



**SKEMA PENGEMBANGAN BIOTEKNOLOGI PADA SISTEM
PENGOLAHAN LIMBAH PANGAN DI BOGOR**

SKRIPSI

**Grace Evelyn
41620120027**

**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**

**PROGRAM STUDI
TEKNIK INDUSTRI FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2025**



**SKEMA PENGEMBANGAN BIOTEKNOLOGI PADA SISTEM
PENGOLAHAN LIMBAH PANGAN DI BOGOR**

SKRIPSI

Diajukan sebagian salah satu syarat untuk memperoleh Gelar Sarjana Strata Satu (S1)

Grace Evelyn
41620120027

**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**

**PROGRAM STUDI
TEKNIK INDUSTRI FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2025**

HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Grace Evelyn

NIM : 41620120027

Program Studi : Teknik Industri

Judul Laporan Skripsi : Skema Pengembangan Bioteknologi pada Sistem Pengolahan Limbah Pangan di Bogor

Menyatakan bahwa Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan bukan plagiat, serta semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar. Apabila ternyata ditemukan di dalam Laporan Skripsi saya terdapat unsur plagiat, maka saya siap mendapatkan sanksi akademis yang berlaku di Universitas Mercu Buana.

Jakarta, 17 Juli 2025



Grace Evelyn

U N I V E R S I T A S
MERCU BUANA

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Grace Evelyn

NIM : 41620120027

Program Studi : Teknik Industri

Judul Laporan Skripsi: Skema Pengembangan Bioteknologi pada Sistem
Pengolahan Limbah Pangan di Bogor

Telah berhasil dipertahankan pada sidang di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata 1 pada Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik.

Disahkan oleh:

Pembimbing : Dr. Sumarsono, Eng., S.T., M.T., OCP.

NIDN

:

0302068703

Ketua Penguji : Ir. Silvi Ariyanti, S.T., M.Sc.

NIDN

:

013007201

Penguji I : Meike Elsyé Beatrix, S.T., M.T.

NIDN

:

0302056704

Jakarta, 17 Juli 2025

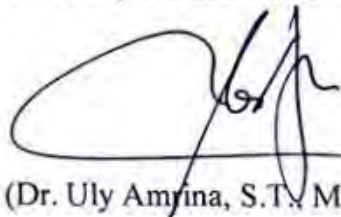
Mengetahui,

Dekan Fakultas

Ketua Program Studi Teknik Industri



(Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.)



(Dr. Uly Amfina, S.T., M.M.)

KATA PENGANTAR

Dengan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas kasih karunia dan berkat-Nya tim penulis dapat menyelesaikan proposal skripsi ini tepat waktu. Adapun judul dari proposal penelitian ini adalah “Skema Pengembangan Bioteknologi pada Sistem Pengolahan Limbah Industri Pangan di Bogor”. Penulisan proposal penelitian ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat menyelesaikan tugas akhir skripsi Strata satu (S1) Teknik Industri di Universitas Mercu Buana. Dengan segala keterbatasan dan kekurangan yang dimiliki, akhirnya tim penulis dapat menyelesaikan proposal ini.

Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Andi Adriansyah, M. Eng. selaku Rektor Universitas Mercu Buana;
2. Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik;
3. Dr. Uly Amrina, S.T., M.M. selaku Ketua Program Studi Teknik Industri,
4. Dr. Sumarsono, Eng., S.T., M.T., OCP. selaku Dosen Pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini;
5. Adizty, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji Tugas Akhir atas koreksi dan arahan serta masukannya;
6. Papa dan mama selaku Orang Tua yang turut mendukung sepenuh hati penulis;
7. Para responden yang turut membantu dalam melengkapi pengumpulan data kuesioner;
8. Teman-teman yang tidak bisa disebutkan satu persatu namanya di S1 Teknik Industri Universitas Mercu Buana yang telah memberi semangat;
9. Teman-teman penulis yang tidak bisa disebutkan satu persatu namanya di Sekolah Pascasarjana IPB University yang selalu menjadi teman diskusi ilmiah dan curhat di saat suka maupun duka.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Jakarta, 8 Juni 2025

Grace Evelyn

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS
AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Mercu Buana, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Grace Evelyn

NIM : 41620120027

Program Studi : Teknik Industri

Judul Laporan Skripsi : Skema Pengembangan Bioteknologi pada Sistem
Pengolahan Limbah Pangan di Bogor

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, dengan ini memberikan izin dan menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Mercu Buana **Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul di atas beserta perangkat yang ada (jika diperlukan).

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Universitas Mercu Buana berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Laporan Magang/Skripsi/Tesis/Disertasi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 21 Juli 2025

Yang menyatakan,


The image shows a handwritten signature in black ink over a yellow revenue stamp. The stamp is a 1000 Rupiah stamp with the text 'METERAI TEMPEL' and the serial number '375AAALX324745875'.

(Grace Evelyn)

ABSTRAK

Nama : Grace Evelyn
NIM : 41620120027
Program Studi : Teknik Industri
Judul Laporan Skripsi : Skema Pengembangan Bioteknologi pada Sistem Pengolahan Limbah Pangan di Bogor
Pembimbing : Dr. Sumarsono, Eng., S.T., M.T., OCP.

Permasalahan limbah pangan dan pencemaran lingkungan akibat aktivitas industri agrikultur menjadi tantangan besar dalam menjaga keseimbangan ekosistem dan keberlanjutan ketahanan pangan. Indonesia sebagai negara agraris memiliki potensi besar dalam pengelolaan limbah industri pangan yang belum termanfaatkan secara optimal. Sistem pengolahan limbah pangan berbasis bioteknologi dengan integrasi *Internet of Things* (IoT) menjadi solusi inovatif dalam meningkatkan efisiensi manajemen limbah dan mengurangi dampak pencemaran lingkungan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan konsep bioindustri berbasis IoT yang diterapkan dalam pengolahan limbah industri pangan di Bogor. Metode penelitian yang digunakan adalah pendekatan kuantitatif dengan analisis *Life Cycle Assessment* (LCA) guna mengidentifikasi parameter lingkungan dan efektivitas sistem bioteknologi dalam pengolahan limbah pangan. Sistem ini akan menggunakan teknologi sensor IoT untuk memonitor parameter penting seperti pH, unsur hara, dan kadar air dalam proses fermentasi limbah menjadi pupuk bokashi dan pakan ternak. Selain itu, penelitian ini juga akan mengevaluasi efisiensi konektivitas IoT dalam pengolahan limbah pangan secara otomatis dan terintegrasi.

Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap implementasi teknologi hijau dalam industri pangan serta meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya melalui pendekatan ekonomi sirkular. Dengan demikian, pengembangan sistem ini dapat menjadi model yang aplikatif bagi industri pangan di Indonesia dalam mendukung keberlanjutan lingkungan dan ekonomi agrikultur.

Kata kunci: Bioteknologi, *Internet of Things*, Pengolahan Limbah Pangan, Ekonomi Sirkular, *Life Cycle Assessment*

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

ABSTRACT

Name : Grace Evelyn
NIM : 41620120027
Study Program : Teknik Industri
Title Thesis : Developing Biotechnology Scheme in Food Waste Management System in Bogor
Counsellor : Dr. Sumarsono, Eng., S.T., M.T., OCP.

The problem of food waste and environmental pollution now days is a major challenge in maintaining ecosystem balance and sustainable food security. Indonesia as an agricultural country has great potential in managing food industry waste that has not been optimally utilized. A biotechnology-based food waste processing system with the integration of the Internet of Things (IoT) is an innovative solution in increasing the efficiency of waste management and reducing the impact of environmental pollution.

This research aims to develop an IoT-based bioindustry concept applied in the processing of food industry waste in Bogor. The research method used is a quantitative approach with Life Cycle Assessment (LCA) analysis to identify environmental parameters and the effectiveness of the biotechnology system in processing food waste. This system will use IoT sensor technology to monitor important parameters such as pH, nutrients, and water content in the fermentation process of waste into bokashi fertilizer and animal feed. In addition, this study will also evaluate the efficiency of IoT connectivity in processing food waste automatically and integratedly.

The results of the study are expected to contribute to the implementation of green technology in the food industry and increase the efficiency of resource use through a circular economy approach. Thus, the development of this system can be an applicable model for the food industry in Indonesia in supporting environmental sustainability and agricultural economy.

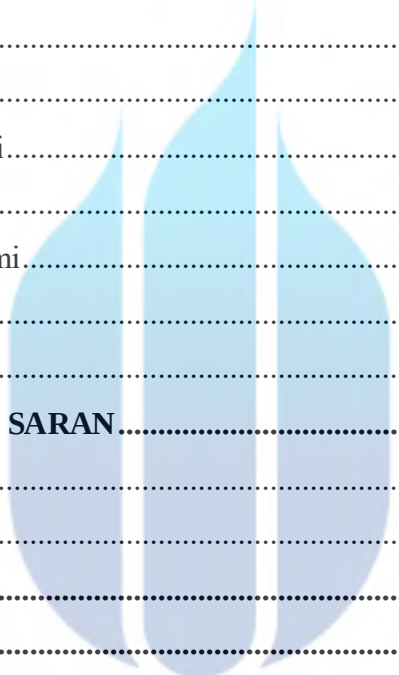
Keywords: Biotechnology, Internet of Things, Food Waste Management, Circular Economy, Life Cycle Assessment

U N I V E R S I T A S
M E R C U B U A N A

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Tujuan Penelitian.....	6
1.4 Manfaat.....	7
1.5 Batasan Penelitian	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Konsep dan Teori.....	8
2.1.1 Sistem Bioteknologi pada Limbah Pangan dan Agroindustri	8
2.1.2 Otomatisasi dan Kendali Jarak Jauh berbasis <i>Internet of Things</i> (IoT).....	9
2.1.3 <i>Life Cycle Assessment</i> (LCA) dan 4R (<i>Reduce, Replace, Reuse, and Recycle</i>)	11
2.2 Penelitian Terdahulu	13
2.2.1 <i>State Of The Art</i> (SOTA).....	22
2.3 Kerangka Pemikiran	25
BAB III METODE PENELITIAN	26
3.1 Jenis Penelitian	26
3.2 Jenis Data dan Informasi.....	26
3.3 Metode Pengumpulan Data.....	27
3.3.1 Bioteknologi untuk Sistem Pengelolaan Limbah Pangan Bersih dan	

Berkelanju.....	27
3.4 Metode Pengolahan dan Analisis Data	27
3.4.1 Multidimensional Scaling (MDS) Rapfish untuk Skema Pengelolaan Limbah Pangan Berkelanjutan.....	27
3.4.2 Metode Perancangan Sistem 4R (Reduce, Replace, Reuse, and Recycle).....	28
3.4.3 Pertanyaan Wawancara kepada Narasumber Ahli.....	29
3.5 Langkah-Langkah Penelitian.....	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	31
4.1 Pengumpulan Data.....	31
4.2 Pengolahan Data.....	32
4.2.1 Aspek Ekologi.....	33
4.2.2 Aspek Sosial.....	35
4.2.3 Aspek Ekonomi.....	38
4.3 Hasil	40
4.4 Pembahasan.....	43
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	46
5.1 Kesimpulan.....	46
5.2 Saran.....	46
DAFTAR PUSTAKA.....	48
LAMPIRAN.....	51



 UNIVERSITAS
 MERCU BUANA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Diagram pareto jumlah limbah pangan rumah tangga di Jawa Barat Tahun 2020-2024	2
Gambar 1.2 Diagram pareto tren upaya pengurangan limbah pangan rumah tangga di Kota Bogor tahun 2020-2024	3
Gambar 1.3 Diagram pareto pertumbuhan upaya pengurangan limbah pangan rumah tangga di Kota Bogor tahun 2020-2024	3
Gambar 1.4 Diagram pareto tren total limbah pangan rumah tangga di Kota Bogor tahun 2020-2024	3
Gambar 1.5 Diagram pareto pertumbuhan total limbah pangan rumah tangga di Kota Bogor tahun 2020-2024	4
Gambar 1.6. Jumlah 4 warung bakso di Kelurahan Sindangbarang Indah, Bogor Barat	4
Gambar 2.1 Kerangka Pemikiran	25
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian Pengembangan Sistem Manajemen Limbah Pangan	30
Gambar 4.1 Kajian Nilai Ekologi dengan Rapfish Limbah Pangan Warung Makan 2025	33
Gambar 4.2 Hasil Kajian Triangular Monte Carlo Ekologi Limbah Pangan Warung Makan 2025	34
Gambar 4.3 Hasil Kajian Uniform Monte Carlo Ekologi Limbah Pangan Warung Makan 2025	34
Gambar 4.4 Leverage Data Aspek Ekologi Limbah Pangan Warung Makan 2025	35
Gambar 4.5 Kajian Nilai Sosial dengan Rapfish Limbah Pangan Warung Makan 2025	36
Gambar 4.6 Hasil Kajian Triangular Monte Carlo Sosial Limbah Pangan Warung Makan 2025	36
Gambar 4.7 Hasil Kajian Uniform Monte Carlo Sosial Limbah Pangan Warung Makan 2025	37
Gambar 4.8 Leverage Data Aspek Sosial Limbah Pangan Warung Makan 2025.....	37
Gambar 4.9 Kajian Nilai Ekonomi dengan Rapfish Limbah Pangan Warung Makan 2025	38
Gambar 4.10 Hasil Kajian Triangular Monte Carlo Ekonomi Limbah Pangan Warung Makan 2025	39

Gambar 4.11 Hasil Kajian Uniform Monte Carlo Ekonomi Limbah Pangan Warung Makan 2025	39
Gambar 4.12 Leverage Data Aspek Ekonomi Limbah Pangan Warung Makan 2025	40
Gambar 4.13 Radar Hasil Analisis Sebaran Data	41
Gambar 4.14 Segitiga Hasil Analisis Sebaran Data	41
Gambar 4.15 Diagram Skema Sistem Pengolahan Limbah Pangan Kota Bogor yang Rendah Karbon dan Berkelanjutan	43



DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Daftar metode penanganan limbah pangan yang telah dikembangkan di Bogor..	5
Tabel 2.1 Data Keterangan Penelitian Terdahulu	13
Tabel 4.1 Hasil Aspek Ekologi	33
Tabel 4.2 Hasil Aspek Sosial	35
Tabel 4.3 Hasil Aspek Ekonomi	38
Tabel 4.4 Hasil Kajian MDS Berkelanjutan	42



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Dokumentasi Wawancara bersama Pemilik Warung Bakso Gampang Ingat 1.....	51
Lampiran 2 Dokumentasi Wawancara bersama Pemilik Warung Bakso dan Mie H. Amir.....	52
Lampiran 3 Dokumentasi Wawancara bersama Warung Bakso Malang Cak Sis	53
Lampiran 4 Dokumentasi Wawancara bersama Warung Bakso Titoti	54
Lampiran 5 Survei Hasil Wawancara dari Responden	55
Lampiran 6 Dokumentasi Wawancara bersama Warung Bakso Malang Cak Sis	68
Lampiran 7 Dokumentasi Wawancara bersama Warung Bakso Titoti	69
Lampiran 8 Survei Hasil Wawancara dari Responden	70
Lampiran 9 Surat Keterangan Hasil <i>Similarity</i>	71
Lampiran 10 Curriculum Vitae	72

