

**ANALISIS KUALITAS BIOKONVERSI FOOD WASTE
DENGAN KOMBINASI SUBSTRAT AMPAS TAHU DAN ROTI
KADALUARSA MENGGUNAKAN LARVA BSF (*Hermetia
Illucens*) DAN ULAT JERMAN (*Zophobas Morio*)**

SKRIPSI



Oleh :

MOHAMMAD NAJMI RAFI HAKIM

NPM 21034010131

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
SURABAYA**

2025

**ANALISIS KUALITAS BIOKONVERSI FOOD WASTE
DENGAN KOMBINASI SUBSTRAT AMPAS TAHU DAN ROTI
KADALUARSA MENGGUNAKAN LARVA BSF (*Hermetia
Illucens*) DAN ULAT JERMAN (*Zophobas Morio*)**

SKRIPSI

**Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Dalam Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T)
Program Studi Teknik Lingkungan.**

Diajukan Oleh :

MOHAMMAD NAJMI RAFI HAKIM

NPM 21034010131

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
SURABAYA**

2025

LEMBAR PERSETUJUAN

**ANALISIS KUALITAS BIOKONVERSI FOOD WASTE
DENGAN KOMBINASI SUBSTRAT AMPAS TAHU DAN ROTI
KADALUARSA MENGGUNAKAN LARVA BSF (*Hermetia
Illucens*) DAN ULAT JERMAN (*Zophobas Morio*)**

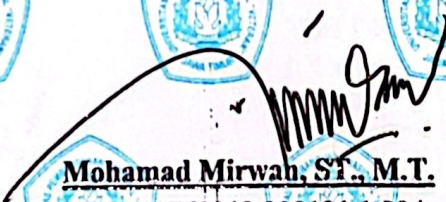
Disusun Oleh:


Mohammad Najmi Rafi Hakim
NPM. 21034010131

Telah disetujui untuk mengikuti Ujian Penelitian

Menyetujui,

Pembimbing


Mohamad Mirwah, ST., M.T.
NIP. 19760212 202121 1 004

Mengetahui,

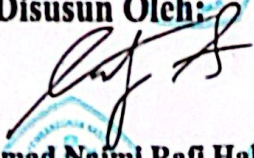
**Dekan Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur**


Prof. Dr. Dra. Jarivah, M.P.
NIP. 19650403 199103 2 001

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISIS KUALITAS BIOKONVERSI FOOD WASTE
DENGAN KOMBINASI SUBSTRAT AMPAS TAHU DAN ROTI
KADALUARSA MENGGUNAKAN LARVA BSF (*Hermetia
Illucens*) DAN ULAT JERMAN (*Zophobas Morio*)**

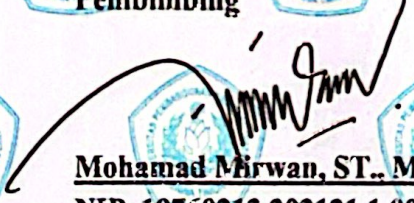
Disusun Oleh:


Mohammad Najmi Rafi Hakim
NPM. 21034010131

Telah diuji kebenaran oleh Tim Penguji dan diterbitkan pada *Journal
Serambi Engineering*
(Terakreditasi Sinta 4)

Menyetujui,

Pembimbing


Mohamad Mirwan, ST., M.T.
NIP. 19760212 202121 1 004

TIM PENGUJI

1. Ketua


Okik Hendriyanto C., ST., MT.
NIP. 19750717 202121 1 007

2. Anggota


Restu Hikmah Ayu Murti, S.ST., M.Sc
NPT. 172 1992 1124 059

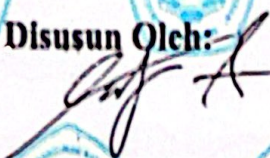
Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur


Prof. Dr. Dra. Jarayah, M.P.
NIP. 19650403 199103 2 001

LEMBAR REVISI

**ANALISIS KUALITAS BIOKONVERSI FOOD WASTE
DENGAN KOMBINASI SUBSTRAT AMPAS TAHU DAN ROTI
KADALUARSA MENGGUNAKAN LARVA BSF (*Hermetia
Illucens*) DAN ULAT JERMAN (*Zophobas Morio*)**

Disusun Oleh:


Mohammad Nalimi Rafi Hakim
NPM 21034010131

Telah direvisi dan disahkan pada tanggal 1 Desember 2025

TIM PENILAI

KETUA

ANGGOTA


Okik Hendriyanto C., S.T., M.T.
NIP. 19750717 202121 1 007


Restu Hikmah Ayu Murni, S.T., M.Sc.
NIP. 19930416 202506 2005

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Mohammad Najmi Rafi Hakim
NPM : 21034010131
Program : Sarjana(S1)/Magister (S2) / Doktor (S3)
Program Studi : Teknik Lingkungan
Fakultas : Teknik Dan Sains

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah Tugas Akhir/Skripsi/Tesis/Disertasi* ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam dokumen ini dan disebutkan secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dan saya menyatakan bahwa dokumen ilmiah ini bebas dari unsur-unsur plagiasi. Apabila dikemudian hari ditemukan indikasi plagiat pada Skripsi/Tesis/Desertasi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun juga dan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 29 November 2025

Yang Membuat Pernyataan



Mohammad Najmi Rafi Hakim
NPM. 21034010065

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat dan berkat-Nya penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul “Analisis Kualitas Biokonversi *Food Waste* Dengan Kombinasi Substrat Ampas Tahu Dan Roti Kadaluarsa Menggunakan Larva BSF (*Hermetia Illucens*) Dan Ulat Jerman (*Zophobas Morio*)” ini dengan baik. Dalam penyusunan laporan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P., selaku Dekan Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur;
2. Firra Rosariawari, S.T., M.T., selaku Koordinator Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur;
3. Mohamad Mirwan, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing yang senantiasa sabar memberikan bimbingan, masukan, dan arahan dalam setiap proses penyusunan skripsi ini;
4. Seluruh Dosen dan Staff Pengajar Program Studi Teknik Lingkungan yang telah membagikan ilmu di dalam dan di luar kelas;
5. Mama dan Ayah yang selalu mendoakan, mendukung, menyiapkan segala kebutuhan dan fasilitas penulis, serta menemani dalam setiap proses pengerjaan skripsi ini;
6. Sarah Tsabitah, terima kasih telah menjadi pendengar, pemerhati, dan pendukung saya selama mengerjakan skripsi ini. Terima kasih juga atas semua saran, masukan, dan kritik yang telah diberikan kepada saya;
7. Kepada seluruh sahabat saya yang di Gresik, selalu mendukung, menyemangati, dan membantu saya dalam menyelesaikan skripsi ini;
8. Teman-teman angkatan TL-28 yang selalu kebersamai keseluruhan proses perkuliahan bersama hingga akhir;

Akhir kata penulis menyampaikan terima kasih dan maaf akan banyaknya kekurangan dalam penyusunan laporan akhir skripsi ini. Penulis menyadari bahwa karya ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, dengan sepenuh hati

penulis membuka diri untuk kritik dan saran yang membangun demi perbaikan di masa mendatang. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan menjadi inspirasi bagi pembaca.

Surabaya, 1 Oktober 2025

Mohammad Najmi Rafi Hakim

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
ABSTRAK.....	ix
<i>ABSTRACT</i>	x
BAB 1	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Ruang Lingkup Penelitian.....	4
BAB 2	5
TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Sampah Makanan	5
2.1.1 Karakteristik Sampah Makanan	5
2.1.2 Dampak Pencemaran Sampah Makanan.....	5
2.1.3 Pengolahan Sampah Makanan	6
2.2 Ampas Tahu.....	7
2.2.1 Kandungan Nutrisi Ampas Tahu	7
2.2.2 Potensi Ampas Tahu	8
2.2.3 Pengomposan Ampas Tahu	8
2.2.4 Aplikasi dan Manfaat Ampas Tahu	9
2.2.5 Dampak Pencemaran Ampas Tahu.....	9
2.3 Roti Kadaluarsa.....	10
2.3.1 Potensi Roti Kadaluarsa	11
2.3.2 Aplikasi dan Manfaat Roti Kadaluarsa	11
2.4 <i>Black Soldier Fly (Hermetia Illucens)</i>	11
2.4.1 Daur Hidup BSF.....	12
2.4.2 Komposisi Kimia Tubuh Larva BSF	13

2.4.3	Makanan dan Media Pertumbuhan BSF	14
2.4.4	Pemanfaatan BSF	15
2.4.5	Faktor-faktor yang Mempengaruhi Perkembangan BSF	16
2.5	Ulat Jerman (<i>Zophobas morio</i>)	17
2.5.1	Daur Hidup Ulat Jerman	17
2.5.2	Komposisi Kimia Tubuh <i>Ulat Jerman</i>	19
2.5.3	Makanan dan Media Pertumbuhan Ulat Jerman	19
2.5.4	Faktor-faktor yang Mempengaruhi Perkembangan Ulat Jerman	20
2.6	Proses Biokonversi.....	21
2.6.1	<i>Waste Reduction Index</i>	22
2.6.2	<i>Efficiency of Conversion of Digestion Feed</i>	22
2.6.3	Laju Pertumbuhan Spesifik (<i>Specific Growth Rate</i>)	23
2.6.4	Kandungan Nutrisi Larva.....	23
2.6.5	Kualitas Residu Biokonversi.....	24
2.7	Penelitian Terdahulu.....	25
BAB 3		28
METODOLOGI PENELITIAN.....		28
3.1	Kerangka Penelitian	28
3.2	Bahan dan Alat	30
3.3	Cara Kerja	30
3.3.1	Biokonversi Dengan Larva BSF	30
3.3.2	Biokonversi Dengan Ulat Jerman	32
3.4	Variabel Penelitian	33
3.4.1	Variabel Kontrol.....	33
3.4.2	Variabel Bebas.....	33
3.4.3	Variabel Terikat	33
3.5	Matriks Penelitian	35
3.6	Analisis Data	38
3.7	Lokasi dan Waktu Penelitian.....	39
BAB 4		41
HASIL DAN PEMBAHASAN.....		41
4.1	Kondisi Awal Media Tumbuh	41

4.2	Kondisi Media Tumbuh Selama Penelitian.....	44
4.2.1	Pemantauan pH	44
4.2.2	Pemantauan Suhu	48
4.2.3	Pemantauan Kelembaban	52
4.3	Pertumbuhan Biomassa Agen Biokonversi.....	58
4.4	Efisiensi Biokonversi	62
4.4.1	Substrat Terkonsumsi	62
4.4.2	Indeks Reduksi Sampah (WRI).....	65
4.4.3	Efisiensi Konversi Pakan yang Dicerna (ECD)	69
4.4.4	Laju Pertumbuhan Spesifik (SGR)	72
4.5	Kandungan Nutrisi	73
4.5.1	Kadar Protein	74
4.5.2	Kadar Lemak.....	75
4.5.3	Kadar Abu	76
4.6	Kandungan Hasil Biokonversi	77
4.7	Pengaruh Jenis Larva dan Kombinasi Substrat Terhadap Nilai Substrat Terkonsumsi	83
4.8	Pengaruh Jenis Larva dan Kombinasi Substrat Terhadap Nilai WRI	86
4.9	Pengaruh Jenis Larva dan Kombinasi Substrat Terhadap Nilai SGR	88
BAB 5		91
	KESIMPULAN DAN SARAN.....	91
5.1	Kesimpulan	91
5.2	Saran.....	92
	DAFTAR PUSTAKA	93
	LAMPIRAN A	104
	HASIL PENELITIAN.....	104
	LAMPIRAN B	125
	PERHITUNGAN	125
	LAMPIRAN C	133
	DOKUMENTASI.....	133
	LAMPIRAN D.....	135
	HASIL UJI	135

DAFTAR TABEL

Tabel 2- 1. Kandungan Nutrisi Ampas Tahu	7
Tabel 2- 2. Kandungan Nutrisi Roti Kadaluaarsa.....	11
Tabel 2- 3. Komposisi Larva BSF	13
Tabel 2- 4. Spesifikasi Standar Kualitas Kompos SNI 19-7030-2004	25
Tabel 2- 5. Penelitian Terdahulu	25
Tabel 3- 1. Matriks Penelitian.....	35
Tabel 3- 2. Analisis Proksimat Beserta Metode Uji	39
Tabel 3- 3. Jadwal Pelaksanaan Penelitian	40
Tabel 4- 1. Kondisi Lingkungan Awal Media Tumbuh	41
Tabel 4- 2. Pemantauan nilai pH Media Tumbuh Larva BSF Selama 12 Hari.....	45
Tabel 4- 3. Pemantauan Nilai pH Media Tumbuh Ulat Jerman Selama 30 Hari..	47
Tabel 4- 4. Pemantauan Suhu Media Tumbuh Larva BSF Selama 12 Hari	49
Tabel 4- 5. Pemantauan Suhu Media Tumbuh Ulat Jerman Selama 30 Hari	50
Tabel 4- 6. Pemantauan Kelembaban Media Tumbuh Larva BSF Selama 12 Hari	53
Tabel 4- 7. Pemantauan Kelembaban Media Tumbuh Ulat Jerman Selama 30 Hari	55
Tabel 4- 8. Pemantauan Pertambahan Berat Larva BSF Selama 12 Hari.....	58
Tabel 4- 9. Pemantauan Pertambahan Berat Ulat Jerman Selama 30 Hari.....	60
Tabel 4- 10. Reduksi dan Residu Larva BSF dan Ulat Jerman	62
Tabel 4- 11. Waste Reduction Index	66
Tabel 4- 12. Nilai Efficiency of Conversion of Digested Food (ECD)	69
Tabel 4- 13. Nilai Specific Growth Rate (SGR).....	72
Tabel 4- 14. Kandungan Nutrisi Larva BSF dan Ulat Jerman.....	74
Tabel 4- 15. Nilai Unsur Hara Hasil Biokonversi Larva BSF dan Ulat Jerman...	77

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2- 1. Lalat BSF	12
Gambar 2- 2. Siklus Hidup dan Indikator Peforma Fasilitas Pembiakan BSF di Indonesia	13
Gambar 2- 3. Siklus Hidup Ulat Jerman.....	18
Gambar 3- 1. Kerangka Penelitian	29
Gambar 3- 2. Biopond Pembesaran Larva BSF	31
Gambar 4- 1. Grafik Pengaruh Komposisi Substrat Pada Media Perlakuan Terhadap Pemantauan pH Media Tumbuh Larva BSF	46
Gambar 4- 2. Grafik Pengaruh Komposisi Substrat Pada Tiap Media Perlakuan Terhadap pH Media Tumbuh Ulat Jerman	48
Gambar 4- 3. Grafik Pengaruh Komposisi Substrat Pada Tiap Media Perlakuan Terhadap Suhu Media Tumbuh Larva BSF	50
Gambar 4- 4. Grafik Pengaruh Komposisi Substrat Pada Tiap Media Perlakuan Terhadap Suhu Media Tumbuh Ulat Jerman.....	52
Gambar 4- 5. Grafik Pengaruh Komposisi Substrat Pada Tiap Media Perlakuan Kelembaban Media Tumbuh Larva BSF.....	54
Gambar 4- 6. Grafik Pengaruh Komposisi Substrat Pada Tiap Media Perlakuan Kelembaban Media Tumbuh Ulat Jerman.....	57
Gambar 4- 7. Grafik Pengaruh Komposisi Substrat Terhadap Pertambahan Berat Larva BSF Tiap 3 Hari Sekali	59
Gambar 4- 8. Grafik Pengaruh Komposisi Substrat Pada Tiap Media Perlakuan Terhadap Pertambahan Berat Ulat Jerman	60
Gambar 4- 9. Grafik Pengaruh Komposisi Substrat Terhadap Kadar Protein Larva BSF dan Ulat Jerman	74
Gambar 4- 10. Grafik Pengaruh Komposisi Substrat Terhadap Kadar Lemak Larva BSF dan Ulat Jerman	75
Gambar 4- 11. Grafik Pengaruh Komposisi Substrat Terhadap Kadar Abu Larva BSF dan Ulat Jerman	76
Gambar 4- 12. Grafik Nilai C-Organik.....	79
Gambar 4- 13. Grafik Kandungan Nitrogen Organik.....	80

Gambar 4- 14. Rasio C/N	81
Gambar 4- 15. Kandungan P_2O_5	82
Gambar 4- 16. Kandungan Kalium.....	83
Gambar 4- 17. Hasil Uji Statistik ANOVA Two Way Pada Pengaruh Jenis Larva dan Komposisi Substrat Terhadap Nilai Reduksi Substrat.....	85
Gambar 4- 18. Hasil Uji Statistik ANOVA Two Way Pada Pengaruh Jenis Larva dan Komposisi Substrat Terhadap Nilai WRI	87
Gambar 4- 19. Hasil Uji Statistik ANOVA Two Way Pada Pengaruh Jenis Larva dan Komposisi Substrat Terhadap Nilai SGR	89

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kualitas biokonversi sampah makanan dengan media kombinasi ampas tahu dan roti kadaluarsa menggunakan Larva BSF (*Hermetia Illucens*) dan Ulat Jerman (*Zophobas morio*). Metode penelitian menggunakan eksperimen langsung dengan variasi komposisi substrat selama 12 hari (BSF) dan 30 hari (Ulat Jerman). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi substrat berpengaruh signifikan terhadap kinerja biokonversi. Pada Larva BSF, perlakuan terbaik adalah komposisi ampas tahu 50% dan roti kadaluarsa 50% (M5), yang menghasilkan pertumbuhan biomassa tertinggi (berat 0,3 g/ekor), laju pertumbuhan spesifik (SGR) 47,53%/hari, dan efisiensi konversi pakan (ECD) 16,25%. Untuk Ulat Jerman, perlakuan terbaik adalah ampas tahu 100% (K2) dengan pertumbuhan biomassa tertinggi (berat 3,62 g/ekor) dan kadar protein larva 50,38%. Efisiensi reduksi limbah (WRI) tertinggi dicapai oleh BSF pada perlakuan ampas tahu 60% dan roti 40% (M4) sebesar 7,65. Residu biokonversi (frass) dari kedua larva memenuhi standar SNI 19-7030-2004 untuk kompos, kecuali rasio C/N, dengan frass Ulat Jerman menunjukkan kandungan unsur hara (N, P, K) yang lebih tinggi. Disimpulkan bahwa kombinasi ampas tahu dan roti kadaluarsa merupakan substrat yang efektif untuk biokonversi, dengan BSF unggul dalam reduksi limbah dan Ulat Jerman unggul dalam akumulasi biomassa berprotein tinggi. Penelitian ini merekomendasikan formulasi M5 untuk BSF dan K2 untuk Ulat Jerman dalam sistem pengelolaan sampah organik yang terintegrasi.

Kata Kunci: Biokonversi, *Black Soldier Fly* (BSF), Ulat Jerman, Ampas Tahu, Roti Kadaluarsa, Sampah Makanan, Frass

ABSTRACT

*This research aims to analyze the quality of food waste bioconversion using a combination of tofu pulp and expired bread as a substrate with BSF larvae (*Hermetia Illucens*) and Superworms (*Zophobas morio*). The research method used direct experimentation with variations in substrate composition over 12 days (BSF) and 30 days (Superworms). The results showed that the substrate combination significantly affected bioconversion performance. For BSF larvae, the best treatment was a composition of 50% tofu pulp and 50% expired bread (M5), which yielded the highest biomass growth (weight 0.3 g/individual), Specific Growth Rate (SGR) of 47.53%/day, and Efficiency of Conversion of Digested Feed (ECD) of 16.25%. For Superworms, the best treatment was 100% tofu pulp (K2) with the highest biomass growth (weight 3.62 g/individual) and larval protein content of 50.38%. The highest Waste Reduction Index (WRI) was achieved by BSF in the treatment with 60% tofu pulp and 40% bread (M4) at 7.65. The bioconversion residue (frass) from both larvae met the Indonesian National Standard (SNI) 19-7030-2004 for compost, except for the C/N ratio, with Superworm frass showing higher nutrient content (N, P, K). It is concluded that the combination of tofu pulp and expired bread is an effective substrate for bioconversion, with BSF excelling in waste reduction and Superworms excelling in high-protein biomass accumulation. This study recommends the M5 formulation for BSF and K2 for Superworms in an integrated organic waste management system.*

Keywords: *Bioconversion, Black Soldier Fly (BSF), Superworm, Tofu Pulp, Expired Bread, Food Waste, Frass.*