volume beaker 75 mL)
- 5) Dekstruksi kembali hingga volume mencapai 25 mL, setelah itu dinginkan
- 6) Kemudian disaring dengan whatman 41 dilabu ukur 500 mL
- 7) Ditera dan dihomogenkan dengan menggunakan aquadest.
- 8) Pembacaan di Spektrofotometri :
 - a. Di pipet 2 mL sampel kedalam labu ukur 100 mL
 - b. Ditambahkan 20 mL reagen phospat
 - c. Ditera dan dihomogenkan dengan aquadest
 - d. Ditunggu selama 10 menit, kemudian baca dengan spektrofotometer
 - e. Dilakukan perlakuan blanko sama seperti sampel

3.8.3. Pengujian K₂O

1. Ditimbang 1 gram sampel di labu 250 mL
2. Tambahkan 50 mL amonium oksalat 4%
3. Tambahkan 125 mL aquadest dan kemudian dipanaskan di hotplate pada suhu 300°C (tunggu 30 menit dihitung dari mulai mendidihnya sampel)
4. Kemudian dinginkan sampel dan di tera dengan menggunakan aquadest
5. Pipet 10 mL sampel ke dalam labu takar 100 mL
6. Kemudian tambahkan 2 mL NaoH 20%
7. Tambahkan 5 mL Formaldehid

8. Ditambahkan 25 mL STPB 1,2%
9. Kemudian di diamkan selama 10 menit.
10. Setelah itu disaring dengan menggunakan whatman 42 dierlenmeyer 250 mL
11. Di pipet 50 mL larutan sampel yang telah disaring dan masukkan ke dalam erlenmeyer 250 mL
12. Tambahkan indikator titan yellow, kemudian langsung dititrasi dengan menggunakan BAC sampai titik akhir pink susu.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Setelah melakukan penelitian selama beberapa bulan, peneliti melakukan dua eksperimen yaitu yang pertama dilakukan tanpa fermentasi dan tanpa penambahan abu jongkos ke dalam sampel kemudian yang kedua dilakukan dengan cara fermentasi dan penambahan abu jongkos ke dalam sampel air limbah kelapa sawit industri. Peneliti dapat menyimpulkan bahwa sisa air limbah kelapa sawit industri dari hasil pengujian di laboratorium PT X dengan melakukan fermentasi dan penambahan abu jongkos dapat dimanfaatkan sebagai pupuk cair organik. Karena hasil yang diperoleh dari ketiga parameter tersebut, secara fermentasi semua hasil yang diperoleh memiliki hasil ataupun yang cukup baik sehingga air limbah kelapa sawit industri ini dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik cair. Berikut merupakan data hasil pengujian dari Nitrogen, Fosfor, dan Kalium yang telah di teliti :

1. Dari penelitian yang telah dilakukan kadar nitrogen yang didapatkan dari hasil fermentasi 3 hari didapatkan rata-rata kadar sebesar 1,82 % dan adapun hasil fermentasi 6 hari didapatkan rata-rata kadar sebesar 2,05 % yang berarti telah memenuhi syarat baku mutu pupuk cair organik yaitu sebesar 1-2 %.
2. Selanjutnya untuk parameter posfor yang telah difermentasi selama 3 hari telah diperoleh hasil rata-rata kadar sebesar 2,13 % dan adapun hasil fermentasi 6 hari diperoleh hasil rata-rata kadar sebesar 2,62 % yang berarti parameter fosfor ini juga telah memenuhi syarat baku mutu pupuk cair organik yaitu sebesar 0,5-1 %.

3. Kemudian untuk parameter kalium yang telah dilakukan fermentasi selama 3 hari didapatkan rata-rata kadar sebesar 1,86 % dan adapun hasil dari fermentasi selama 6 hari didapatkan hasil rata-rata kadar sebesar 2,16 % yang berarti untuk parameter kalium ini juga telah memenuhi syarat baku mutu pupuk cair organik yaitu sebesar 0,5-1%.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh dari data-data di lapangan, pada dasarnya penelitian ini berjalan baik. Namun bukan suatu kekeliruan apabila peneliti ingin mengemukakan beberapa saran yang mudah-mudahan bermanfaat bagi karyawan dan masyarakat sekitar PT X. Adapun saran yang peneliti ajukan adalah sebagai berikut :

1. Setelah dilakukan penelitian maka sudah terbukti bahwa air limbah kelapa sawit industri ini mengandung kadar nitrogen, fosfor, dan kalium atau sering disebut sebagai NPK, Karyawan sebaiknya tidak membuang langsung air limbah ke tempat pembuangan IPAL.
2. Air limbah dari hasil sisa pengujian di PT X jangan langsung dibuang ke tempat pembuangan IPAL ada baiknya beberapa liter dari air limbah kelapa sawit industri di ambil dan dilakukan fermentasi selama beberapa hari agar hasil menjadi lebih maksimal lakukan dengan penambahan abu jongkos dan EM-4 untuk bisa dijadikan pupuk cair organik agar bisa bermanfaat untuk

tumbuh-tumbuhan yang ada disekitar kantor dan dapat dibagikan ke penduduk daerah sekitar kantor.



DAFTAR PUSTAKA

Asian Productivity Organization. 2001. *Concept of Green Productivity*. Tokyo :

APO.

Budiarsa. 2015. Parameter Air Limbah dan Cara Pengolahan Air Limbah. *Jurnal Agroteknologi*, 8 (2):1–8.

Dantes, Nyoman. 2017. *Desain Eksperimen Dan Analisis Data*. Singaraja: PT

Raja Grafindo Persada.

Hidayat, A. (2017, Juni 2). *Penjelasan Lengkap ANOVA Sebagai Analisis Statistik*.

Diambil kembali dari Statistikian:

<https://www.statistikian.com/2017/06/anova-sebagai-analisis-statistik.html>

Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 261/KPTS/SR.310//M/4/2019 tentang persyaratan teknis baku mutu pupuk organik.

Kurniawan, Eddy, Zainuddin Ginting, and Putri Nurjannah. 2017. “Peranan Kandungan Nitrogen Pada Tanaman.” *Seminar Nasional Sains dan Teknologi* (23): 1–10. jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek.

Lorestani, AA, Z. 2006. *Biological treatment of palm oil mill effluent (POME) using an up-flow anaerobik sludge fixed film (UASFF) bioreactor*. *Ph.D. thesis, School of Chemical Engineering, Universiti Sains Malaysia*.

Saunders, D.H. 1990. *Comparison of Three or More Sample Means: Analysis of Variance. Statistics: A Fresh Approach, Fourth Ed., McGraw-Hill Publishing Company*. New York: 380-408.

- Sihaloho, Wira Susi, 2009. Analisa kandungan Amonia Dari Limbah Cair Inlet dan Outlet Dari Beberapa Industri Kelapa Sawit. Universitas Sumatra Utara
- Simanungkalit, M. D. R., D. R. Suriadikarta, R. Saraswati, D. Setyorii dan W. Hartatik. 2010. Pupuk Organik dan Pupuk Hayati (Organic Fertilizer and Biofertilizer). Bogor: Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Bogor.
- Uyun et.al. 2022.<http://eprints.poltekkesjogja.ac.id/3483/3/Chapter%202.pdf>. Pada 20 September 2023. 21.10 WIB.
- Utomo, Suyud Warno, Lilik Sulistyowati, and Gatot Yulianto. 2019. “Teori Dan Konsep Sistem Manajemen Lingkungan.” *Modul 1* 1–39.



1. Lampiran Foto-Foto Dokumentasi Bahan Pengujian



Sampel Pengujian Yang Digunakan

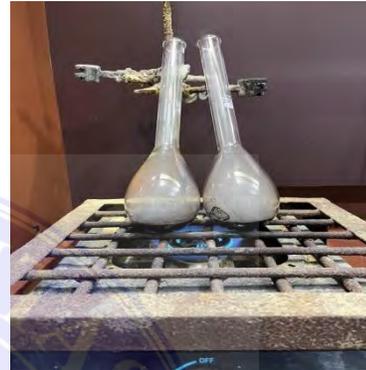


Bahan tambahan yang digunakan saat melakukan pengujian

2. Lampiran Foto-Foto Dokumentasi Pengujian Nitrogen



Penimbangan sampel nitrogen



Dekstruksi sampel nitrogen



Proses destruksi sampel yang telah selesai



Hasil Titrasi sampel Nitrogen

3. Lampiran Foto-foto dokumentasi Pengujian Posfor dan Kalium



Penimbangan sampel Posfor



Proses Dekstruksi Sampel Posfor



Hasil titrasi sampel Kalium