

**PEMANFAATAN LIMBAH TAHU DENGAN METODE
GREEN ENGINEERING PADA PABRIK TAHU PUTRI DELI
DELI TUA**

SKRIPSI

OLEH:

JUAN FERRIANTA GINTING

198150030



PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MEDAN AREA

MEDAN

2023

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

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

Document Accepted 1/11/23

Access From (repository.uma.ac.id)1/11/23

LEMBAR PENGESAHAN

Judul : Pemanfaatan Limbah Tahu dengan Menggunakan Metode Green Engineering pada pabrik Putri Deli, Deli Tua

Nama : Juan Ferrianta Ginting

NPM : 198150030

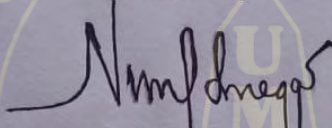
Fakultas : Teknik


Prodi : Teknik Industri

Disetujui Oleh:
Komisi Pembimbing

Pembimbing I

Pembimbing II


Ir. Hj. Ninny Siregar, M.Si.
NIDN: 0127046201



Sutrisno, ST, MT
NIDN: 0102027302

Mengetahui:

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program Studi


Dr. Rafiqul Syah S.Kom, M.Kom
NIDN: 010558804


Nukhe Andri Silviana, ST, MT
NIDN: 0127038802

Tanggal Lulus: 14 September 2023

i

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Juan Ferrianta Ginting

NPM : 198150030

Saya menyatakan bahwa skripsi yang susun, sebagai Syarat memperoleh gelar serjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-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 penulis ilmiah.

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

Medan, 14 September 2023



198150030

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

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

Nama : Juan Ferrianta Ginting
NPM : 198150030
Program Studi : Teknik Industri
Jenis Karya : Skripsi

Demi Pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada
Universitas Medan Area Hak Bebas Royalti Noneklusif (**Non-exclusive Royalty-
Free Right**) atas karya ilmiah saya yang berjudul: Pemanfaatan Limbah Tahu
Dengan Menggunakan Metode Green Engineering pada Pabrik Tahu Putri Deli,
Deli Tua.

Dengan hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak
menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data
(database), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap
mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak
Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Medan

Pada Tanggal: 14 September 2023

(Juan Ferrianta Ginting)

iii



RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Kota Pekanbaru, Provinsi Riau pada tanggal 02 Februari 2001 dari Ayah Marli Ginting dan Ibu Sri Enda Genepina Br. Sembiring merupakan anak pertama dari empat Bersaudara.

Penulis Pertama kali menempuh pendidikan di Sekolah Dasar Rk Santa Maria Penen pada tahun 2007 dan selesai pada tahun 2013, pada tahun yang sama penulis melanjutkan di Sekolah Menengah Pertama Swasta Masehi Sibiru-biru dan selesai pada tahun 2016, pada tahun yang sama penulis melanjutkan pendidikan di Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 1 Deli Tua dan selesai pada tahun 2019, dan pada tahun yang sama penulis terdaftar sebagai mahasiswa Fakultas Program Studi Teknik Industri Universitas Medan Area.

Berkat Rahmat Tuhan yang Maha Esa, usaha yang disertai doa dari kedua orang tua dalam menjalani aktivitas akademik Perguruan Tinggi Swasta Universitas Medan Area. Penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan skripsi yang berjudul “Pemanfaatan Limbah Tahu dengan Menggunakan Metode Green Engineering pada Pabrik Tahu Putri Deli, Deli Tua”.

ABSTRAK

Juan Ferrianta Ginting NPM 198150030. “Pemanfaatan Limbah Tahu Dengan Metode Green Enginerring Pada Pabrik Tahu Putri Deli, Deli Tua”. Dibimbing oleh Ibu Ir. Hj. Ninny Siregar, M.Si dan Bapak Sutrisno, ST, MT.

Pabrik Tahu Putri Deli merupakan perusahaan yang bergerak dibidang industri tahu. Selama ini perusahaan kesulitan mengolah limbah cair tahu dengan baik, bahkan limbah yang dihasilkan perusahaan hanya dibuang/dialirkan ke selokan di daerah kerja perusahaan yang dimana akan berpotensi mencemarkan lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan limbah tahu yang tidak dimanfaatkan dengan baik agar menjadi suatu produk yang bernilai jual yaitu menjadi pupuk organik cair (POC). Sehingga diperlukan pengolahan limbah, salah satunya yaitu dengan menggunakan metode *Green Engineering*. Teknik pengolahan data dilakukan dengan menggunakan metode *Green Engineering*. Tahapan penyelesaian yang dilakukan melalui permasalahan yang sudah teridentifikasi adalah: Survei lapangan, identifikasi masalah, menentukan tujuan dan target, menyusun alternatif solusi, memilih alternatif solusi, mengimplementasikan alternatif solusi. Dapat terlihat bahwa jika alternatif solusi tersebut diimplementasikan ke pabrik tersebut, alternatif tersebut memiliki aspek ramah lingkungan dan bersifat menurunkan pencemaran lingkungan, baik peran dari segi *Man, Material, Modal*. Dampak pencemaran lingkungan maupun output yang dihasilkan jauh lebih baik dan mudah untuk diimplementasikan. Dengan mengimplementasikan alternatif pengolahan limbah secara biologi maka limbah pada pabrik tahu Putri Deli akan berkurang dengan memanfaatkan kembali menjadi produk yang bernilai guna dan ekonomis. Hasil penelitian ini Menunjukkan hasil pengolahan limbah cair tahu menjadi pupuk organik cair (POC) yang dapat dipergunakan untuk pertanian dan bernilai jual.

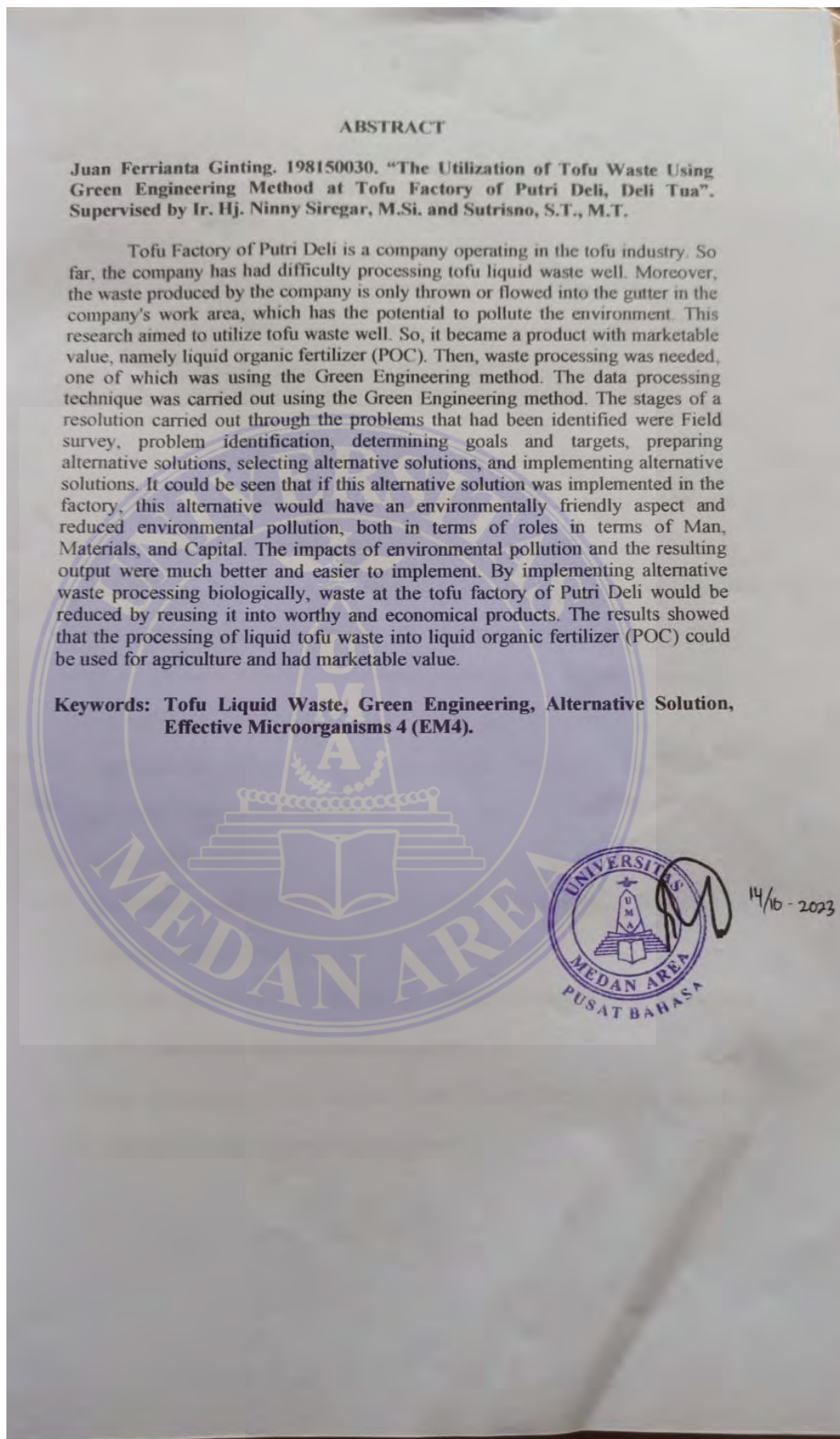
Kata Kunci: Limbah cair tahu, *Green Enginerring*, Alternatif solusi, *Effective Microorganisme 4* (EM4).

ABSTRACT

Juan Ferrianta Ginting. 198150030. "The Utilization of Tofu Waste Using Green Engineering Method at Tofu Factory of Putri Deli, Deli Tua". Supervised by Ir. Hj. Ninny Siregar, M.Si. and Sutrisno, S.T., M.T.

Tofu Factory of Putri Deli is a company operating in the tofu industry. So far, the company has had difficulty processing tofu liquid waste well. Moreover, the waste produced by the company is only thrown or flowed into the gutter in the company's work area, which has the potential to pollute the environment. This research aimed to utilize tofu waste well. So, it became a product with marketable value, namely liquid organic fertilizer (POC). Then, waste processing was needed, one of which was using the Green Engineering method. The data processing technique was carried out using the Green Engineering method. The stages of a resolution carried out through the problems that had been identified were Field survey, problem identification, determining goals and targets, preparing alternative solutions, selecting alternative solutions, and implementing alternative solutions. It could be seen that if this alternative solution was implemented in the factory, this alternative would have an environmentally friendly aspect and reduced environmental pollution, both in terms of roles in terms of Man, Materials, and Capital. The impacts of environmental pollution and the resulting output were much better and easier to implement. By implementing alternative waste processing biologically, waste at the tofu factory of Putri Deli would be reduced by reusing it into worthy and economical products. The results showed that the processing of liquid tofu waste into liquid organic fertilizer (POC) could be used for agriculture and had marketable value.

Keywords: Tofu Liquid Waste, Green Engineering, Alternative Solution, Effective Microorganisms 4 (EM4).



KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang tak henti-hentinya memberikan segala kenikmatan dan rahmat kepada seluruh hamba-Nya. Dengan rahmat dan hidayah-Nya, skripsi yang berjudul “Pemanfaatan Limbah tahu dengan menggunakan Metode *Green Engineering* pada pabrik tahu Putri Deli, Deli Tua” dapat diselesaikan dengan baik. Adapun skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk menyelesaikan skripsi pada Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Medan Area.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini melalui proses yang panjang mulai bangku kuliah, penelitian hingga penyusunan sampai terbentuk seperti sekarang ini. Penulis juga menyadari bahwa skripsi ini dapat terselesaikan karena banyak pihak yang turut serta membantu, membimbing, memberi petunjuk, saran dan motivasi. Oleh karena itu penulis menyampaikan ucapan rasa terima kasih sedalam-dalamnya, terutama kepada yang terhormat:

1. Ayahanda dan ibundaku tercinta, serta saudara kandung dan keluarga besar atas doa, motivasi, bimbingan, nasihat dan segalanya yang telah diberikan pada penulis.
2. Ibu Nukhe Andri Silviana, ST, MT, Selaku Ketua Program Studi Teknik Industri Universitas Medan Area.
3. Ibu Ir. Hj. Ninny Siregar, MSi. Selaku Dosen Pembimbing I yang senantiasa memberikan arahan dan Motivasi pada penulis.
4. Bapak Sutrisno, ST, MT, Selaku Dosen Pembimbing II yang senantiasa memberikan arahan dan motivasi pada penulis.

5. Kepada Erik Agustian Sihombing, Friendly Gultom, Julius silverius Simanulang dan Mahasiswa Teknik Industri Universitas Medan Area angkatan 2019 yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah memberikan dukungan, motivasi dalam penyelesaian skripsi ini.
6. Dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah berkenan memberikan dukungan dan bantuan kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, segala kritik dan saran yang membangun akan berguna agar pada selanjutnya dapat menghasilkan karya yang lebih baik. Semoga penelitian ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membacanya.

Medan, 16 Mei 2023

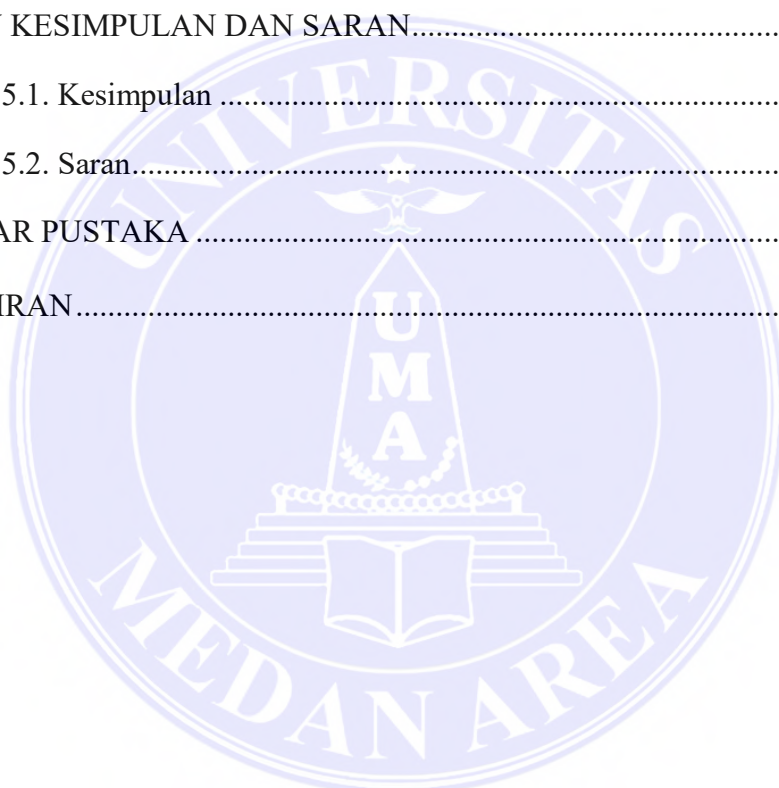
Juan Ferrianta Ginting
198150030

DAFTAR ISI

ABSTRAK I.....	v
ABSTRACT.....	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	6
1.3. Batasan Masalah.....	7
1.4. Tujuan Penelitian	7
1.5. Manfaat Penelitian.....	8
1.6. Sistematika Penelitian	9
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	11
2.1. Sistem Lingkungan Industri	11
2.2. Pengertian Limbah dan Limbah Tahu	11
2.2.1. Pengertian Tahu.....	12
2.2.2. Jenis-jenis tahu	12
2.2.3. Berbagai macam limbah tahu	13
2.3. Karakteristik limbah cair tahu	14
2.4. Dampak Limbah Cair Industri Tahu	15
2.5. Pengolahan Limbah Cair Tahu	16
2.6. Mikroorganisme Pengurai Air Limbah Tahu	19

2.7. <i>Green Engineering</i>	22
2.7.1. Prinsip <i>Green Engineering</i>	24
2.7.2. Tujuan <i>Green Engineering</i>	26
2.8. Penelitian Terdahulu.....	28
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	30
3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian	30
3.2. Objek Penelitian.....	30
3.3. Variabel penelitian.....	30
3.3.1. Variabel Bebas (Independent Variable)	30
3.3.2. Variabel Terikat (Dependent Variable).....	31
3.4. Kerangka Berfikir	31
3.5. Pengumpulan Data.....	33
3.6. Metode Pengolahan Data.....	35
3.7. Diagram Alur Penelitian	38
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	39
4.1 Sejarah Pabrik Tahu Putri Deli, Deli Tua.....	39
4.2 Ruang Lingkup Bidang Usaha.....	39
4.3 Daerah Pemasaran	40
4.4 Jumlah Tenaga Kerja dan Jam Kerja	40
4.5 Sistem Pengupahan & Fasilitas Lainnya	41
4.6 Bahan Proses Produksi	41
4.7 Proses Produksi.....	42
4.8 Operation process chart (OPC).....	44
4.9. Utilitas	45
4.10. Material Balance.....	46

4.11. Pemanfaatan limbah cair tahu.....	47
4.11.1. Penerapan metode Green Engineering	55
4.11.2. Pengolahan limbah cair tahu menjadi pupuk organik cair (POC).....	55
4.11.3 Proses pembuatan pupuk organik cair (POC).....	61
4.11.4 Harga kelayakan jual Pupuk organik cair (POC).....	68
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	69
5.1. Kesimpulan	69
5.2. Saran.....	70
DAFTAR PUSTAKA	71
LAMPIRAN.....	74



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 1.1. Komposisi yang terkandung didalam 100 gr tahu	3
Tabel 1.2. Kapasitas produksi dan debit limbah yang diperoleh setiap minggunya pada pabrik tahu Putri Deli	4
Tabel 2.1. Penelitian Terdahulu	26
Tabel 4.1. Jam Kerja Pabrik Tahu Putri Deli	35
Tabel 4.2. Jumlah prodouksi dan jumlah limbah tahu	49
Tabel 4.3. Beberapa proses pengolahan limbah cair tahu	52
Tabel 4.4. Kandungan Unsur Hara Hasil Fermentasi Limbah Cair Tahu Menggunakan EM4	66
Tabel 4.5. Kandungan limbah cair tahu sebelum dan sesudah dimanfaatkan menggunakan EM4	67
Tabel 4.6. Alat dan bahan pembuatan pupuk organic cair (POC)	69

DAFTAR GAMABAR

Gambar	Halaman
Gambar 1.1. Limbah cair tahu.....	2
Gambar 3.1. Kerangka berpikir.....	32
Gambar 3.2. Diagram alur penelitian.....	38
Gambar 4.1. Pabrik Tahu Putri Deli	39
Gambar 4.2. Perendaman	42
Gambar 4.3. Penggilingan.....	43
Gambar 4.4. Pemasakan	43
Gambar 4.5. Penyaringan.....	44
Gambar 4.6. Pengasaman	44
Gambar 4.7. Pembungkusan dan Pencetakan	45
Gambar 4.8. <i>Operation Process Chart</i>	46
Gambar 4.9. <i>Material balance</i>	48
Gambar 4.10. Limbah Tahu yang dibuang	45
Gambar 4.11. Selokan/parit yang Tercemar	45
Gambar 4.12. Limbah cair tahu.....	52
Gambar 4.13. Gula merah yang dilarutkan	53
Gambar 4.14. Menuangkan EM4 ke Larutan gula	53
Gambar 4.15. Mencampur gula, EM4 ke dalam botol.....	54
Gambar 4.16. Fermentasi Limbah.....	55
Gambar 4.17. Kedua sisi dilakban	55

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Pupuk Organik Cair Hasil Dari Fermentasi Limbah Cair Tahu Dengan Menggunakan EM4	74
Lampiran 2 Tempat Pengujian Hasil Pupuk Organik Cair	75
Lampiran 3 Hasil Uji Lab Pada Pupuk Organik Cair	76



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Di era globalisasi ini, seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk, industri dan ilmu pengetahuan, maka kebutuhan akan tahu semakin meningkat dari tahun ke tahun. Dengan meningkatnya jumlah limbah tahu, pencemaran lingkungan menjadi sangat parah. Sebagai apresiasi atas peringatan dari global dan masyarakat juga kebutuhan manusia yang terus meningkat. Limbah biasanya dari industri pengolahan tahu dibuang atau dilarutkan ke sungai karena dianggap tidak memiliki nilai jual ekonomis. Sisa pembuatan tahu menghasilkan 2 macam limbah, yaitu limbah cair berupa air hasil dari fermentasi buah kedelai yang dihaluskan dan limbah padat yang berupa ampas kedelai itu sendiri.

Pabrik tahu Putri Deli adalah salah satu bentuk industri yang bergerak di bidang pembuatan tahu sumedang, yang termasuk bahan pangan yang sangat sering dijumpai masyarakat pada umumnya. Aspek produksi merupakan rencana atau bisa diartikan proses produksi termasuk teknis/operasional dalam pembuatan produk sampai produk tersebut sampai diterima konsumen. Aspek produksi yang dilakukan oleh karyawan Putri Deli yaitu mengolah biji kacang kedelai menjadi tahu yang merupakan bahan pangan yang termasuk ke bahan makanan pokok. Kualitas tahu yang dihasilkan oleh karyawan Putri Deli ini cukup baik sehingga pesanan yang diterima oleh karyawan cukup banyak. Semakin banyak juga pesanan yang diterima maka semakin banyak juga limbah yang dihasilkan.

Limbah tahu hasil sisa produksi jika dikelola dengan baik dapat bernilai ekonomis dan ramah lingkungan. Akan tetapi yang menjadi permasalahan di sini, limbah cair tahu hasil sisa produksi pabrik Putri Deli hanya dibiarkan dan dibuang ke selokan atau dibuang ke sungai. Dampak yang terjadi yang diakibatkan oleh limbah tahu berpotensi mengganggu terhadap lingkungan sekitar, sehingga masyarakat juga merasa terganggu karena pencemaran lingkungan tersebut. Berikut gambar limbah tahu yang tidak dimanfaatkan oleh pabrik tersebut.



Gambar 1.1. Limbah cair tahu

Berdasarkan pengamatan di lapangan industri tahu dalam proses pengolahannya menghasilkan dua jenis limbah yaitu limbah padat dan limbah cair. Limbah padat berupa ampas tahu telah dapat ditanggulangi dengan memanfaatkannya sebagai bahan pembuatan oncom, tahu gembus dan bahan pakan ternak, pada Pabrik tahu Putri Deli untuk limbah padat tahu dimanfaatkan menjadi tahu gembus dan pakan ternak. Sedangkan limbah cair pada proses produksi tahu berasal dari pencucian kedelai, perendaman, perebusan, penyaringan, pengepresan dan pencetakan tahu serta pencucian alat dan lantai dapat dimanfaatkan menjadi beberapa

manfaat yaitu pupuk organik cair (POC) dan nata de soya. Oleh karena itu limbah cair yang dihasilkan sangat tinggi. Sebagian besar limbah cair yang dihasilkan oleh pabrik tahu Putri Deli hanya dibuang, tidak dimanfaatkan dan tidak diperhatikan dampak yang diakibatkan limbah cair tersebut. Proses pembuatan tahu menghasilkan limbah yang berupa cairan kental yang terpisah dari gumpalan tahu dan mengandung zat organik yang tinggi dan sering disebut dengan air dadih atau *whey*.

Senyawa-senyawa organik yang terkandung dalam limbah cair tahu adalah protein sebesar 40-60%, karbohidrat sebesar 25-50%, lemak berkisar 8-12%, dan sisanya berupa kalsium, besi, fosfor, dan vitamin. Kandungan zat organik serta padatan tersuspensi maupun terlarut dalam limbah tahu industri tahu akan mengalami proses perubahan fisika, kimia, dan biologi.

Berikut adalah komposisi yang terdapat pada 100 gr tahu, dapat dilihat pada tabel 1.1

Tabel 1.1. Komposisi Yang Terkandung Didalam 100 gr Tahu.

Komponen	Jumlah
Kalori (kkal)	80
Air (gram)	82,2
Protein (gram)	10,9
Lemak (gram)	4,7
Karbohidrat (gram)	0,8
Kalsium (mg)	223
Fosfor (mg)	183
Zat besi (mg)	3,4

Sumber: Pujianto & Suprihartini (2023)

Jika senyawa organik yang terkandung didalam tahu tersebut diuraikan maka akan dihasilkan gas metana yang menyebabkan unsur hara dalam tanah tidak seimbang, karbondioksida dan gas-gas lain. Gas-gas yang dapat ditemukan adalah gas nitrogen, oksigen, hydrogen sulfida, ammonia, karbondioksida, dan metana. Gas-gas

tersebut berasal dari dekomposisi bahan-bahan organik yang terdapat di dalam air buangan. Sedangkan, kandungan zat tersuspensi dalam limbah cair industri tahu akan menyebabkan air menjadi kotor, keruh dan dapat menimbulkan bau yang sangat menyengat akibat proses pembusukan oleh bakteri.

Akibat dari pengolahan limbah yang tidak benar yaitu bisa mengakibatkan polusi atau pencemaran lingkungan (air, tanah, dan udara) yang berbahaya bagi makhluk hidup. Fenomena pengolahan limbah cair yang tidak diterapkan banyak terjadi di kota-kota maupun desa, khususnya daerah yang memiliki banyak home industri, salah satunya yang terjadi di daerah perumahan pabrik Putri Deli, Simpang Prumnas Taman Sri Deli, Lau Mulgap, Kec. Namorambe, Kabupaten Deli Serdang.

Kecamatan Namorambe merupakan kawasan daerah perumahan yang memiliki banyak masyarakat dengan jumlah rumah tangga sekitar ± 120 kepala rumah tangga. Dengan jumlah masyarakat yang terbilang cukup ramai, pengaruh dari limbah tersebut sangat berdampak kepada masyarakat, pencemaran yang dilakukan pabrik tahu Putri Deli sangat mengancam lingkungan hidup, kesehatan masyarakat sekitar, dan kelangsungan hidup manusia serta makhluk hidup yang lainnya. Hal tersebut sangat merugikan masyarakat setempat karena mereka sangat rentan terhadap penyakit, terganggu oleh bau yang tidak sedap yang ditimbulkan oleh limbah, dan rusaknya ekosistem.

Berikut ini adalah data limbah yang dihasilkan oleh pabrik tahu Putri Deli setiap minggunya, dapat dilihat pada tabel 1.2.

Tabel 1.2 Kapasitas Produksi dan Jumlah Limbah Tahu Putri Deli

No	Minggu	Kapasitas Produksi (Kg)	Jumlah air limbah (L/minggu)
1	Minggu I	600	4200
2	Minggu II	600	4200
3	Minggu III	750	5250
4	Minggu IV	550	3825
Total Jumlah Limbah/bulan			17.475 Liter

Sumber: Pabrik tahu Putri Deli

Penjelasan lebih lanjut untuk data yang didapat dan sudah teridentifikasi selama penelitian pada pabrik tahu Putri Deli sebagai berikut:

1. Jenis limbah tahu

Jenis limbah tahu yang didapat pada penelitian ini terdiri dari 2 jenis limbah, yaitu limbah cair dan limbah padat.

2. Jumlah limbah cair tahu

Jumlah limbah cair tahu yang dihasilkan setiap produksi sebesar 4,20 m³/minggu atau setara dengan 4200 liter/minggu dengan penggunaan bahan baku kedelai 600 kg/minggu.

3. Dampak limbah cair tahu

Dampak yang dihasilkan oleh limbah cair tahu dapat menimbulkan pencemaran yang cukup berat, terutama pada lingkungan. Karena limbah tahu mengandung senyawa dapat membahayakan struktur tanah dan dapat menimbulkan polusi udara yaitu aroma bau yang tidak sedap.

4. *Green Engineering*

Pemanfaatan limbah cair tahu ini menggunakan metode *Green Engineering*.

5. Hasil pemanfaatan limbah tahu

Hasil yang dapat dimanfaatkan dari limbah padat tahu yaitu omcom, makanan ternak, dan tempe gampus. Untuk limbah cairnya dapat dimanfaatkan menjadi nata de soya dan pupuk organik cair (POC).

Untuk limbah cair nya belum dimanfaatkan di pabrik Putri Deli tersebut, dan hanya dibuang percuma ke selokan.

Maka dengan memperhatikan limbah cair tahu yang dihasilkan oleh Pabrik tahu Putri Deli dapat menunjukan bahwa pabrik tersebut berpotensi tinggi dalam pencemaran lingkungan sekitar pabrik. Kemudian muncul ide untuk menerapkan metode *Green Enginnering* dalam penelitian tersebut agar limbah cair tahu diolah kembali menjadi produk-produk baru yang bernilai ekonomis dan ramah lingkungan. *Green Enginnering* adalah strategi pemanfaatan dan proses dengan menerapkan prinsip-prinsip yang layak secara finansial dan teknologi untuk mencapai satu atau lebih tujuan bisnis dan kinerja lingkungan secara bersamaan, untuk keseluruhan pembangunan sosial dan ekonomi. Dengan metode ini diharapkan dapat mengevaluasi dan memberikan alternatif-alternatif solusi pemanfaatan untuk meminimalkan paparan polusi dan kinerja lingkungan pabrik Putri Deli.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah yang dikaji dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana cara mengurangi pencemaran limbah tahu yang berupa cairan tersuspensi terhadap lingkungan sekitar pabrik Putri Deli?

2. Produk apa yang dapat dibuat dari pemanfaatan limbah tahu berdasarkan jenis limbah tahu yang dihasilkan di pabrik tahu Putri Deli agar menjadi produk yang bernilai ekonomis dan ramah lingkungan?
3. Dampak apa saja yang dihasilkan dari pencemaran lingkungan oleh limbah cair tahu?

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan dalam penelitian ini agar terfokus pada pemecahan masalah yang telah dirumuskan, yaitu:

1. Penelitian ini mencakup alternatif pemecahan masalah yang akan dipilih berdasarkan prinsip tujuan dan manfaat dari metode *Green Engginering* dan merupakan produk.
2. Pemanfaatan limbah tahu ini diperoleh dari produksi tahu di pabrik Putri Deli yang telah disetujui oleh pihak pemilik pabrik Putri Deli untuk diolah limbahnya.

1.4. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dituliskan sebelumnya, adapun tujuan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Mengetahui cara mengurangi limbah tahu yang berupa limbah cair agar lingkungan sekitar tidak tercemar dan ramah lingkungan.
2. Mengetahui pemanfaatan limbah cair tahu menjadi produk yang bernilai ekonomis dan ramah lingkungan.

3. Mengetahui dampak apa saja yang dihasilkan dari pencemaran lingkungan oleh limbah cair tahu.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Bagi mahasiswa

Hasil penelitian ini dapat mendewasakan pikiran mahasiswa untuk melaksanakan setiap peroleh dan pemecahan masalah yang ada di masyarakat dan lingkungan kampus. Penelitian ini digunakan sebagai implementasi dari penerapan teori-teori yang sebelumnya telah didapat selama kegiatan perkuliahan.

2. Bagi UMKM industri tahu

Melalui penelitian ini diharapkan untuk mampu mengurangi limbah hasil sisa produksi sekaligus menciptakan produk-produk baru yang bernilai ekonomis dan ramah lingkungan dalam industri tahu terutama pada pabrik tahu Putri Deli.

3. Bagi Institusi

Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai kontribusi dalam menanamkan minat, motivasi dan sikap dari mahasiswa sehingga dapat meningkatkan pengetahuan terhadap pencemaran lingkungan dan pemanfaatan limbah yang dapat dilakukan agar dapat menghasilkan produk yang bernilai guna dan lingkungan yang sehat.

1.6. Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN

Dalam bab ini diuraikan tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, asumsi dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisikan bahan-bahan kajian keilmuan yang menjadi topik penelitian. Kajian keilmuan diperoleh dari beberapa sumberpustaka seperti buku dan jurnal yang terkait dengan permasalahan yang dikaji yaitu pemanfaatan limbah tahu.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menguraikan metodologi penelitian yang digunakan. Metodologi penelitian terdiri dari lokasi penelitian, jenis penelitian, subjek dan objek penelitian, variabel penelitian, kerangka berfikir, metode analisa data, tahapan pengelolaan data,

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Mengidentifikasi keseluruhan data hasil penelitian yang dilanjutkan dengan pengumpulan data. Dan menganalisis hasil penelitian dan perhitungan berdasarkan pengolahan data dan pemecahan masalah.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam bab ini berisikan tentang kesimpulan atas semua yang telah diuraikan pada bab terakhir dalam penulisan bab ini.

DAFTAR PUSTAKA

Daftar pustaka berisikan tentang sumber-sumber yang digunakan dalam penelitian ini, baik itu berupa jurnal, buku, kutipan-kutipan dari internet maupun dari sumber-sumber lainnya.

LAMPIRAN

Lampiran berisikan kelengkapan alat dan hal lain yang perlu dilampirkan atau ditunjukkan untuk memperjelas uraian dalam penelitian.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Sistem Lingkungan Industri

Sistem adalah bagian dari alam semesta yang diamati. Jika dikaitkan dengan materi termokimia, sesuatu yang menjadi pusat perhatian atau pusat pengamatan yang kita pelajari perubahan energinya, yaitu suatu reaksi kimia. Lingkungan adalah suatu yang mengelilingi atau berada diluar sistem.

Lingkungan industri adalah serangkaian faktor-faktor ancaman dari pelaku bisnis baru, supplier, pembeli, produk pengganti, dan intensitas persaingan diantara para pesaing yang secara langsung mempengaruhi perusahaan dan tindakan serta tanggapan kompetitifnya (Ginting, 2021).

2.2. Pengertian Limbah dan Limbah Tahu

Berdasarkan Undang-undang pokok lingkungan hidup (UUPLH) RI No. 23 Tahun 1997, yang dimaksud dengan limbah adalah sisa suatu usaha atau kegiatan. Sementara itu pengertian limbah tahu adalah limbah yang dihasilkan dari proses pembuatan tahu.

Industri tahu mampu menghasilkan ± 700 kg/hari tahu dengan pemakaian air bersih ± 6000 L/hari dan menghasilkan limbah cair ± 4800 L/hari. (Zannah, 2017) Limbah industri tahu tahu pada umumnya dibagi menjadi dua bagian bentuk limbah, yaitu limbah padat dan limbah cair. Limbah padat industri tahu berasal dari kotoran hasil pembersihan kedelai (batu, tanah, kulit kedelai), dan benda padat lainya yang

menempel pada kedelai) serta sisa saringan bubur kedelai yang disebut dengan ampas tahu. Limbah padat pada umumnya tidak begitu banyak (0,3% dari bahan baku kedelai). Limbah padat dari ampas tahu besarnya berkisar antara 25-35% dari produk tahu yang dihasilkan.

Sedangkan limbah cair pada proses produksi tahu berasal dari proses perendaman, pencucian kedelai, penyaringan, pengepresan atau pencetakan tahu hingga menghasilkan cairan kental yang terpisah dari gumpalan tahu yang disebut dengan air dadih (*whey*).

Cairan ini mengandung kadar protein yang tinggi dan dapat segera terurai. Limbah ini sering dibuang secara langsung tanpa pengolahan terlebih dahulu sehingga menurunkan kualitas penerima khususnya perairan. (Sulistyawati, & Fitriyani. 2021)

2.2.1. Pengertian Tahu

Tahu adalah makanan yang dibuat dari endapan perasan biji kedelai yang mengalami koagulasi. Tahu berasal dari Tiongkok, seperti halnya kecap, tauco, bakpau, dan bakso. Nama “Tahu” merupakan serapan dari bahasa *Hokkian*, yang secara harafiah berarti “kedelai terfermentasi”. (Theresia, 2017)

2.2.2. Jenis-Jenis Tahu

Tahu yang dijual dipasaran memiliki berbagai variasi bentuk, ukuran dan nama berikut ini beberapa jenis tahu yang beredar dipasaran:

1. Tahu sumedang

Tahu sumedang atau tahu pong memiliki tekstur agak liat karena proses

penggorengan.

2. Tahu bandung

Tahu bandung berbentuk persegi yang bertekstur keras dan berwarna putih atau kuning.

3. Tahu cina

Tahu cina berwarna putih yang bertekstur padat, halus, kenyal, dan umumnya berukuran besar dengan ukuran 12x12x8 cm.

4. Tahu kuning

Tahu kuning berbentuk tipis dan lebar yang memiliki warna kuning hasil dari penambahan larutan sari kunyit.

5. Tahu takwa

Tahu takwa merupakan tahu berwarna kuning khas dari daerah Kediri, Jawa Timur. Tahu takwa memiliki tekstur kenyal dan padat yang dihasilkan dari proses penggumpalan dengan cuka.

6. Tahu sutra

Tahu sutra merupakan tahu yang berasal dari Jepang dan memiliki tekstur sangat lembut serta lunak karena menggunakan bahan penggumpal *gluconol-lakon* (GDL). (Theresia, 2017)

2.2.3 Berbagai Macam Limbah Tahu

Limbah tahu memiliki 2 macam limbah yang dihasilkan selama proses produksi, yaitu:

1. Limbah padat

Limbah padat dari industri tahu di Indonesia dikenal dengan sebutan ampas tahu. Ampas tahu merupakan hasil sisa perasan bubur kedelai dan masih mempunyai kandungan nutrisi yang relatif tinggi.

2. Limbah cair

Limbah yang dominan terbuang yaitu dalam bentuk cairan dan berpotensi mencemari perairan. Berasal dari pembersihan kedelai, pembersihan peralatan, perendaman, pencetakan, dan apabila dibuang langsung ke perairan akan berbau busuk dan mencemari lingkungan. (Febriyanti, et al., 2020);

2.3. Karakteristik Limbah Cair Industri Tahu

Karakteristik buangan limbah industri tahu meliputi dua hal, yaitu karakteristik fisika dan kimia.

1. Karakteristik Fisika, karakteristik fisika meliputi padatan total, padatan tersuspensi, suhu, warna, dan bau. Suhu buangan industri tahu berasal dari proses pemasakan kedelai. Suhu air limbah tahu berkisar 37 - 45 Celsius, kekeruhan 535 - 585 FTU, warna 2.225-2.250 Pt.Co, Amonia 23,3 - 23,5 mg/l. Suhu yang meningkat di lingkungan perairan akan mempengaruhi kehidupan biologis, kelarutan oksigen dan gas lain, kerapatan air, viskositas, dan tegangan permukaan. Kandungan zat tersuspensi dalam limbah cair industri tahu akan menyebabkan air menjadi kotor, keruh dan menimbulkan bau yang sangat menyengat akibat proses pembusukan oleh bakteri.
2. Karakteristik Kimia, karakteristik kimia meliputi bahan organik, bahan anorganik dan gas. Bahan-bahan organik yang terkandung di dalam buangan industri tahu

pada umumnya sangat tinggi. Senyawa-senyawa organik yang terkandung di dalam air buangan tersebut berupa 40 - 60% protein, 25 - 50% karbohidrat, dan 10% lemak, Protein (N-total) merupakan komponen terbesar dari limbah cair industri tahu yaitu dengan kadar sebesar 226,06 mg/l sampai 434,78 mg/l. (Febriyanti, et al., 2020). Polutan organik yang cukup tinggi tersebut apabila terbuang ke badan air penerima akan mengakibatkan terganggunya kualitas air dan menurunkan daya dukung lingkungan perairan di sekitar industri tahu. Gas-gas yang bisaa ditemukan dalam limbah adalah gas nitrogen (N₂), oksigen (O₂), hidrogen sulfida (H₂S), amonia (NH₃), karbondioksida (CO₂) dan metana (CH₄). Gas-gas tersebut berasal dari dekomposisi bahan-bahan organik yang terdapat di dalam air buangan. (Febriyanti, et al., 2020).

2.4. Dampak Limbah Cair Industri Tahu

Limbah cair industri tahu dapat menimbulkan pencemaran yang cukup berat karena mengandung kadar organik yang cukup tinggi. Senyawa-senyawa organik tersebut berupa 40 - 60% protein, 25 - 50% karbohidrat, serta 10% lemak dan minyak yang kemudian akan menghasilkan hasil sampingan berupa biogas dengan kandungan gas metana sekitar 50 - 70%, gas CO₂ sekitar 25 - 45% dan sejumlah kecil nitrogen, hidrogen dan hidrogen sulfida.

Limbah cair yang dihasilkan akan mengalami perubahan fisika, kimia, dan biologi yang akan menimbulkan gangguan terhadap kesehatan karena menghasilkan zat beracun atau menciptakan media untuk tumbuhnya kuman penyakit atau kuman lainnya yang merugikan baik pada produk tahu sendiri maupun tubuh manusia.

Limbah cair industri tahu mengandung polutan organik yang cukup tinggi yang apabila terbuang ke badan air penerima tanpa Pengolahan sebelumnya akan mengakibatkan terganggunya kualitas air dan menurunkan daya dukung lingkungan perairan di sekitar industri tahu. Penurunan daya dukung lingkungan tersebut menyebabkan kematian organisme air, terjadinya alga blooming sehingga menghambat pertumbuhan tanaman air lainnya dan menimbulkan bau yang dapat menjadi media yang sangat baik untuk pertumbuhan dan perkembangan bakteri, baik bakteri patogen (bakteri yang dapat menyebabkan penyakit pada inang) maupun non patogen (bakteri yang tidak menimbulkan gangguan yang berarti). (Sulistyawati, & Fitriyani. 2021).

2.5. Pengolahan Limbah Cair Tahu

Upaya untuk mengolah limbah cair tahu telah dicoba dan dikembangkan. Secara umum, metode pengolahan yang dikembangkan dapat digolongkan atas 3 jenis metode pengolahan, yaitu secara fisika, kimia, maupun biologis. Cara fisika, merupakan metode pemisahan sebagian dari beban pencemaran khususnya padatan tersuspensi atau koloid dari limbah cair dengan memanfaatkan gaya-gaya fisika. Dalam pengolahan limbah cair industri tahu secara fisika, proses yang dapat digunakan antara lain filtrasi dan pengendapan (*sedimentasi*). Filtrasi atau penyaringan menggunakan media penyaring terutama untuk menjernihkan atau memisahkan partikel-partikel kasar dan padatan tersuspensi dari limbah cair. Dalam sedimentasi, flok-flok padatan dipisahkan dari aliran dengan memanfaatkan gaya gravitasi.

Cara kimia, merupakan metode penghilangan atau konversi senyawa-senyawa polutan dalam limbah cair dengan penambahan bahan-bahan kimia atau reaksi kimia lainnya. Beberapa proses yang dapat diterapkan dalam pengolahan limbah cair industri tahu secara kimia diantaranya termasuk koagulasi-flokulasi dan netralisasi. Proses netralisasi biasanya diterapkan dengan cara penambahan asam atau basa guna menetralkan ion-ion yang terlarut dalam limbah cair sehingga memudahkan proses pengolahan selanjutnya.

Proses koagulasi-flokulasi, partikel-partikel koloid hidrofobik cenderung menyerap ion-ion bermuatan negatif terlarut dalam limbah cair melalui sifat adsorpsi koloid tersebut, sehingga partikel tersebut bermuatan negatif. Koagulasi pada dasarnya merupakan proses destabilisasi partikel koloid bermuatan dengan cara penambahan ion-ion bermuatan berlawanan (koagulan) ke dalam koloid, dengan demikian partikel koloid menjadi netral dan dapat beraglomerasi satu sama lain membentuk mikroflok. Selanjutnya mikroflok-mikroflok yang telah terbentuk dengan dibantu pengadukan lambat mengalami penggabungan menghasilkan makroflok (flokulasi), sehingga dapat dipisahkan dari dalam larutan dengan cara pengendapan atau filtrasi.

Koagulan yang biasa digunakan antara lain polielektrolit, aluminium, kapur, dan garam-garam besi. Masalah dalam pengolahan limbah secara kimiawi adalah banyaknya endapan lumpur yang dihasilkan, sehingga membutuhkan penanganan lebih lanjut.

Selain kedua metode tersebut, metode gabungan fisika-kimia mencakup flokulasi yang dikombinasikan dengan sedimentasi juga telah dicoba digunakan

dalam skala laboratorium, tetapi penerapan metode gabungan tersebut hasilnya kurang memuaskan khususnya di Indonesia. Hal ini karena beberapa faktor antara lain: metode pengolahan fisika-kimia terlalu kompleks, kebutuhan bahan kimia cukup tinggi, serta lumpur berupa endapan sebagai hasil dari sedimentasi menjadi masalah penanganan lebih lanjut

Cara biologi, dapat menurunkan kadar zat organik terlarut dengan memanfaatkan mikroorganisme atau tumbuhan air. Pada dasarnya cara biologi adalah pemutusan molekul kompleks menjadi molekul sederhana. Proses ini sangat peka terhadap faktor suhu, pH, oksigen terlarut (DO) dan zat-zat inhibitor terutama zat-zat beracun. Mikroorganisme yang digunakan untuk pengolahan limbah adalah bakteri, algae, atau protozoa, Sedangkan tumbuhan yang dapat digunakan termasuk gulma air (*aquatic weeds*). Metode biologis lainnya juga telah dicoba dalam penanganan limbah cair industri tahu. Misalnya dengan menggunakan proses lumpur aktif (*activated sludge*) untuk mendegradasi kandungan organik dalam limbah cair tahu dan susu kedelai. Hasil yang dicapai cukup memuaskan, dimana diperoleh penurunan BOD terlarut, nitrogen, dan fosfor berturut-turut sebesar 95%, 67% dan 57%. (Pradana, et al., 2018);

Melihat tingkat pengetahuan pengrajin tahu khususnya di Indonesia yang relatif minim dalam penanganan limbah dan faktor-faktor teknislainnya, seperti biaya investasi dan operasi cukup tinggi, luas lahan yang diperlukan cukup besar, serta pengendalian proses yang relatif kompleks. Sehingga penerapan metode ini khususnya di Indonesia kurang berdaya guna. Untuk mengatasi kendala-kendala tersebut, perlu dicari metode pengolahan limbah cair yang lebih sederhana, efektif,

dan mudah dioperasikan.

Metode pengolahan biologis juga patut dipertimbangkan untuk mengolah limbah cair tahu diantaranya adalah proses aerob dan anaerob. Pada proses aerob, katabolisme senyawa organik berlangsung dengan memanfaatkan oksigen bebas yang terdapat dalam lingkungan sebagai penerima elektron terakhir. Pada proses anaerob atau disebut respirasi anaerob, katabolisme senyawa organik berlangsung tanpa oksigen bebas dalam lingkungan dan penguraian terjadi dengan memanfaatkan senyawa organik sebagai penerima elektron terakhir.

Dalam perlakuan biologis, prinsip biologi diterapkan untuk mengolah limbah cair dengan bantuan mikroorganisme yang dapat diperoleh secara alamiah. Sistem ini cukup efektif dengan biaya pengoperasian yang rendah dan dapat mereduksi BOD hingga 90 %. (Pradana, et al., 2018);

2.6. Mikroorganisme Pengurai Air Limbah Tahu

Dalam penanganan air limbah, mikroorganisme merupakan dasar fungsional untuk sejumlah proses penanganan. Proses penanganan biologi air limbah secara biologi disebut juga dengan bioremediasi. Bioremediasi adalah pemanfaatan mikroorganisme hidup untuk mengurangi bahan pencemar agar kurang toksik atau beracun, atau mengurangi zat-zat beracun agar lingkungan yang tercemar dapat direhabilitasi kelompok mikroorganisme tersebut adalah 1) Bakteri, 2) Fungi, 3) Algae, 4) Protozoa, 5) Rotifera, 6) Crustacea, dan 7) Virus. (Pradana, et al., 2018);

Bakteri merupakan kelompok mikroorganisme terpenting dalam penanganan air limbah. Kultur bakteri dapat digunakan untuk menghilangkan bahan organik dan

mineral-mineral yang tidak diinginkan dari air limbah. Bakteri aerob dan fakultatif, aktif dalam semua unit penanganan aerobik, sedangkan bakteri anaerob fakultatif dan obligat, aktif dalam unit penanganan anaerobik. Bakteri terdapat dalam berbagai bentuk, biasanya modifikasi dari silinder atau avoid (bulat), dengan ukuran beberapa mikrometer. Bakteri ini terdapat dalam proses penanganan limbah dalam bentuk gumpalan dari berbagai bentuk dan jenis. Temperatur dan pH memainkan peranan penting dalam hidup matinya bakteri.

Sebagian besar mikroorganisme tidak dapat mentoleransi level pH diatas 9,5 atau dibawah 4,0. Secara umum pH optimal untuk pertumbuhan adalah antara 6,5 dan 7,5. Kebanyakan bakteri adalah kemoheterotrofik yaitu menggunakan bahan organik sebagai sumber energi dan karbon. Beberapa spesies mengoksidasi senyawa-senyawa anorganik seperti NH_3 untuk energi dan CO_2 sebagai sumber karbon. Bakteri ini disebut kemoautotrof. Sebagian bakteri bersifat fotosintetik dan menggunakan sinar sebagai sumber energi dan CO_2 sebagai sumber karbon. Bakteri kemoheterotrofik merupakan bakteri terpenting dalam penanganan air limbah karena bakteri-bakteri ini akan memecah bahan-bahan organik.

Fungi dianggap sebagai jenis mikroorganisme yang bersifat multiseluler, nonfotosintetik dan heterotrofik. Fungi diklasifikasikan berdasarkan dari tipe reproduksinya. Reproduksi fungi dapat secara seksual atau aseksual, pembelahan, tunas atau dengan spora. Fungi mempunyai kemampuan tumbuh pada kondisi kelembaban yang rendah dan dapat mentoleransi lingkungan dengan pH yang rendah secara relatif. pH optimal adalah 5,6 dengan kisaran 2 sampai 9. Fungi juga mempunyai kebutuhan nitrogen yang rendah. Kemampuan dari fungi untuk

dapat bertahan dibawah pH yang rendah dan kondisi nitrogen yang sedikit membuat mikroorganisme ini sangat penting dalam pengolahan limbah industri secara biologi (Pradana, et al., 2018).

Alga (ganggang) adalah mikroorganisme uniseluler, autotrof, dan fotosintetik. Alga memperoleh energi dari sinar matahari dan menggunakan bahan anorganik seperti karbondioksida, amonia atau nitrat, dan fosfat dalam sintesis sel-sel tambahan. Alga memperoleh CO₂ dari sumber-sumber dalam air atau limbah cair: (a) Absorpsi dari udara, (b) Respirasi aerobik dan anaerobik dari organisme heterotrofik dan (c) Alkalinitas bikarbonat. Nilai pH setinggi 10 tidak umum dalam sistem alga yang aktif seperti kolam oksidasi dan unit serupa. Walaupun pertumbuhan alga dapat dikendalikan dengan membatasi karbon, karbon dari alkalinitas dan produksi bakteri akan menyediakan sejumlah karbon yang dapat digunakan untuk pertumbuhan alga.

Alga akan berkembang hanya bila sinar matahari cukup menembus cairan. Alga tidak akan tumbuh baik bila cairan sangat keruh seperti pada unit lumpur aktif dan lagun aerasi, dimana sinar matahari tidak dapat masuk, atau bila warna cairan sangat gelap. Bila tidak ada sinar matahari, maka fotosintesis akan terhenti dan respirasi endogenes dari ganggang akan berlangsung dengan cara yang sama seperti bakteri. Dengan demikian alga memberikan tambahan kebutuhan oksigen pada unit yang digunakan. Jenis alga yang paling penting dalam air dan penanganan air limbah adalah alga biru-hijau dan alga hijau. (Pradana, et al., 2018);

2.7. Green Engineering

Green engineering merupakan pengembangan dan komersialisai proses industri yang layak secara ekonomi dan mengurangi resiko terhadap kesehatan manusia dan lingkungan. Prinsip-prinsip ini pertama kali dijelaskan pada tahun 2003 di American chemical society jurnal environmental science & technology (2003, 37, 94 A) oleh paul T. Anastas dan Julie B. Zimmerman, menambahkan prospektif rekayasa untuk konsep green engineering.

Beberapa hal yang sering dibahas di *Green Engineering* adalah bagaimana menjaga dan mengelola sumber daya dan membuat rancangan yang bisa fleksible dengan *climate change*, pemanfaatan, dan Global warning yang terjadi sekarang, jadi bisa diterapkan baik berupa sistem, produk, maupun energi.

Global warming merupakan perubahan iklim yang mengacu pada perubahan suhu dan pola cuaca dalam jangka panjang yang diakibatkan oleh pencemaran lingkungan, pembakaran bahan bakar fosil (seperti batu bara, Minyak, dan pencemaran limbah) yang bersifat mencemari lingkungan dan merusak ekosistem.

Sejauh ini, implementasi dari *Green Engineering* sering diharapkan bisa menciptakan suatu metode yang mampu menarik masyarakat umum untuk bisa mengenal lebih dalam bagaimana perkembangan dari metode tersebut serta mampu menciptakan suatu pola yang berkualitas dan bermanfaat.

Green Engineering memiliki beberapa tahapan yang umum diterapkan, yaitu

1. Survei lapangan

Tahapan awal yang sangat penting dalam merencanakan suatu kegiatan perencanaan penelitian dimana dalam survei lokasi tersebut kita dapat mengetahui

letak keadaan lingkungan tersebut sehingga perencanaan dapat semaksimal mungkin untuk dapat merencanakan hal apa yang akan diteliti.

2. Identifikasi masalah dan penyebabnya.

Identifikasi masalah dilakukan studi lapangan (*walk trough survey*) sedangkan identifikasi penyebabnya melakukan survei lapangan dan wawancara langsung dengan pemilik pabrik.

3. Menentukan tujuan dan target

Identifikasi masalah dan penyebab timbulnya waste, selanjutnya dapat ditentukan tujuan dan target penelitian yang ingin dicapai yaitu meminimalisir waste dan menurunkan pencemaran lingkungan pabrik dengan metode *green engineering*.

4. Menyusun alternatif solusi

Pada tahap ini dikembangkan beberapa alternatif solusi untuk menyelesaikan permasalahan yang ada, tujuannya untuk mengoptimalkan penggunaan input (material, tenaga kerja, energi). Pada tahap ini alternatif ini yang dibuat harus memiliki aspek ramah lingkungan, meminimalisir timbulnya *waste* selama produksi serta dapat mengurangi pencemaran lingkungan.

5. Memilih alternatif solusi

Analisis alternatif solusi yang akan diterapkan dengan memikirkan beberapa pertimbangan yang akan terjadi jika alternatif solusi tersebut diimplementasikan ke pabrik tersebut, alternatif tersebut harus memiliki aspek ramah lingkungan dan bersifat menurunkan pencemaran lingkungan.

6. Menerapkan implementasi

Setelah didapatkan alternatif solusi perbaikan yang memiliki kontribusi terbesar terhadap penurunan pencemaran lingkungan (pengurangan *waste*) selanjutnya dilakukan penerapan implementasi dan alternatif solusi yang sudah terpilih.

Pada tahapan ini dilakukan perencanaan tindakan yang akan dilakukan selama penelitian, serta mengidentifikasi sumber daya yang diperlukan (digunakan).

7. Melakukan Pemantauan

Pengamatan yang terjadi setelah alternatif solusi diimplementasikan.

Pada tahap ini peneliti memantau perubahan yang terjadi setelah alternatif solusi diimplementasikan (Kusumawanto, & Astuti., 2018)

2.7.1. Prinsip Green Engineering

Green engineering sendiri memiliki beberapa prinsip yang sering diterapkan oleh masyarakat, yaitu:

1. *Inherent Rather than Circumstantial*

Desainer perlu berusaha untuk memastikan bahwa semua bahan dan input energi dan output adalah sebagai bahan tidak berbahaya sebisa mungkin.

2. *Prevention instead of Treatment*

Lebih baik untuk mencegah limbah daripada mengobati atau membersihkan sampah setelah terbentuk

3. *Design of separation*

Operasi pemisahan dan pemurnian harus dirancang untuk meminimalkan konsumsi energi dan penggunaan bahan.

4. *Maximize efficiency*

Produk, proses, dan sistem harus dirancang untuk memaksimalkan massa energi, ruang, dan efisiensi waktu.

5. *Output-pulled versus Input-pushed*

Produk, proses, dan sistem harus “Output-menarik” daripada “Input-mendorong” melalui penggunaan energi dan bahan. (Sebagai contoh, reaksi dapat digerakan dengan menarik keluar produk daripada meningkatkan input seperti bahan awal tambahan atau panas dan tekanan.)

6. *Conserve Complexity*

Entropi tertanam dan kompleksitas harus dipandang sebagai suatu investasi ketika membuat pilihan desain di recycle, reuse, atau posisi yang menguntungkan. (Sebagai contoh, mungkin akan lebih ekonomis dan lingkungan bermanfaat untuk membuang produk yang sangat kompleks seperti chip computer silicon dari pada mencoba untuk mendaur ulang atau menggunakan kembali komponen material.)

7. *Durability rather than immortality*

Target, daya tahan, tidak keabadian harus menjadi tujuan desain.

8. *Meet Need, Minimize Excess*

Desain untuk kapasitas untuk kemampuan yang tidak perlu (yaitu, “Satu ukuran yang cocok untuk semua”) harus dianggap sebagai cacat desain.

9. *Minimize Material Diversity*

Keragaman bahan dalam produk multi komponen harus diminimalkan untuk mempromosikan pembongkaran dan retensi nilai.

10. *Integrate Material and Energy Flows*

Desain produk, proses, dan sistem harus mencakup integrasi dan interkoneksi dengan energi dan bahan yang tersedia arus.

11. *Design For Commercial “Afterlife”*

Produk, proses dan sistem harus dirancang untuk kinerja dalam sebuah iklan “Afterlife”

12. *Renewable Rather Than Depleting*

Materi dan energi input harus diperbaharui daripada dihabiskan. Untuk menghasilkan suatu produk yang berguna dan bermanfaat dalam jangka panjang.

(Roets, 2021)

2.7.2. Tujuan *Green Engineering*

Tujuan dari metode *Green engineering* pada penelitian ini adalah:

1. Penurunan jumlah polusi yang dihasilkan oleh konstruksi atau pengoperasian fasilitas.
2. Meminimalkan paparan polusi manusia terhadap potensi
3. Meningkatkan penggunaan materi dan energi sepanjang siklus hidup produk dan Proses.
4. Mempertahankan efisiensi dan kelangsungan ekonomi dengan menerapkan solusi pemanfaatan limbah menjadi suatu yang bernilai guna dan memiliki harga ekonomi. (Roets, 2021)

2.8. Penelitian Terdahulu

Suatu upaya peneliti untuk mencari perbandingan dan selanjutnya untuk menemukan inspirasi baru untuk peneliti selanjutnya, disamping itu kajian terdahulu membantu peneliti dapat memposisikan serta menunjukkan orsinalitas dari penelitian. Dan penelitian sejenis yang dilakukan oleh penelitian sebelumnya dapat dilihat pada Tabel 2.1 dibawah ini. Yang mana pada Tabel 2.1 berisi penelitian terdahulu yang sejenis untuk dipakai sebagai perbandingan dan refrensi bagi penulis untuk melakukan penelitian.

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

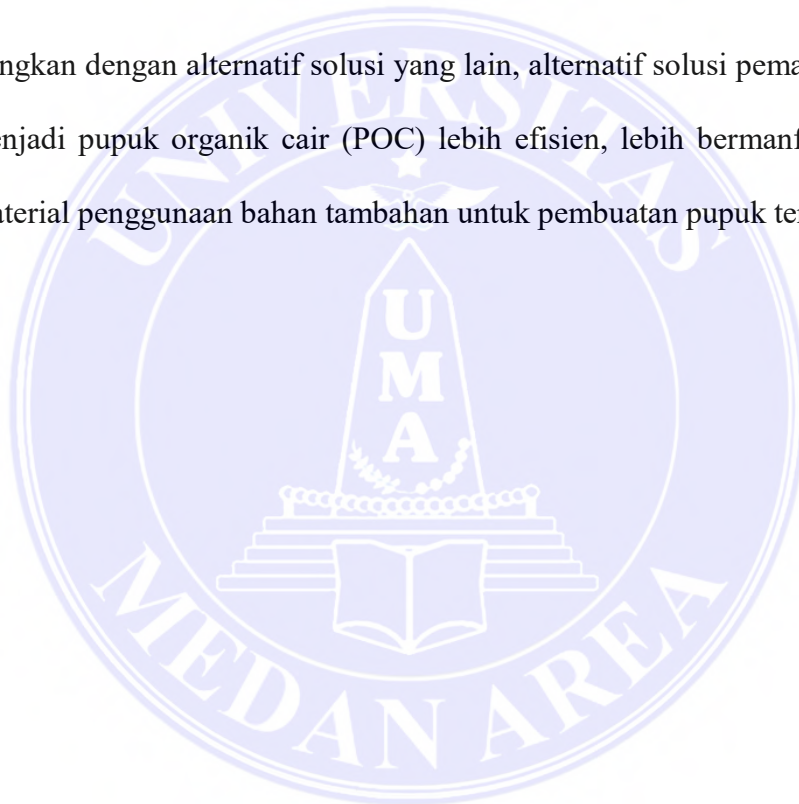
No	Penelitian	Judul	Kesimpulan
1	Broto, Wisnu, et al., (2021);	Pemanfaatan limbah cair tahu menjadi Pupuk Organik Cair di Desa Sugihmanik.	Untuk menanggulangi kendala masyarakat dalam pembuangan limbah cair tahu yang mencemari sungai desa sugihmanik, maka limbah cair tahu dimanfaatkan sebagai pupuk organic cair. Pembuatan pupuk organic dari limbah cair tahu merupakan salah satu terobosan dalam memanfaatkan limbah cair tahu sekaligus mengurangi pencemaran mata air oleh limbah tahu, agar menjadi sesuatu yang bermanfaat.
2	Sutrisno, et al.,(2019);	Fermentasi Limbah Cair Tahu Menggunakan EM4 Sebagai Alternatif Nutrisi Hidroponik dan Aplikasinya pada Sawi Hijau (<i>Brassica juncea var. Tosakan</i>)	Fermentasi Limbah cair tahu menggunakan EM4 meningkatkan unsur hara N, K, DAN C-Organik sebesar 1.16%, 1,13%; dan 5,803%, Tetapi tidak meningkatkan unsur hara P yang hanya sebesar 0,04%. Selain itu, hasil pertumbuhan sawi hijau menunjukkan nutrisi hasil fermentasi limbah cair tahu memberikan pengaruh terhadap

No	Penelitian	Judul	Kesimpulan
3.	Rachmanto, T. A., & Winata, H. S. (2010)	Pengolahan air limbah industri tahu dengan menggunakan Teknologi Plasma	<p>pertumbuhan sawi hijau tetapi tidak seoptimal pada perlakuan control (<i>AB mix</i>)</p> <p>Pengolahan limbah cair industri tahu sengan menggunakan teknologi plasma yang dilakukan secara batch dapat menurunkan kadar COD menjadi 75.29%.</p> <p>Pengolahan limbah cair industri tahu sengan menggunakan teknologi plasma yang dilakukan secara batch dapat menurunkan kadar TSS sebesar 77.27%. hal ini terjadi pada waktu reaksi 160 menit dengan menggunakan luas penampang elektroda 90 cm².</p>
4	Saenab, S., et al (2018);	Pemanfaatan Limbah Cair Industri Tahu Sebagai Pupuk Organik Cair (POC) Guna Mendukung Program Lorong Garden (Longgar) Kota Makasar.	Limbah cair tahu potensial untuk dijadikan sebagai pupuk organik cair dan juga mendukung program lorong garden pemerintah kota makasar.
5	Amalia, R. N., et al., (2022);	Potensi Limbah Cair Tahu Sebagai Pupuk Organik Cair di RT. 31 Kelurahan Lempake Kota Samarinda	Untuk Menghindari timbulnya pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan badan perairan, limbah cair tahu di pabrik X dapat diolah menjadi pupuk organik cair (POC).

Dari beberapa penelitian terdahulu yang sudah dikumpulkan pada table diatas, peneliti pada sekripsi ini memposisikan alternatif solusi yang dipilih yaitu, “Pemanfaatan limbah cair tahu menjadi Pupuk Organik Cair di Desa Sugihmanik.” dengan kesimpulan yang didapat ” Untuk menanggulangi kendala masyarakat dalam pembuangan limbah cair tahu yang mencemari sungai desa sugihmanik, maka limbah

cair tahu dimanfaatkan sebagai pupuk organik cair. Pembuatan pupuk organik dari limbah cair tahu merupakan salah satu terobosan dalam memanfaatkan limbah cair tahu sekaligus mengurangi pencemaran mata air oleh limbah tahu, agar menjadi sesuatu yang bermanfaat. Alasan peneliti memilih alternatif solusi tersebut karena sesuai dengan prinsip metode Green Engineering yang dipilih peneliti sebagai metode penyelesaian masalah pada penelitian dipabrik tahu Putri Deli.

Dibandingkan dengan alternatif solusi yang lain, alternatif solusi pemanfaatan limbah tahu menjadi pupuk organik cair (POC) lebih efisien, lebih bermanfaat, dan lebih kecil material penggunaan bahan tambahan untuk pembuatan pupuk tersebut.



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Lokasi Dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di pabrik tahu Putri Deli, Simpang Prumnas Taman Sri Deli, Lau Mulgap, Kec. Namorambe, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara 20356. Waktu penelitian ini mulai dilaksanakan pada bulan Oktober 2022.

3.2. Objek Penelitian

Objek dalam penelitian yang berlokasi pada pabrik tahu Putri Deli adalah limbah tahu yang dihasilkan sisa produksi pembuatan tahu.

3.3. Variabel Penelitian

Variabel penelitian adalah karakter, atribut atau segala sesuatu yang terbentuk, atau yang menjadi perhatian dalam sesuatu penelitian sehingga mempunyai variasi antara satu objek dengan objek lainnya dalam suatu kelompok tertentu kemudian ditarik kesimpulannya. (Riadi, 2020). Variabel yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari variabel bebas (independent variable) dan variabel terikat (dependent variabel).

3.3.1. Variabel Bebas (Independent Variabel)

Merupakan variabel yang mempengaruhi variabel terikat (dependent variabel). Pada penelitian ini yang merupakan variabel bebas adalah limbah cair

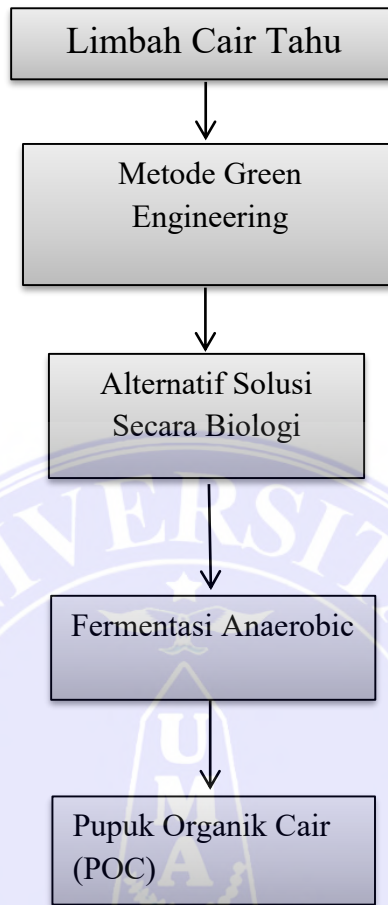
pabrik tahu Putri Deli, Variabel tersebut sudah teridentifikasi di pabrik tahu Putri Deli dan sudah diketahui pengaruhnya dilingkungan pabrik Putri Deli.

3.3.2. Variabel Terikat (Dependent Variabel)

Merupakan variabel yang dipengaruhi oleh variabel bebas (independent variabel). (Riadi, 2020) Pada penelitian ini yang menjadi variabel terikat adalah pemanfaatan limbah tahu dengan menggunakan langkah-langkah pengolahan data yang berfokus pada penerapan metode Green Engineering, diambil beberapa alternatif solusi pengolahan limbah tahu, yaitu alternatif solusi pengolahan limbah tahu secara biologi.

3.4. Kerangka Berpikir

Kerangka berpikir merupakan hubungan antara satu konsep dengan konsep yang lain dari masalah yang akan diteliti. Adapun kerangka berpikir dalam penelitian ini dapat terlihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Kerangka berpikir

Pada penelitian ini analisa awal yang dilakukan ialah mengumpulkan data-data limbah tahu seperti Jenis, dampak dan jumlah limbah tahu.

Setelah data terkumpul maka dilakukan pengolahan data dengan menggunakan Green Engineering. *Green Engineering* adalah bagaimana menjaga dan mengelola sumber daya dan membuat rancangan yang bisa fleksible dengan *climate change*, dan pemanfaatan yang terjadi sekarang, jadi bisa diterapkan baik berupa sistem, produk, maupun energi.

Adapun tujuan Green Engineering adalah

1. Penurunan jumlah polusi yang dihasilkan oleh konstruksi atau pengoperasian fasilitas.
2. Meminimalkan paparan polusi manusia terhadap potensi
3. Meningkatkan penggunaan materi dan energi sepanjang siklus hidup produk dan Proses.
4. Mempertahankan efisiensi dan kelangsungan ekonomi dengan menerapkan solusi pemanfaatan limbah menjadi suatu yang bernilai guna dan memiliki harga ekonomi. (Roeets, 2021)

Pada proses pengolahan limbah cair akan dipilih alternatif solusi yang sudah diketahui, yaitu pengolahan limbah secara, fisika, kimia, dan biologi.

Jika masing-masing alternatif proses pengolahan sudah diketahui hasil dan langkah-langkah proses pengerjaannya, maka dilakukan pemilihan alternatif proses dengan memilih alternatif yang kontribusinya Green Engineering lebih besar dari alternatif lainnya. Setelah pemilihan alternatif maka akan diterapkan alternatif solusi pengolahan limbah pada pabrik tahu Putri Deli.

3.5. Pengumpulan Data

Sumber-sumber data yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Data primer

Menurut Sugiyono (2018:456) Data primer merupakan jenis data yang dikumpulkan secara langsung dari sumber utamanya seperti melalui wawancara, survei, eksperimen dan sebagainya.

Data primer yang diperoleh dalam penelitian ini adalah:

a) Data wawancara

Data yang di dapat dari wawancara ini berupa deskripsi gambaran atau kondisi responden yang menjadi sample dalam penelitian ini.

b) Data jumlah bahan baku kedelai

Pengumpulan data jumlah bahan baku kedelai didapat dari wawancara dan obsevasi secara langsung dengan pemilik pabrik tahu Putri Deli beserta wawancara dengan beberapa karyawan yang bekerja di pabrik tersebut.

Data yang didapat adalah data berapa banyak bahan baku (kedelai) yang digunakan selama proses produksi berlangsung, biasanya terhitung dalam jumlah penggunaan sehari, seminggu dan sebulan.

c) Data proses

Data yang didapat adalah data bagaimana langkah-langkah produksi dari tahu awal sampai akhir tahu di pabrik Putri Deli.

d) Data limbah tahu

Data yang diperoleh adalah data jenis limbah tahu, jumlah limbah, dan dampak yang dihasilkan yang dihasilkan oleh pabrik Putri Deli selama proses pembuatan tahu berlangsung.

2. Data sekunder

Menurut Sugiyono (2018:456) Data skunder merupakan data yang dikumpulkan dari data yang telah ada sebelumnya. Pada awalnya, data skunder merupakan data primer yang telah dikumpulkan oleh orang lain sebelumnya, baik digunakan untuk kepentingan penelitian maupun untuk disimpan didatabasenya saja.

Data sekunder yang diperoleh dalam penelitian ini adalah:

a) Data produk yang dihasilkan

Data yang diperoleh adalah data produk apa saja yang dihasilkan oleh pabrik Putri Deli tersebut. Produk yang dihasilkan pada pabrik Putri Deli yaitu Tahu Sumedang.

b) Data penggunaan air yang digunakan

Data yang diperoleh adalah data jumlah air yang dipergunakan selama proses pembuatan tahu. Penggunaan air yang digunakan pada proses produksi tahu yaitu, ± 3000 L/hari.

3.6. Metode Pengolahan Data

Langkah-langkah dalam penerapan metode *Green Engineering* didalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Survei lapangan

Tahapan awal yang sangat penting dalam merencanakan suatu kegiatan perencanaan penelitian dimana dalam survei lokasi tersebut kita dapat mengetahui letak keadaan lingkungan tersebut sehingga perencanaan dapat semaksimal mungkin untuk dapat merencanakan hal apa yang akan diteliti.

2. Identifikasi masalah dan penyebabnya.

Identifikasi masalah dilakukan studi lapangan (*walk trough survey*) sedangkan identifikasi penyebabnya menggunakan survei lapangan dan wawancara langsung dengan pemilik pabrik.

3. Menentukan tujuan dan target

Identifikasi masalah dan penyebab timbulnya *waste*, selanjutnya dapat ditentukan tujuan dan taerget penelitian yang ingin dicapai yaitu meminimalisir *waste* dan menurunkan pencemaran lingkungan pabrik dengan metode *Green Engineering*.

4. Menyusun alternatif solusi

Pada tahap ini dikembangkan beberapa alternatif solusi untuk menyelesaikan permasalahan yang ada, tujuannya untuk mengoptimalkan penggunaan input (material, tenaga kerja, energi). Pada tahap ini alternative ini yang dibuat harus memiliki aspek ramah lingkungan, meminimalisir timbulnya *waste* selama produksi serta dapat mengurangi pencemaran lingkungan.

5. Memilih alternatif solusi

Analisis alternatif solusi yang akan di terapkan dengan memikirkan beberapa pertimbangan yang akan terjadi jika alternatif solusi tersebut diimplementasikan ke pabrik tersebut.

6. Menerapkan implementasi

Setelah didapatkan alternatif solusi perbaikan yang memiliki kontribusi terbesar terhadap penurunan pencemaran lingkungan (pengurangan *waste*) selanjutnya dilakukan penerapan implementasi dan alternatif solusi yang sudah terpilih.

Pada tahapan ini dilakukan perencanaan tindakan yang akan dilakukan selama penelitian, serta mengidentifikasi sumber daya yang diperlukan (digunakan).

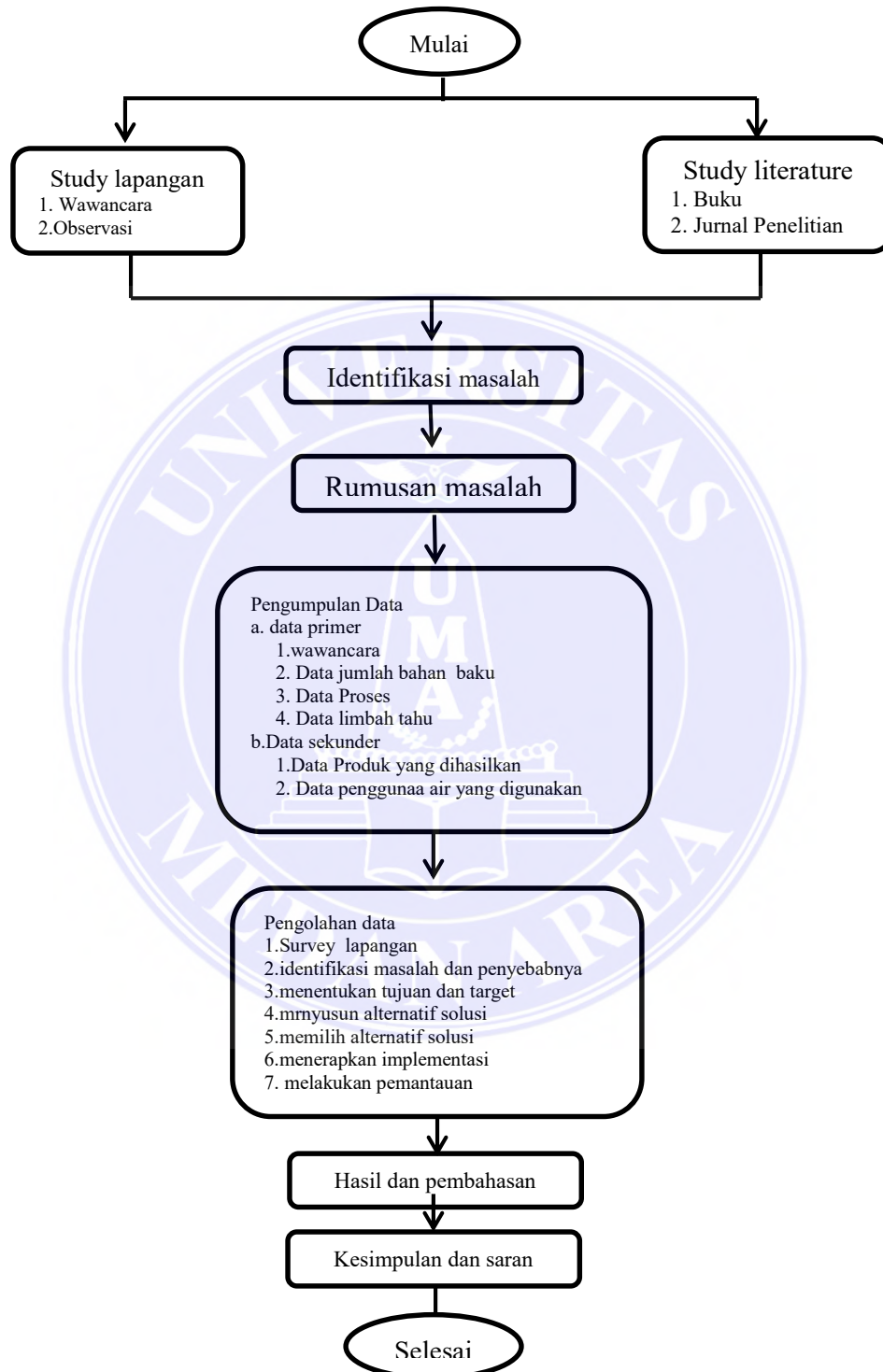
7. Melakukan pemantauan

Pengamatan yang terjadi setelah alternatif solusi diimplementasikan.

Pada tahap ini peneliti memantau perubahan yang terjadi setelah alternative solusi diimplementasikan (Kusumawanto & Astuti 2018).

3.7. Diagram Alur Penelitian

Diagram alur pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.2. berikut:



Gambar 3.2. Diagram Alur Penelitian

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan terkait Pemanfaatan limbah tahu Pabrik Tahu Putri Deli adalah sebagai berikut.

1. Alternatif pengolahan limbah cair untuk mengurangi pencemaran limbah cair tahu yang terpilih ialah, pengolahan limbah cair secara biologi.

Pengolahan limbah cair dengan cara biologi memanfaatkan mikroorganisme yang ramah lingkungan dan menggunakan bahan yang sederhana dan tidak berbahaya.

2. Dampak yang diakibatkan oleh pencemaran limbah cair di pabrik tahu Putri Deli yaitu limbah cair tahu dapat merusak lingkungan sekitar, limbah cair yang masuk ke sungai dapat membentuk pencemaran pada air yang mengandung zat-zat yang dapat membunuh organisme air serta limbah cair tahu dapat mencemari polusi udara dengan mengeluarkan bau yang tidak sedap.

3. Salah satu cara mengurangi pencemaran limbah cair tahu di pabrik Putri Deli yaitu dengan mengolahnya kembali sesuai dengan alternatif solusi yang telah di ambil peneliti untuk mengurangi pencemaran limbah cair tahu di pabrik Putri Deli.

alternatif solusi yang digunakan yaitu Pengolahan limbah menggunakan biota hidup atau mikroba untuk menguraikan zat-zat pencemaran didalam limbah cair tahu. Prosenya meliputi Fermentasi, aerobic, anaerobic, fakultatif, dan pemanfaatan dengan effective mikroorganisme 4 yang lanjutan pengolahannya dapat dimanfaatkan menjadi pupuk organik cair (POC).

5.2 Saran

1. Diharapkan hasil penelitian ini yaitu Pupuk Organik Cair (POC) dari limbah cair tahu dapat diterapkan pada pabrik tahu Putri Deli agar mengurangi limbah yang terbuang sia-sia menjadi produk bernilai jual.
2. Saran yang dapat diberikan peneliti adalah kepada masyarakat dan pemilik usaha pabrik tahu Putri Deli agar lebih memperhatikan kebersihan lingkungan sekitar dan mulai memanfaatkan limbah cair tahu yaitu salah satunya dengan mengolahnya menjadi pupuk organik cair (POC) dan mulai mengkomersilkanya.
3. Bagi peneliti selanjutnya yang mempunyai penelitian sejenis untuk menambah variabel-variabel yang lebih mewakili agar dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan didalam melakukan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Pradana, T. D., Suharno, Apriansyah. (2018). Pengolahan Limbah Cair Tahu Untuk Menurunkan Kadar TSS dan BOD. *Jurnal Vokasi Kesehatan (JVK)*. Poltekkes Kemenkes Pontianak.
- Kusumawanto, A. & Astuti, Z. B. (2018). *Arsitektur hijau dalam inovasi kota.* (U.G.M. press, Ed). Gadjah Mada University Press.
- Roeets, A. (2021). Top 5 Green Engineering Trends. *Green Engineering Trends In General*. <https://www.eit.edu.au/top-5-Green-Enginerring-Trends>.
- Afdillah, Hasibuan, S. O., Fitrah, H., Ritonga, J., Simbolon, N. A., Daulay, R. A., (2023). Sosialisasi Proses Pembuatan Tahu yang Sehat untuk Masyarakat di Pasar 4 Medan Marelan. *Journal of Islamic Education*. Vol. 3 No. 1 Hal. 240-251.
- Broto, Wisnu, Fahmi A., Edi S., Isti P., Elsa V. S., M. Azis S (2021) Pemanfaatan Limbah Cair Tahu menjadi pupuk Organik cair di Desa Sugihmanik. *Inisiatif: Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, 1(1), 60-62.
- Marian, E., & Sumiyati T. (2019). Pemanfaatan Limbah Cair Tahu Sebagai Puspuk Organik Cair pada Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Sawi Putih (*Brasica pekinensis*). *Agritrop*, 17(2), 135-145.
- Samsudin, W., Makmur S., Muh. Fajarudin N. (2018). Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu menjadi Pupuk Organik Cari dengan Penambahan Effektive Mikroorganisme-4 (EM-4). *Jurnal Nasional Ilmu Kesehatan (JNIK)*, 1(2), 1-14.
- Pambudi, Y. S., Cicik S., Gabriella G. (2021). Analisa Karakteristik Air Limbah Industri Tahu dan Alternatif Proses Pengolahannya Berdasarkan Prinsip-prinsip Teknologi Tepat Guna. *Syntax Literate Jurnal Ilmiah Indonesia*, 6(8), 4180-4192.
- Farhan, D., & Wijaya, Y. R. P. (2021). Pemanfaatan Limbah Cair Tahu sebagai Pupuk Organik Cair untuk Berbagai Tanaman di Kampung Lengkong, Kota Langsa. *Prosiding Seminar Hasil Peningkatan Mutu Pendidikan*, 2(1), 83-87.
- Sulistyawati, & Fitriyani. (2021). Limbah Cair Industri Tahu dan Dampaknya Terhadap Kualitas Air dan Biota Perairan. *Jurnal Pertanian Terpadu*, 9(1), 53-65.

- Sutrisno, A., Ratnasari, E., Fitrihidajati, H., (2019). Fermentasi Limbah Cair Tahu Menggunakan EM4 Sebagai Alternatif Nutrisi Hidoponik dan Aplikasinya pada Sawi Hijau (*Brassica Juncea* va. Tosakan). Jurusan Biologi, Fakultas matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya.
- Pujianto, Tutut & Supriharini, Cucuk. (2023). Pengaruh Penambahan Daun Kelor Terhadap Kajian Zat Besi Dan Day Terima Ekado Tahu. Seminar Publikasi Ilmiah Kesehatan Nasional 2 (1), 552-562.
- Ginting, Yrama Widya. (2021). Sistem Pengelolaan Lingkungan Industri. Jurnal Industri. Ms. Penerbit Bandung.
- American chemical society jurnal environmental science & technology (2003, 37, 94 A) oleh paul T. Anastas dan Julie B. Zimmerman
- Riadi, Muchlisin. (2020). Pengertian dan jenis-jenis variable penelitian <https://www.kajianpustaka.com/2020/09/pengertian-dan-jenis-variable-penelitian.html>.
- Febriyanti, R., Nugroho, M. R. S., Nugroho, S., (2020). Diversifikasi dan optimalisasi Pemanfaatan Limbah Tahu Desa Sumbermulyo Kabupaten Jombang. Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan 6 (1), 393-400, Selaparang.
- Rachmanto, T. A., & Winata, H. S. (2010). Pengolahan Air Limbah Industri Dengan Menggunakan Teknologi Plasma. Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan Vol. 2 (2). Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
- Maharani, T.D., (2017) Proses Pembuatan Tahu di U.D Sumber Jaya Kenjeran-Surabaya. Laporan Praktek Kerja Industri Pengolahan Pangan.Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.
- Saenab, S., Muhdar, M. A. I. A., Rohman, F., Arifin, A. N. (2018). Pemanfaatan Limbah Cair Industri Sebagai Pupuk Organik Cair (POC) Guna Mendukung Program Lorong Garden (Longgar) Kota Makasar. Prosiding Seminar Nasional Megabiodiversitas Indonesia. Jl. Daeng Tata Raya. Kampus FMIPA, Parangtambung.
- Amalia, R. N., Devy, S. D., Kurniawan, A. S., Hasanah, N., Salsabila, E. D., Ratnawati, D. A. A., Fadil, F. M., Syarif, N. A., Aturdin, G. A. (2022). Potensi Limbah Car Tahu sebagai pupuk Organik Cair di RT. 31 Kelurahan Lemopake Kota Samarinda. Jurnal Pengabdian Masyarakat Universitas Mulawarman. Vol. 1, No. 1, Hal. 36-41.

Mardhiana, Aditya M., Heirin Simon, Fatiatul Hasanah. (2021). Pengaruh Pupuk Limbah Cair Tahu Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Jagung (*Zea mays L.*) J-PEN Borneo: Jurnal Ilmu Pertanian, 4(2), 1-6.



Lampiran


Lampiran 1 Pupuk organic cair hasil dari fermentasi limbah cair tahudengan menggunakan EM4



Lampiran 2 Tempat pengujian hasil pupuk Organik cair (POC)



Lampiran 3 Hasil Uji Lab Pada Pupuk organic cair (POC)



Laboratorium Tanah, Tanaman, Pupuk, Air

BADAN STANDARDISASI INSTRUMEN PERTANIAN
Laboratorium Penguji Balai Penerapan Standar Instrumen Pertanian Sumatera Utara

JALAN JENDERAL BESAR ABDUL HARIS NASUTION NO. 1 B MEDAN 20143
Telp: (061) 7870710 Fax: (061) 7861020 Website: sumut.baiip.pertanian.go.id E-mail: baiip.sumut@pertanian.go.id


Melayani analisis contoh tanah, daun, pupuk organik, air, dan rekayasa pupuk

HASIL ANALISIS CONTOH PUPUK

NAMA : Juan Febrianta G
 ALAMAT : Dusun I Pintu Besi Desa Lau Rakit
 JENIS CONTOH : Pupuk Organik Cair
 JUMLAH CONTOH : 1 (Satu) Contoh
 KEMASAN : Botol Plastik
 TANGGAL TERIMA : 09 Agustus 2023
 TANGGAL ANALISIS : 16 Agustus – 04 September 2023
 NOMOR ORDER : 55/P/VIII/2023

No	Jenis Analisis	Nilai	Metode Uji
1	C-organik (%)	1.60	Spectrofotometri
2	N-total (%)	0.04	IK 0.3. 14.0 (Kjeldahl)
3	P ₂ O ₅ (%)	0.12	IK 0.3. 15.0 (Spectrofotometri)
4	K ₂ O (%)	0.13	IK 0.3. 16.0 (AAS)
5	pH	3.30	IK 0.3. 12.0 (Elektrometri)
6	Fe (ppm)	37	IK 0.3. 16.0 (AAS)

Medan, 06 September 2023
 Koordinator Laboratorium



Rini Rizki Charriyah, SP
 NIP. 9910776201803 2 001

F.7.8.3 Data hasil uji hanya berlaku untuk contoh yang diterima, kemplain hasil uji berlaku satu minggu sejak laporan ini dikeluarkan. Dilarang keras mengubah data, mengutip, memperbanyak atau mempublikasikan sebagian dari sertifikat ini tanpa izin tertulis dari Laboratorium Penguji Balai Penerapan Standar Instrumen Pertanian Sumatera Utara, kecuali secara keseluruhan.

