

SKRIPSI

**ANALISIS BIOKONVERSI LIMBAH IKAN AFKIR
OLEH LARVA *BLACK SOLDIER FLY* (BSF)
TERHADAP KUALITAS NUTRISI PAKAN DAN
EMISI GAS RUMAH KACA**



Oleh :

M. MIFTAHUL HUDA

NPM 21034010121

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
SURABAYA
2026**

SKRIPSI
ANALISIS BIOKONVERSI LIMBAH IKAN AFKIR
OLEH LARVA *BLACK SOLDIER FLY* (BSF)
TERHADAP KUALITAS NUTRISI PAKAN DAN
EMISI GAS RUMAH KACA



Oleh :

M. MIFTAHUL HUDA
NPM 21034010121

KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
SURABAYA
2026

**ANALISIS BIOKONVERSI LIMBAH IKAN AFKIR OLEH
LARVA *BLACK SOLDIER FLY* (BSF) TERHADAP KUALITAS
NUTRISI PAKAN DAN EMISI GAS RUMAH KACA**

SKRIPSI

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

Diajukan Oleh :

M. MIFTAHUL HUDA

NPM 21034010121

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
SURABAYA
2026**

LEMBAR PERSETUJUAN
ANALISIS BIOKONVERSI LIMBAH IKAN AFKIR OLEH
LARVA *BLACK SOLDIER FLY* (BSF) TERHADAP KUALITAS
NUTRISI PAKAN DAN EMISI GAS RUMAH KACA

Disusun Oleh:



M. MIFTAHUL HUDA
NPM 21034010121

Telah disetujui untuk mengikuti Ujian Penelitian

Menyetujui,

Pembimbing



Mohamad Mirwah ST., MT.
NIP. 19760212 2021211004

Mengetahui,

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



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

LEMBAR REVISI

**ANALISIS BIOKONVERSI LIMBAH IKAN AFKIR OLEH
LARVA *BLACK SOLDIER FLY* (BSF) TERHADAP KUALITAS
NUTRISI PAKAN DAN EMISI GAS RUMAH KACA**

Disusun Oleh:


M. MIFTAHUL HUDA
NPM 21034010121

Telah direvisi dan disahkan pada tanggal Juni 2026

TIM PENILAI

KETUA



Prof. Euis Nurul Hidayah, MT., PhD
NIP. 19771023 2021212004

ANGGOTA



Aussie Amalia, S.T., M.Sc.
NPT. 172 1992 1124 059

LEMBAR PENGESAHAN
ANALISIS BIOKONVERSI LIMBAH IKAN AFKIR OLEH
LARVA *BLACK SOLDIER FLY* (BSF) TERHADAP KUALITAS
NUTRISI PAKAN DAN EMISI GAS RUMAH KACA

Disusun Oleh:



M. MIFTAHUL HUDA

NPM 21034010121

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

Menyetujui,

Pembimbing

TIM PENGUJI

1. Ketua




Mohamad Mirwan ST., MT.
NIP. 19760212 2021211004



Prof. Euis Nurul Hidayah, MT., PhD
NIP. 19771023 2021212004

2. Anggota



Aussie Amalia, S.T., 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

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Analisis Biokonversi Limbah Ikan Afkir Oleh Larva *Black Soldier Fly* (BSF) Terhadap Kualitas Nutrisi Pakan Dan Emisi Gas Rumah Kaca” ini dengan baik. Penulisan Tugas Akhir ini ditulis dalam rangka menyelesaikan Program Pendidikan S1 Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur. Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penulis menyampaikan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. Dra. Jariyah, MP., selaku Dekan Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Firra Rosariawari ST., MT., selaku Koordinator Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Mohamad Mirwan ST., MT., selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingan, arahan dan saran selama proses pengerjaan proposal serta memberikan dorongan kepada penulis untuk terus mengerjakan proposal.
4. Orang Tua khususnya Alm Muhari dan Ibu serta keluarga yang selalu ikhlas memberi dorongan dan senantiasa mendoakan penulis dalam setiap doa yang dipanjatkan.
5. Teman teman seperjuangan, terutama Angkatan 21 yang selalu ada disisi penulis dalam segala keadaan susah maupun senang, berjuang bersama hingga ada pada titik ini bersama sama, yang tanpa mereka penulis mungkin tidak bisa sekuat ini dalam berjuang menyelesaikan perkuliahan hingga penulisan proposal ini.
6. Adik tingkat penulis Angkatan 22 senantiasa menemani penulis dalam perjalanan kuliah hingga akhir perkuliahan, yang sampai tidak bisa disebutkan satu persatu segala bentuk dukungannya dalam membantu segala bentuk keperluan penulis hingga penulis berada di titik ini.

Penyusunan tugas akhir ini telah diusahakan semaksimal mungkin, namun sebagaimana manusia biasa tentunya masih terdapat kesalahan. Untuk itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan.

Surabaya, Januari 2026

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
ABSTRAK	x
ABSTRACT	xi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Ruang Lingkup	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Limbah.....	5
2.1.1 Limbah Ikan Afkir.....	5
2.2 Pakan	7
2.2.1 Pakan Lele.....	8
2.3 Biokonversi	9
2.3.1 Biokonversi dengan Pemanfaatan Maggot.....	10
2.4 <i>Black Soldier Fly</i> (BSF)	11
2.4.1 Morfologi	12
2.4.2 Pemanfaatan BSF Sebagai Biokonversi Sampah Organik.....	15

2.4.3	Pemanfaatan BSF Sebagai Pakan Ternak	16
2.5	Proksimat.....	16
2.5.1	Kadar Air (<i>moisture</i>)	17
2.5.2	Abu (<i>ash</i>)	17
2.5.3	Protein Kasar (<i>crude protein</i>)	18
2.5.4	Lemak Kasar (Crude Fat / Ether Extract)	18
2.5.5	Serat Kasar (<i>crude fiber</i>).....	18
2.5.6	Karbohidrat (Nitrogen-Free Extract / NFE).....	18
2.6	Bioaktivator	19
2.6.1	Effective Microorganisms 4 (EM4).....	20
2.7	Penelitian Terdahulu.....	22
BAB 3 METODE PENELITIAN.....		27
3.1	Kerangka Penelitian	27
	Variabel Bebas.....	27
3.2	Perhitungan Jejak Karbon (Gate to Gate) Produksi Pakan.....	30
3.3	Alat & Bahan.....	32
3.3.1	Alat Pembiakan Maggot	32
3.3.2	Alat Pembiakan Lele.....	32
3.3.3	Bahan Pembiakan Maggot	32
3.3.4	Bahan Pembiakan Lele	33
3.4	Cara Kerja.....	33
3.4.1	Pembiakan Larva BSF	33
3.4.2	Pembuatan Pelet Ikan untuk Pakan Lele.....	34
3.5	Alur Penelitian.....	36
3.6	Variabel Penelitian.....	39

3.6.1	Variabel Bebas	39
3.6.2	Variabel Terikat	39
3.7	Analisa Data	39
3.8	Lokasi & Waktu Penelitian	40
3.8.1	Lokasi Pengambilan <i>Baby</i> Maggot dan Pembiakan Maggot	40
3.8.2	Lokasi Pengambilan Sampel Limbah Ikan	41
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		42
4.1	Gambaran Umum Penelitian	42
4.1.1	Lokasi dan Waktu Penelitian.....	42
4.1.2	Kondisi Lingkungan Selama Penelitian.....	42
4.2	Hasil Pembiakan Larva <i>Black Soldier Fly</i> (BSF).....	44
4.2.1	Pertumbuhan Larva BSF	44
4.2.2	Pengaruh Komposisi Limbah terhadap Kandungan Nutrisi Larva	47
4.2.3	Pembahasan Hasil Biokonversi.....	48
4.3	Hasil Pembuatan dan Pengujian Pakan Ikan Lele	50
4.3.1	Formulasi Pakan Lele Berbasis Larva BSF	50
4.3.2	Uji Kandungan Nutrisi Pakan Lele	52
4.3.3	Pembahasan Hasil Kualitas Pakan.....	54
4.4	Hasil Uji Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Ikan Lele	55
4.4.1	Laju Pertumbuhan Berat dan Panjang Ikan Lele	55
4.4.2	Tingkat Kelangsungan Hidup (<i>Survival Rate</i>).....	58
4.4.3	Pembahasan Pertumbuhan dan Kelayakan Pakan.....	59
4.5	Hasil Analisis Emisi Karbon (Jejak Karbon <i>Gate-to-gate</i>).....	60
4.5.1	Data Konsumsi Energi dan Bahan Bakar.....	60
4.5.2	Intensitas Emisi per kg Pelet.....	62

4.5.4	Pembahasan Hasil Jejak Karbon	67
4.6	Analisis Keterkaitan Antar Variabel	68
4.6.1	Hubungan antara Komposisi Limbah dan Nutrisi Larva	68
4.6.2	Hubungan antara Nutrisi Pakan dan Pertumbuhan Ikan Lele	69
4.6.3	Hubungan antara Efisiensi Biokonversi dan Jejak Karbon.....	70
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		72
5.1	Kesimpulan.....	72
5.2	Saran	73
DAFTAR PUSTAKA.....		74
LAMPIRAN.....		78
Lampiran A Hasil Analisis		78
Lampiran B Perhitungan		85
Lampiran C Dokumentasi Kegiatan.....		87
Lampiran D Hasil Uji Laboratorium.....		91

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Syarat Mutu Pakan Ikan Lele SNI 9043.4:2022	8
Tabel 2. 2 Penelitian Terdahulu	22
Tabel 3. 1 Kerangka Penelitian.....	27
Tabel 4. 1 Rata-Rata Berat dan Panjang Larva BSF Setiap Perlakuan.....	44
Tabel 4. 2 Hasil Perhitungan SGR.....	45
Tabel 4. 3 Hasil Analisis Proksimat Larva BSF Kering pada Setiap Perlakuan...	47
Tabel 4. 4 Perhitungan Reduksi Limbah	49
Tabel 4. 5 Hasil Fisik Pakan lele	52
Tabel 4. 6 Hasil Uji Kandungan Nutrisi Pakan Ikan Lele Berdasarkan Variasi Dedak-Limbah Ikan	53
Tabel 4. 7 Laju Pertumbuhan Berat dan Panjang Ikan Lele pada Setiap Variasi Pakan (V3)	56
Tabel 4. 8 Data Analisis Statistik.....	56
Tabel 4. 9 Tingkat Kelangsungan Hidup (<i>Survival Rate</i>) Ikan Lele pada Variasi Pakan Terbaik.....	58
Tabel 4. 10 Konsumsi LPG pada Proses Pengeringan.....	61
Tabel 4. 11 Intensitas Emisi per 1 kg Pelet (per variasi)	62

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Larva <i>Black Soldier Fly</i>	12
Gambar 2. 2 Morfologi Larva <i>Black Soldier Fly</i>	13
Gambar 3. 1 Reaktor Penelitian Pembiakan Maggot	34
Gambar 3. 2 Reaktor Pembiakan Ikan Lele.....	35
Gambar 3. 3 Alur Penelitian	36
Gambar 3. 4 Lokasi Pembiakan dan Pengambilan Maggot.....	41
Gambar 3. 5 Lokasi Pengambilan Sampel Limbah Ikan	41
Gambar 4. 1 Pertumbuhan Berat Larva Tiap Hari.....	45
Gambar 4. 2 Pertumbuhan Panjang Larva Tiap Hari.....	45
Gambar 4. 3 Grafik <i>Specific Growth Rate</i> (SGR)	46
Gambar 4. 4 Grafik % Kontribusi LPG & Listrik	63
Gambar 4. 5 Neraca Massa Emisi Jejak <i>Carbon</i>	63
Gambar 4. 6 Grafik Analisis Statistik Regresi Linear Kontribusi Listrik Terhadap Variasi.....	64
Gambar 4. 7 Grafik Analisis Statistik Regresi Linear Kontribusi LPG Terhadap Variasi.....	66

ABSTRAK

Limbah ikan afkir yang tidak terkelola berpotensi mencemari lingkungan, sementara budidaya ikan lele menghadapi kendala tingginya harga pakan komersial. Penelitian ini bertujuan menganalisis potensi larva *Black Soldier Fly* (BSF) dalam biokonversi limbah ikan afkir serta peningkatan kualitas nutrisi substrat sebagai bahan pakan alternatif ikan lele. Eksperimen dilakukan dengan empat variasi komposisi media campuran dedak dan limbah ikan afkir, dilanjutkan formulasi tiga jenis pakan berbasis tepung maggot yang diujikan pada ikan lele selama 10 hari, serta analisis jejak karbon pendekatan *gate-to-gate*. Hasil menunjukkan peningkatan proporsi limbah ikan meningkatkan kandungan protein dan lemak larva, dengan perlakuan terbaik (V4) menghasilkan protein kasar 11,31% dan lemak kasar 9,87%. Formulasi pakan dengan tepung maggot tertinggi (V3) menghasilkan protein kasar 17,93% dan lemak kasar 14,43%, mendekati standar SNI, serta menghasilkan pertambahan bobot ikan 22,7% dan kelangsungan hidup 100%. Jejak karbon didominasi konsumsi LPG pada proses pengeringan (97–98%) dengan intensitas emisi berkisar antara 1,2888 hingga 1,6018 kg CO₂e per kg pakan. Penelitian ini menyimpulkan bahwa larva BSF efektif mengonversi limbah ikan afkir menjadi biomassa bernutrisi tinggi yang potensial sebagai pakan alternatif ikan lele, namun optimalisasi efisiensi energi pada proses pengeringan diperlukan untuk menekan jejak karbon demi mendukung keberlanjutan sistem produksi.

Kata Kunci: *Black Soldier Fly*, Biokonversi, Limbah ikan afkir, Pakan alternatif, Ikan lele, Jejak karbon.

ABSTRACT

Untreated fish waste has the potential to cause environmental pollution, while catfish aquaculture faces the challenge of high commercial feed costs. This study aims to analyze the potential of Black Soldier Fly (BSF) larvae in the bioconversion of discarded fish waste and the improvement of substrate nutritional quality as an alternative feed ingredient for catfish. The experiment was conducted using four variations of media composition consisting of rice bran and discarded fish waste, followed by the formulation of three types of feed based on BSF larvae meal, which were tested on catfish for 10 days, along with a gate-to-gate carbon footprint analysis. The results showed that an increasing proportion of fish waste improved the protein and lipid content of the larvae, with the best treatment (V4) yielding 11.31% crude protein and 9.87% crude lipid. The feed formulation with the highest proportion of BSF larvae meal (V3) produced 17.93% crude protein and 14.43% crude lipid, approaching the Indonesian National Standard (SNI) requirements, and resulted in 22.7% weight gain and 100% Survival Rate of catfish. The carbon footprint was dominated by LPG consumption during the drying process (97–98%), with emission intensities ranging from 1.2888 to 1.6018 kg CO₂e per kg of feed. This study concludes that BSF larvae are effective in converting discarded fish waste into high-nutrient biomass with potential as an alternative feed for catfish; however, optimization of energy efficiency in the drying process is necessary to reduce the carbon footprint and support sustainable production systems.

Keywords: *Black Soldier Fly, Bioconversion, Discarded fish waste, Alternative feed, Catfish, Carbon footprint.*