

PENGELOLAAN LIMBAH PANGAN MELALUI BIOKONVERSI MENGUNAKAN LARVA *BLACK SOLDIER FLY* UNTUK PAKAN IKAN KOI YANG RAMAH LINGKUNGAN

IMMA NUR IZZATI ADZKIA



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL DAN LINGKUNGAN
SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Pengelolaan Limbah Pangan Melalui Biokonversi Menggunakan Larva *Black Soldier Fly* untuk Pakan Ikan Koi yang Ramah Lingkungan” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir tesis ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, September 2024

Imma Nur Izzati Adzkia
F4501231016

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

RINGKASAN

IMMA NUR IZZATI ADZKIA. Pengelolaan Limbah Pangan Melalui Biokonversi Menggunakan Larva *Black Soldier Fly* untuk Pakan Ikan Koi yang Ramah Lingkungan. Dibimbing oleh ARIEF SABDO YUWONO, YUNI PUJI HASTUTI, dan MELTA RINI FAHMI.

Timbulan limbah padat di Indonesia di tahun 2022 mencapai 36,1 ton dan diprediksi mengalami peningkatan 2-4%/tahun. Berdasarkan sumbernya, sektor rumah tangga merupakan penghasil limbah padat terbesar sebanyak 38,3% sedangkan pasar menempati urutan kedua dengan menghasilkan 26,7%. Limbah organik berupa limbah pangan (*food waste*) merupakan fraksi yang paling dominan yaitu 40,5% dari total limbah padat yang dihasilkan. Limbah kulit buah naga merupakan salah satu jenis limbah sisa makanan yang jumlahnya cukup melimpah, terutama di daerah-daerah yang memiliki produksi buah naga tinggi. Produksi buah naga di Indonesia menurut Badan Pusat Statistik (BPS) pada tahun 2023 mencapai 367 ribu ton. Tingginya nilai tersebut akan berkorelasi positif dengan banyaknya limbah kulit buah yang dihasilkan. Banyaknya jumlah limbah pangan yang diangkut ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA) mencapai 60-70% dapat menimbulkan berbagai permasalahan seperti pencemaran, gangguan bau, dan media perkembangbiakan patogen. Alternatif cara yang dapat dilakukan untuk mereduksi jumlah limbah tersebut adalah dengan melakukan biokonversi. Umumnya biokonversi memanfaatkan organisme yang ada di alam seperti larva *Black Soldier Fly* (BSF). Manfaat larva BSF selain menjadi agen biokonversi juga memiliki kandungan protein yang tinggi mencapai 30-50%. Hal ini dapat dimanfaatkan sebagai sumber protein pakan ikan koi.

Ikan koi merupakan jenis ikan hias dengan peminat tertinggi di Indonesia. Kecerahan warna ikan koi menjadi daya tarik dan faktor penentu yang memengaruhi harganya di pasaran. Berbagai upaya dilakukan untuk meningkatkan kecerahan warna ikan koi, salah satunya melalui pemberian pakan mengandung karotenoid. Kulit buah naga dimanfaatkan sebagai sumber karotenoid dalam penelitian ini karena sebagian besar konsumen hanya memakan daging buahnya saja sedangkan kulitnya berpotensi 30-35% menjadi limbah apabila tidak termanfaatkan. Kemampuan larva BSF dalam menyerap nutrisi dari limbah diharapkan mampu menjadi solusi potensial untuk mendaur ulang nutrisi berupa karotenoid kembali ke rantai makanan. Oleh karena itu, penelitian mengenai biokonversi menggunakan larva BSF diperlukan guna mereduksi jumlah limbah pangan, mendaur ulang karotenoid kembali ke rantai makanan, serta menghasilkan produk pakan ikan koi berupa pelet yang diharapkan mampu meningkatkan kecerahan warnanya.

Penelitian dilakukan pada bulan Januari-Juni 2024. Lokasi penelitian proses biokonversi limbah pangan menggunakan larva BSF, pembuatan pelet, dan pemeliharaan ikan koi dilaksanakan di Sekolah Pengelolaan Sampah, Kota Bogor. Pengujian karoten dilakukan di Laboratorium Balai Besar Pengujian Standar Instrumen Pascapanen Pertanian, Kota Bogor. Analisis kandungan protein larva BSF dan mutu pelet ikan koi dilaksanakan di Laboratorium Biotech Center, IPB University. Analisis mutu warna ikan koi dilaksanakan di Bursa Ikan Hias Laladon, Kota Bogor serta analisis kualitas air dilaksanakan di Laboratorium Limbah Padat

dan B3, IPB University. Tahap dalam penelitian ini meliputi pengolahan limbah pangan melalui biokonversi menggunakan larva BSF, perhitungan karakteristik biokonversi, analisis kandungan karoten pada limbah pangan dan larva BSF, pengolahan larva BSF menjadi pelet ikan koi, mengaplikasikan dan menganalisis mutu pelet ikan koi, serta menganalisis kualitas air selama masa pemeliharaan.

Limbah yang digunakan sebagai substrat terdiri dari dua perlakuan yaitu tanpa substitusi limbah kulit buah naga (A) dan dengan substitusi 50% limbah kulit buah naga (B). Karakteristik biokonversi diamati dari hari ke-1 hingga hari ke-14. Parameter yang digunakan berupa *Waste Reduction* (D) dan *Waste Reduction Index* (WRI). Analisis juga dilakukan pada kandungan karoten dalam limbah pangan dan larva BSF. Hal ini dilakukan untuk mengetahui efisiensi dari proses bioakumulasi yang dilakukan oleh larva BSF selama biokonversi berlangsung. Setelah biokonversi selesai, larva BSF dipisahkan dari residu. Langkah selanjutnya adalah mengolah larva BSF menjadi tepung sebelum diproses lebih lanjut menjadi pelet ikan koi. Tepung larva BSF kemudian ditambahkan dengan bahan lain seperti tepung ikan, tepung kedelai, tepung jagung, tepung tapioka, bekatul, dan air hingga homogen. Pelet yang telah dibuat dikeringkan secara alami menggunakan sinar matahari. Analisis mutu pelet mengacu SNI 7869:2013 tentang Pakan Buatan untuk Ikan Koi (*Cyprinus carpio*) pada kategori mutu II sebagai pakan pembesaran. Pengaplikasian pakan dilakukan pada ikan koi berukuran 17-20 cm dengan 3 jenis perlakuan yang berbeda yaitu perlakuan X (pelet dari larva BSF hasil perlakuan A), perlakuan Y (pelet dari larva BSF hasil perlakuan B), dan perlakuan Z (pakan komersil). Kualitas air selama proses pemeliharaan juga dianalisis guna mengetahui pengaruh penggunaan pakan yang berbeda.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa substitusi 50% kulit buah naga menghasilkan nilai D dan WRI yang rendah. Berbanding terbalik dengan kandungan karoten, substitusi 50% kulit buah naga mampu meningkatkan kandungan karoten larva BSF 8 kali lebih tinggi jika dibanding dengan limbah yang dikonsumsi. Kadar protein larva BSF dari proses biokonversi mampu mencapai 31,6% (perlakuan A) dan 28,2% (perlakuan B) sehingga dapat dimanfaatkan dalam mengurangi ketergantungan terhadap sumber protein konvensional. Namun, setelah diolah menjadi pelet parameter kadar abu, lemak, dan serat belum memenuhi standar yang terdapat dalam SNI 7869:2013 tentang Pakan Buatan untuk Ikan Koi (*Cyprinus carpio*) kategori mutu II untuk pembesaran. Penggunaan pelet dari larva BSF yang mengonsumsi limbah dengan substitusi 50% kulit buah naga mampu meningkatkan skor kecerahan ikan koi dari 5,0 menjadi 5,4. Selain itu, penggunaan pelet dari larva BSF juga menghasilkan kualitas air yang tidak berbeda signifikan dengan pakan komersil. *Input* berupa 2 kg limbah pangan yang diberi 0,3 g telur BSF mampu memenuhi kebutuhan harian pakan untuk 133-173 ikan koi.

Kata kunci: biokonversi, kulit buah naga, larva black soldier fly, pakan ikan koi

SUMMARY

IMMA NUR IZZATI ADZKIA. Food Waste Management Using Bioconversion with Black Soldier Fly Larvae for Eco-Friendly Koi Fish Feed. Supervised by ARIEF SABDO YUWONO, YUNI PUJI HASTUTI, dan MELTA RINI FAHMI.

Solid waste generation in Indonesia in 2022 reached 36,1 tons and is predicted to increase by 2-4%/year. Based on its source, the household sector is the largest producer of solid waste at 38,3%, while the market comes second by producing 26,7%. Organic waste in the form of food waste is the most dominant fraction with 40,5% of the total solid waste generated. Dragon fruit peel waste is a relatively abundant food waste, especially in areas with high dragon fruit production. Dragon fruit production in Indonesia, according to the Central Statistics Agency (BPS), in 2023 reached 367 thousand tons. The high value will positively correlate with the amount of fruit peel waste produced. The high amount of food waste transported to landfills, reaching 60-70% can lead to various problems such as pollution, odor disturbances, and pathogen breeding media. An alternative way that can be used to reduce the amount of food waste is bioconversion. Generally, bioconversion utilizes organisms that exist in nature, such as Black Soldier Fly (BSF) larvae. The benefits of BSF larvae, in addition to being a bioconversion agent, also have a high protein content reaching 30-50%. This can be utilized as a source of protein for koi fish feed.

Koi fish are the most popular ornamental fish in Indonesia. The brightness of koi fish color is the attraction and determining factor affecting its market price. Various ways to improve the color brightness of koi fish have been conducted, one of which is by feeding the fish with carotenoids. Dragon fruit peel is utilized as a source of carotenoids in this study because most consumers generally only eat the flesh of the fruit, while the peel has the potential to be 30-35% waste if not utilized. The ability of BSF larvae to absorb nutrients from waste is expected to be a potential solution to recycle nutrients in the form of carotenoids back into the food chain. Therefore, research on bioconversion using BSF larvae is needed to reduce the amount of food waste, recycle carotenoids back into the food chain, and produce koi fish feed products in the form of pellets that are expected to increase the brightness of their color.

The research was conducted from January-June 2024. The research location for the bioconversion process of food waste using BSF larvae, pellet making, and koi fish rearing was conducted at the School of Waste Management, Bogor City. Analysis of carotene was conducted at the Laboratory of the Center for Standardized Testing of Agricultural Postharvest Instruments, Bogor City. Analysis of the protein content of BSF larvae and the quality of koi fish pellets was carried out at the Biotech Center Laboratory, IPB University. Analysis of koi fish color quality was carried out at the Laladon Ornamental Fish Exchange, Bogor City and water quality analysis was carried out at the Solid and Hazardous Waste Laboratory, IPB University. The phase in this study includes processing food waste through bioconversion using BSF larvae, calculating bioconversion characteristics, analyzing carotene content in food waste and BSF larvae, processing BSF larvae into koi fish pellets, applying and analyzing the quality of koi fish pellets, and analyzing water quality during the rearing period.

The waste used as substrate consisted of two treatments: without substitution of dragon fruit peel waste (A) and with 50% substitution of dragon fruit

peel waste (B). Bioconversion characteristics were observed from day 1 to day 14. The parameters used were Waste Reduction (D) and Waste Reduction Index (WRI). Analysis was also conducted on the carotene content in food waste and BSF larvae. This was done to determine the efficiency of the bioaccumulation process carried out by BSF larvae during bioconversion. After the bioconversion, the BSF larvae were separated from the residue. The next step is to process the BSF larvae into flour before further processing into koi fish pellets. BSF larvae flour is added with other ingredients such as fish flour, soy flour, corn flour, tapioca flour, rice bran, and water until homogeneous. The pellets were then dried naturally using sunlight to reduce the water content. Pellet quality analysis refers to SNI 7869:2013 on Artificial Feed for Koi Fish (*Cyprinus carpio*) in quality category II as enlargement feed. Feed application was carried out on 17-20 cm koi fish with 3 different treatments, namely treatment X (pellet from BSF larvae from treatment A), treatment Y (pellet from BSF larvae from treatment B), and treatment Z (commercial feed). Water quality during the rearing process was also analyzed to determine the effect of the pellet.

The results showed that a 50% dragon fruit peel substitution would decrease D and WRI. In contrast to the carotene content, the 50% substitution of dragon fruit peel increased the carotene content of BSF larvae 8 times higher than the waste they consumed. The protein content of BSF larvae from the bioconversion process reached 31,6% (treatment A) and 28,2% (treatment B), which can be utilized to reduce dependence on conventional protein sources. However, after being processed into pellets, the parameters of ash, fat, and fiber content do not meet the standards contained in SNI 7869:2013 on Artificial Feed for Koi Fish (*Cyprinus carpio*) quality category II for enlargement. Using pellets from BSF larvae that consume waste with a 50% substitution of dragon fruit peel can increase the brightness score of koi fish from 5,0 to 5,4. In addition, using pellets from BSF larvae also resulted in water quality that was not significantly different from commercial feed. Input in the form of 2 kg of food waste given 0,3 g of BSF eggs was able to meet the daily feed requirements for 133-173 koi fish.

Keywords: bioconversion, black soldier fly larvae, dragon fruit peel, eco-friendly feed



- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2024
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

IMMA NUR IZZATI ADZKIA

Tesis
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister pada
Program Studi Teknik Sipil dan Lingkungan

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL DAN LINGKUNGAN
SEKOLAH PASCASAJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Tesis:
Dr. Ir. Erizal, M.Agr., IPU.

Judul Tesis : Pengelolaan Limbah Pangan Melalui Biokonversi Menggunakan Larva *Black Soldier Fly* untuk Pakan Ikan Koi yang Ramah Lingkungan

Nama : Imma Nur Izzati Adzkia
NIM : F4501231016

Disetujui oleh

Pembimbing 1
Prof. Dr. Ir. Arief Sabdo Yuwono, M.Sc.
NIP. 19660321 199003 1 012



Pembimbing 2
Dr. Yuni Puji Hastuti, S.Pi., M.Si.
NIP. 19810604 200701 2 001



Pembimbing 3
Dr. Melta Rini Fahmi, S.Pi., M.Si.
NIP. 19760611 200604 2 006



Diketahui oleh

Ketua Program Studi
Dr. Satyanto Krido Saptomo, S.TP, M.Si.
NIP. 19730411 200501 1 002



Dekan Fakultas Teknologi Pertanian
Prof. Dr. Ir. Slamet Budijanto, M.Agr.
NIP. 19610502 198603 1 002



Tanggal Ujian:
18 September 2024

Tanggal Lulus: 02 OCT 2024



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PRAKATA

Puji dan syukur dipanjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari-Juni 2024 dengan judul “Pengelolaan Limbah Pangan Melalui Biokonversi Menggunakan Larva *Black Soldier Fly* untuk Pakan Ikan Koi yang Ramah Lingkungan”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Arief Sabdo Yuwono, M.Sc., Dr. Yuni Puji Hastuti, S.Pi., M.Si., dan Dr. Melta Rini Fahmi, S.Pi., M.Si. selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dan memberi arahan dalam penulisan karya ilmiah.
2. Dr. Ir. Erizal, M.Agr., IPU yang telah bersedia menjadi dosen penguji pada ujian akhir penulis.
3. Ayah, Ibu, Kakak, dan Adik yang telah memberikan doa, kasih sayang, serta dukungannya.
4. Zira Afrida, Amalia Damayanti, Aprilia Ferani, dan Nadila Putri yang telah kebersamai dan memberikan dukungan selama masa menjalani perkuliahan.
5. Gary Aqnar selaku teman seperbimbingan serta Allifiya Salsabil, Aliyah Baida, dan Zayyaan Nabiila yang kebersamai penulis selama masa perkuliahan.
6. Mahasiswa Sinergi SIL 56 dan semua pihak terkait yang membantu dalam menyelesaikan penelitian.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, September 2024

Imma Nur Izzati Adzkia



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
1.5 Ruang Lingkup	2
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Biokonversi	4
2.2 <i>Black Soldier Fly</i> (BSF)	4
2.3 Ikan Koi	5
2.4 Manfaat Karotenoid untuk Ikan Koi	6
2.5 Kualitas Air	6
III METODE	7
3.1 Waktu dan Tempat	7
3.2 Alat dan Bahan	7
3.3 Prosedur Kerja	7
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	11
4.1 Identifikasi Timbulan Limbah	11
4.2 Karakteristik Biokonversi Limbah Pangan	12
4.3 Karoten pada Limbah Pangan dan Larva BSF	13
4.4 Kadar Protein Larva BSF	14
4.5 Kualitas Pelet Ikan Koi	14
4.6 Mutu Warna Ikan Koi	16
4.7 Kualitas Air	17
V SIMPULAN DAN SARAN	19
5.1 Simpulan	19
5.2 Saran	19
DAFTAR PUSTAKA	20
LAMPIRAN	27
RIWAYAT HIDUP	33



DAFTAR TABEL

1	Komposisi bahan pembuatan pelet ikan koi	8
2	Mutu pakan ikan koi	9
3	Karakteristik biokonversi limbah pangan menggunakan larva BSF	12
4	Mutu pelet ikan koi	15
5	Kualitas air	18

DAFTAR GAMBAR

1	Siklus hidup BSF	4
2	Ikan koi jenis (a) kohaku (b) sanshoku (c) tancho (d) asagi (e) showa (d) shiro	5
3	Diagram alir langkah penelitian	10
4	Persentase limbah rumah makan	11
5	Kondisi limbah hari ke-14 biokonversi (a) perlakuan A (b) perlakuan B	13
6	Karoten dalam limbah pangan dan tepung larva BSF	13
7	Kadar protein larva BSF	14
8	Neraca massa berdasarkan suplai limbah pangan untuk pakan ikan koi berukuran 17-20 cm	16
9	Skor warna ikan koi sebelum dan sesudah pemberian pelet	17

DAFTAR LAMPIRAN

1	Alat yang digunakan dalam penelitian	28
2	Bahan yang digunakan dalam penelitian	30
3	<i>Toca Color Finder</i> (TCF)	32