

T E S I S

POTENSI TEPUNG MAGGOT (*Hermetia illucens*) YANG BERASAL DARI
BLACK SOLDIER FLY DALAM FORMULASI PAKAN UNTUK
PERTUMBUHAN IKAN MAS (*Cyprinus carpio L.*)

Oleh :

Ayu Azkiyah Azizah
156080100111014

Telah dipertahankan di depan penguji

Pada tanggal 02 Juli 2019

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui,

Ketua



Dr. Ir. Arning Wilujeng Ekawati, M.S.
NIP. 19620805 198603 2 001
Tanggal : 22 JUL 2019

Anggota



Prof. Dr. Ir. Happy Nursyam, M.S.
NIP. 19600322 198601 1 001
Tanggal : 22 JUL 2019

Mengetahui,



Dekan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Prof. Dr. Ir. Happy Nursyam, M.S.
NIP. 19600322 198601 1 001
Tanggal: 22 JUL 2019

Ketua Program Magister



Prof. Dr. Ir. Maftuch, M.Si.
NIP. 19660825 199203 1 001
Tanggal: 22 JUL 2019

JUDUL TESIS :

POTENSI TEPUNG MAGGOT (*Hermetia illucens*) YANG BLACK SOLDIER FLY DALAM FORMULASI PAKAN UNTUK IKAN MAS (*Cyprinus carpio L.*)

BERASAL DARI

PERTUMBUHAN

Nama Mahasiswa

Ayu Azkiyah Azizah

NIM

156080100111014

Program Studi

: Magister Budidaya Perairan

rsitas
Minat

Nutrisi dan Pakan Ikan

KOMISI PEMBIMBING

Ketua

: Dr. Ir. Arning Wilujeng Ekawati, M.S.

Anggota

: Prof. Dr. Ir. Happy Nursyam, M.S.

KOMISI PENGUJI

Dosen Penguji 1

: Dr. Ir. Anik Martinah Hariati, M.Sc.

Dosen Penguji 2

: Dr. Ir. Muhamad Firdaus, M.P.

Tanggal Ujian Tesis

: 02 Juli 2019



**PERNYATAAN
ORISINALITAS TESIS**

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam Naskah Tesis ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Tesis ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur PLAGIASI, saya bersedia Tesis (MAGISTER) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).



Malang, 02 Juli 2019
Penulis

Ayu Azkiyah Azizah
156080100111014

**Berikanlah rahmat kepada kami dari sisi-Mu dan sempurnakanlah petunjuk
yang lurus bagi kami dalam urusan kami (QS. 18;10)**



Karya ilmiah ini dipersembahkan kepada

Kedua Orang Tua



RIWAYAT HIDUP

Ayu Azkiyah Azizah, 21 September 1993 putra dari Bapak Moch. Ainurrofiq dan Ibu Ridayani, Pendidikan SD Rungkut Kidul III, SMP Negeri 35 Surabaya dan SMA Negeri 20 Surabaya, S1 Budidaya Perairan di Universitas Brawijaya lulus pada tahun 2015. Tahun 2015 mendapat kesempatan untuk melanjutkan Program Pascasarjana Program Studi Budidaya Perairan di jaya Malang.

Malang, 02 Juli 2019
Penulis

Ayu Azkiyah Azizah
156080100111014

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan hidayah-NYA, memberikan

Kemudahan dan kelancaran dalam penyelesaian laporan tesis ini.

2. Ibu Dr. Ir. Arning Wilujeng Ekawati, M.S., dan Bapak Prof. Dr. Ir. Happy

Nursyam, M.S., selaku Komisi Pembimbing yang telah memberikan masukan,

arahannya dan nasehat hingga selesainya laporan tesis ini.

3. Ibu Dr. Ir. Anik Martinah H, M.Sc. dan Bapak Dr. Ir. Muhammad Firdaus, M.P.

sebagai dosen pengaji dan memberikan arahan dan masukan pada saat ujian

4. Ketua Program Studi Pascasarjana Prof. Dr. Ir. Maftuch, M.Si.

5. Kedua orang tua saya Bapak Moh. Ainurrofiq dan Ibu Ridayani, serta adik-adik

saya Ayu Syukriyah Zulfita dan Nairah Aqilah Abidah untuk doa dan dukungan

moral dan moril.

6. Bapak Muchlis Zainuddin dan Bapak Ribut, sebagai laboran lab reproduksi.

7. Lik Anatus S., Febi Nadhila Nurin, Asriati Djonu, Ahmad Mufti, Andhang

Sebastian, Faizal Zakaria, Arrum Nurjannah, Galih Ardi Nugroho, Siti Iestari.

Terimakasih sudah membantu proses penelitian ini berlangsung

8. Muniroh, terimakasih sudah membantu proses pengolahan data.

9. Teman-teman Pascasarjana angkatan 2014 dan 2015, terimakasih sudah

memberikan semangat dan doa hingga tesis ini selesai.

10. Kepada semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu,

terimakasih atas bantuan dan dukungan yang telah diberikan.

Malang, 2 Juli 2019

Penulis



RINGKASAN

Ayu Azkiyah Azizah. Program Pascasarjana Universitas Brawijaya. Tesis. **Potensi Tepung Maggot (*Hermetia illucens*) yang Berasal dari Black Soldier Fly dalam Formulasi Pakan untuk Pertumbuhan Ikan Mas (*Cyprinus carpio L.*)**. Komisi pembimbing, ketua : Dr. Ir. Arning. W. Ekawati, M.S., anggota : Prof. Dr. Ir. Happy Nursyam, M.S.

Selama ini, sumber protein produk pakan untuk ikan sangat bergantung pada tepung ikan. Padahal harga tepung ikan semakin mahal. Oleh karena itu diperlukan alternatif lain sebagai sumber protein sebagai pengganti tepung ikan. Maggot atau larva dari lalat black soldier fly (*Hermetia illucens*) merupakan salah satu alternatif pakan yang memenuhi persyaratan sebagai sumber protein. Maggot adalah salah satu pakan alternatif yang dipilih oleh para pembudidaya. Istilah maggot adalah penamaan yang ditunjukkan bagi larva lalat black soldier. Insekt dilaporkan memiliki efisiensi konversi pakan yang tinggi dan dapat dipelihara serta diproduksi secara massal. Faktor lain yang menguntungkan adalah sumber protein berbasis insekt tidak berkompetisi dengan manusia sehingga sangat sesuai digunakan untuk bahan pakan ternak, termasuk unggas dan juga ikan.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perbedaan jenis media budidaya maggot terhadap pertumbuhan, kandungan nutrisi, dan asam amino pada maggot, serta mengetahui pengaruh substitusi tepung maggot terhadap tepung ikan sebagai sumber protein utama pada formulasi pakan ikan mas.

Tahap pertama penelitian ini adalah budidaya maggot dilakukan selama kurang lebih 25 hari pada media limbah organik, ampas tahu, dan tepung pollard untuk memperoleh, biomass maggot dan kandungan nutrisi maggot terbaik. Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap dengan lima perlakuan dan tiga ulangan berdasarkan kandungan pakan percobaan dengan iso protein 33% dan iso energi 2.877,8 kkal/kg. Tahap ke dua dengan lima perlakuan substitusi tepung maggot terhadap tepung ikan, dengan perlakuan A (0%), B (25%), C (50%), D (75%) dan E (100%). Parameter utama yang diamati meliputi kelulushidupan (*survival rate*), laju pertumbuhan spesifik (*specific growth rate*), rasio konversi pakan (*feed conversion ratio*), rasio efisiensi protein (*protein efficiency ratio*), retensi protein, retensi energi, daya cerna protein, dan daya cerna energi.

Hasil penelitian tahap pertama adalah budidaya maggot dengan media terbaik yaitu pada tepung pollard, dengan rata-rata berat biomass 263,16 g, dengan kandungan nutrisi sebesar protein 54,34%, lemak 16,02%, abu 10,00%, dan serat kasar 10,83%. Hasil penelitian tahap dua menunjukkan bahwa penggunaan substitusi tepung maggot dalam pakan tidak memberikan pengaruh terhadap kelulushidupan ikan mas, tetapi berpengaruh sangat nyata terhadap laju pertumbuhan spesifik 45%; 2,16 BB/hari; 44% untuk rasio konversi pakan 1,94, 52% untuk rasio efisiensi protein 1,65; 44,72% untuk retensi protein 18,80%; 48,5% untuk retensi energi 12,73%; 49% untuk daya cerna protein 82,77% dan 43,28% untuk daya cerna energi 77,01%.

Berdasarkan penelitian ini dapat disarankan bahwa penggunaan tepung maggot yang berasal dari media tepung pollard sebagai sumber protein dalam formulasi pakan ikan Mas (*Cyprinus carpio L.*) yang dapat disubtitusikan sebesar 46,64% terhadap tepung ikan.

Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya
SUMMARY

Ayu Azkiyah Azizah. Post Graduate Program University Brawijaya. Thesis. **The Potential of Maggot (*Hermetia illucens*) from Black Soldier Fly in Feed Formulation for Growth of Common Carp (*Cyprinus carpio L.*)**. Supervisor: Dr. Ir. Arning. W. Ekawati, M.S. Co-supervisor: Prof. Dr. Ir. Happy Nursyam, M.S.

The success of hatchery business is determined by the provision of feed that is in accordance with the quality, quantity, and accuracy in the administration. So far, a source of protein for fish feed is needed in fish meal. While the price of fish meal is increasingly expensive. Therefore another alternative is needed as a source of protein instead of fish meal. Maggots or larvae from black fly (*Hermetia illucens*) are one alternative feed that meets the requirements as a source of protein. Maggots are one of the alternative feeds chosen by farmers. The term maggot is a naming intended for fly larvae of black warriors. Support for high feed conversion and can be maintained with mass support. Another advantageous factor is that insect-based protein sources do not compete with humans which are very suitable for use in animal feed ingredients, including poultry and fish.

The purpose of this research was to determine the differences in the types of maggot cultivation media on growth, nutrient content, and amino acids in maggots, and to determine the effect of maggot meal substitution on fish meal as the main source of protein in carp feed formulations.

The first step of this research was that maggot cultivation was carried out for approximately 25 days in organic waste media, tofu waste, and pollard meal to obtain, maggot biomass and the best nutrient content of maggot. The experimental design used was a completely randomized design with five treatments and three replications based on the content of the experimental feed with 33% iso protein and iso energy 2.877,8 kcal/kg. The second step with five treatments for substituting maggot flour for fish meal, with treatments A (0%), B (25%), C (50%), D (75%) and E (100%). The main parameters observed included survival rate, specific growth rate, feed conversion ratio, protein efficiency ratio, protein retention, energy retention, protein digestibility, and power energy digestion.

The results of the first phase of the study were cultivation of maggot with the best media, namely pollard meal, with an average biomass weight of 263.16 g, with a nutrient content of 54.34% protein, 16.02% fat, 10.00% ash, and fiber roughly 10.83%. The results of the second phase study showed that the use of maggot meal substitution in feed did not have an effect on the survival of carp, but had a very significant effect on the specific growth rate of 45%; 2.16 BB / day; 44 % for feed conversion ratio 1.94; 52% for protein efficiency ratio 1.65; 44.72% for protein retention of 18.80%; 48.5% for 12.73% energy retention; 49% for protein digestibility of 82.77% and 43.28% for energy digestibility of 77.01%.

Based on this study it can be suggested that the use of maggot meal derived from pollard meal media as a source of protein in the feed formulation of Carp (*Cyprinus carpio L.*) which can be substituted is 46,64% for fish meal.

KATA PENGANTAR

Salah satu upaya untuk menurunkan tingginya biaya produksi sebagai akibat tingginya harga pakan pabrikan dengan mencari alternatif sumber bahan baku lokal yang ketersediaannya melimpah, tidak bersaing dengan kebutuhan manusia dan kontinuitas. Maggot atau larva dari lalat *black soldier fly* (*Hermetia illucens*) merupakan salah satu alternatif pakan yang memenuhi persyaratan sebagai sumber protein. Maggot adalah salah satu pakan alternatif yang dipilih oleh para pembudidaya.

Pokok-pokok bahasan yang disajikan dalam tulisan ini meliputi jenis media apa yang baik bagi pertumbuhan maggot yang dapat dilihat dari segi kandungan nutrisinya, sebagai penyusun bahan baku alternatif dalam formulasi pakan sehingga dapat meningkatkan respon pertumbuhan dan efisiensi pakan ikan mas (*Cyprinus carpio L.*). Pemanfaatan tepung maggot diharapkan dapat digunakan dan diaplikasikan kepada masyarakat budidaya perikanan mengenai potensi dan manfaat tepung maggot sebagai alternatif sumber protein utama pengganti tepung ikan.

Penulis menyadari dalam penyusunan tulisan ini masih banyak kekurangan dan keterbatasan sehingga diharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan tulisan ini. Demikian tulisan ini dibuat agar dapat bermanfaat bagi akademisi maupun praktisi.

Malang, 2 Juli 2019
Penulis

Ayu Azkiyah Azizah
156080100111014

RINGKASAN	DAFTAR ISI	Halaman
SUMMARY		ix
KATA PENGANTAR		x
DAFTAR ISI		xi
DAFTAR TABEL		xii
DAFTAR GAMBAR		xiv
DAFTAR LAMPIRAN		xv
1. PENDAHULUAN		1
1.1 Latar Belakang		1
1.2 Rumusan Masalah		2
1.3 Tujuan Penelitian		3
1.4 Manfaat Penelitian		3
2. TINJAUAN PUSTAKA		5
2.1 Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio L.</i>)		5
2.1.1 Biologi dan Morfologi Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio L.</i>)		5
2.1.2 Pakan dan Kebiasaan Makan Ikan		6
2.1.3 Kelulushidupan Ikan Mas		7
2.1.4 Pertumbuhan Ikan Mas		7
2.2 Kebutuhan Nutrisi Ikan		8
2.2.1 Protein		8
2.2.2 Lemak		9
2.2.3 Karbohidrat		9
2.3 Kebutuhan Protein Ikan Mas		10
2.4 Kebutuhan Energi Ikan Mas		10
2.5 Retensi Protein dan Energi		11
2.6 Kebutuhan Asam Amino pada Ikan		12
2.7 Maggot		12
2.8 Siklus Hidup Maggot		14
2.9 Syarat Media Budidaya Maggot		15
2.10 Media Budidaya Maggot		16
2.10.1 Limbah Organik		16
2.10.2 Ampas Tahu		17
2.10.3 Tepung Pollards		18
2.11 Kualitas Air Ikan		18
3. KERANGKA PENELITIAN		20
3.1 Landasan Teori		20
3.2 Kerangka Konsep		22
3.3 Hipotesis		23
3.4 Kerangka Operasional		23

4. METODE PENELITIAN	26
4.1 Waktu dan Tempat	26
4.2 Jenis Penelitian	26
4.3 Alat dan Bahan	26
4.3.1 Alat dan Bahan Pembuatan Pakan	26
4.3.2 Alat dan Bahan Uji Biologis	27
4.3.3 Alat dan Bahan Analisis Proksimat	27
4.3.4 Alat dan Bahan Pembuatan Tepung Maggot	28
4.3.5 Alat dan Bahan Analisis Kualitas Air	28
4.3.6 Alat dan Bahan Analisis Asam Amino	28
4.4 Metode Penelitian	28
4.5 Tahapan Penelitian	29
4.5.1 Persiapan Penelitian	31
4.5.2 Pelaksanaan Penelitian	32
4.5.3 Parameter Penelitian	34
4.6 Analisis Data	37
5. HASIL DAN PEMBAHASAN	38
5.1 Hasil	38
5.1.1 Tahap 1 : Biomassa Maggot BSF	38
5.1.2 Hasil Analisis Proksimat Tepung Maggot	39
5.1.3 Asam Amino Tepung Maggot pada Media Tepung Pollard	39
5.2 Tahap 2 : Uji Biologis Pakan Ikan Mas	40
5.3 Pembahasan	47
5.3.1 Tahap 1 : Biomassa Maggot BSF	47
5.3.2 Asam Amino Tepung Maggot pada Media Tepung Pollard	48
5.3.3 Tahap 2 : Uji Biologis Pakan pada Ikan Mas	49
6. KESIMPULAN DAN SARAN	54
6.1 Kesimpulan	54
6.2 Saran	54
DAFTAR PUSTAKA	55
LAMPIRAN	64



Tabel**DAFTAR TABEL**

1. Kandungan Nutrisi Maggot (<i>Hermetia illucens</i>)	14
2. Komposisi Bahan Pakan Percobaan	30
3. Formulasi Pakan Percobaan Ikan Mas	31
4. Hasil Rata-rata Biomass Maggot BSF	38
5. Kandungan Nutrisi Media Pemeliharaan Maggot	38
6. Analisis Proksimat Tepung Maggot dari Media yang Berbeda	39
7. Hasil Pengamatan Kualitas Air Media Pemeliharaan Ikan Mas selama Penelitian	50

Halaman

Gambar**DAFTAR GAMBAR****Halaman**

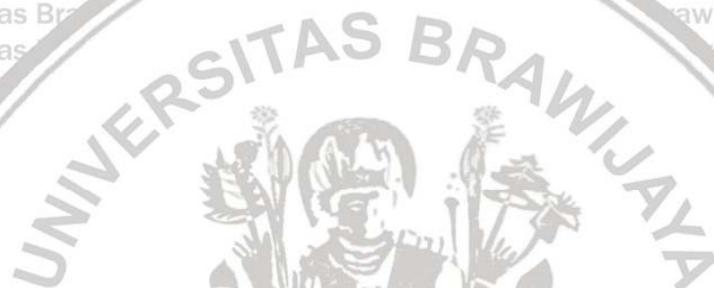
1. Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio L.</i>)	5
2. Morfologi Larva (A), pupa (B) dan lalat dewasa BSF (C)	13
3. Siklus Hidup Black Soldier	15
4. Kerangka konsep penelitian	22
5. Kerangka Operasional Proses Budidaya Maggot (Tahap 1)	23
6. Kerangka Operasional Substitusi Formula Pakan (Tahap 2)	24
7. Denah Letak Akuarium Percobaan.....	31
8. Alur Pembuatan Tepung Maggot	32
9. Kandungan asam amino esensial pada tepung maggot.....	39
10. Kandungan asam amino non esensial pada tepung maggot	40
11. Grafik rata-rata kelulushidupan ikan mas selama masa pemeliharaan.....	41
12. Pertumbuhan rata-rata ikan mas (<i>Cyprinus carpio L.</i>) selama penelitian.	41
13. Hubungan antara substitusi tepung maggot terhadap tepung ikan dalam formula pakan terhadap laju pertumbuhan spesifik ikan mas (<i>Cyprinus carpio L.</i>).....	42
14. Hubungan antara substitusi tepung maggot terhadap tepung ikan dalam formula pakan terhadap rasio konversi pakan ikan mas (<i>Cyprinus carpio L.</i>).....	43
15. Hubungan antara substitusi tepung maggot terhadap tepung ikan dalam formula pakan terhadap rasio efisiensi protein ikan mas (<i>Cyprinus carpio L.</i>).....	44
16. Hubungan antara substitusi tepung maggot terhadap tepung ikan dalam formula pakan terhadap retensi protein ikan mas (<i>Cyprinus carpio L.</i>).....	44

17. Hubungan antara substitusi tepung maggot terhadap tepung ikan dalam formula pakan terhadap retensi energi ikan mas (*Cyprinus carpio L.*).....

45

18. Hubungan antara substitusi tepung maggot terhadap tepung ikan dalam formula pakan terhadap daya cerna protein ikan mas (*Cyprinus carpio L.*).....

46



DAFTAR LAMPIRAN	
Lampiran	Halaman
1. Alat dan Bahan Penelitian.....	64
2. Analisis Proksimat dan asam amino bahan dan pakan.....	66
3. Perhitungan kelulushidupan pada ikan mas (<i>C. carpio L.</i>)	68
4. Analisis oneway ANOVA kelulushidupan ikan mas (<i>C. carpio L.</i>)	69
5. Perhitungan <i>specific growth rate</i> (SGR) ikan mas (<i>C. carpio L.</i>)	71
6. Analisis oneway ANOVA SGR ikan mas (<i>C. carpio L.</i>)	72
7. Perhitungan rasio konversi pakan pada benih ikan mas (<i>Cyprinus carpio L.</i>).....	76
8. Analisis keragaman berdasarkan oneway ANOVA rasio konversi pakan pada benih ikan mas	78
9. Perhitungan rasio efisiensi protein pada ikan mas selama penelitian.	83
10. Analisis keragaman berdasarkan oneway ANOVA rasio efisiensi protein pada ikan mas (<i>Cyprinus carpio L.</i>) selama penelitian	84
11. Perhitungan retensi protein pada ikan mas (<i>Cyprinus carpio L.</i>) selama penelitian.....	89
12. Analisis keragaman berdasarkan oneway ANOVA retensi protein pada ikan mas (<i>C.s carpio L.</i>) selama penelitian.....	91
13. Data perhitungan retensi energi pada ikan mas (<i>Cyprinus carpio L.</i>) selama penelitian.....	96
14. Analisis keragaman berdasarkan oneway ANOVA retensi energi pada ikan mas (<i>C. carpio L.</i>) selama penelitian.....	97
15. Perhitungan daya cerna protein pada ikan mas (<i>Cyprinus carpio L.</i>) selama penelitian.....	102
16. Analisis keragaman berdasarkan oneway ANOVA daya cerna protein pada ikan mas (<i>C. carpio L.</i>	103

17. Perhitungan daya cerna energi pada ikan mas (*Cyprinus carpio L.*)

109

18. Analisis keragaman berdasarkan one way ANOVA daya cerna energi pada ikan mas (*Cyprinus carpio L.*)

110

19. Kualitas air selama masa pemeliharaan ikan mas (*Cyprinus carpio L.*) (Suhu)

115

20. Kualitas air selama masa pemeliharaan ikan mas (*Cyprinus carpio L.*) (pH)

117

21. Kualitas air selama masa pemeliharaan ikan mas (*Cyprinus carpio L.*) (DO)

119



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ikan mas (*Cyprinus carpio L.*) merupakan salah satu komoditas penting perikanan air tawar dengan peningkatan budidaya produksi sebesar 29,78 % pada tahun 2010-2014 (KKP, 2010;2014). Pemberian pakan buatan merupakan faktor yang penting bagi kegiatan budidaya secara intensif, jika hanya mengandalkan pakan alami maka tidak akan cukup digunakan untuk fase pertumbuhan. Selama ini, sumber protein produk pakan untuk ikan sangat bergantung pada tepung ikan sedangkan disisi lain permasalahan tingginya biaya produksi sebagai akibat dari tingginya harga pakan pabrikan tidak sebanding dengan harga yang berlaku di pasaran, sehingga secara ekonomis tingkat efisiensi masih cukup rendah (Soebjarko, 2015).

Strategi yang ditempuh oleh Kementerian Kelautan dan Perikanan Indonesia untuk mewujudkan arah kebijakan pembangunan perikanan budidaya pada tahun 2015 hingga 2019 salah satunya adalah memperkuat kemandirian kawasan dan pengelolaan sarana perikanan budidaya, dengan komponen kegiatan utama mengembangkan Gerakan Pakan Ikan Mandiri (Gerpari) dengan mendorong kemandirian kelompok yang memproduksi pakan mandiri dan mengembangkan bahan baku pakan lokal serta penyediaan sarana produksi pakan (KKP, 2015).

Saat ini sehubungan dengan kebutuhan nutrisi hewan terutama pembuatan pakan ikan, bungkil kedelai dan tepung ikan adalah sumber protein konvensional yang paling utama (Flachowsky dan Meyer, 2015). Menurut Van Huis (2013), protein yang bersumber pada insekta lebih ekonomis, bersifat ramah lingkungan dan mempunyai peran yang penting secara alamiah. Insekta dilaporkan memiliki efisiensi konversi pakan yang tinggi dan dapat dipelihara serta diproduksi secara

massal. Disamping itu, budidaya insekta dapat mengurangi limbah organik yang berpotensi mencemari lingkungan sekitar (Li *et al.*, 2011). Faktor lain yang menguntungkan adalah sumber protein berbasis insekta tidak berkompetisi dengan manusia sehingga sangat sesuai untuk digunakan sebagai bahan pakan ternak, termasuk unggas dan ikan (Veldkamp *et al.*, 2012).

Larva *black soldier fly* dapat digunakan sebagai sumber nutrisi yang baik karena mengandung protein, lipid, dan mineral (Spranghers *et al.*, 2016).

Serangga jenis ini mempunyai manfaat yang cukup banyak yang dapat dimanfaatkan (Zheng *et al.*, 2012). Dengan kandungan protein dan lemak yang cukup tinggi yaitu sebesar 54 % dan 49 %, hasil tersebut dapat diperoleh berdasarkan substrat di mana dia tumbuh dan pada proses budidayanya (Lock *et al.*, 2016; Makkar *et al.*, 2014). Larva *black soldier fly* dapat digunakan sebagai pakan untuk beberapa spesies ikan (Barroso *et al.*, 2014). Oleh karena itu penelitian yang akan dilakukan ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh beberapa media berbeda (rumen sapi, jeroan ikan, bekatul, dan ampas tahu) pada budidaya maggot terhadap kandungan nutrisi dan asam amino maggot (*Hermetia illucens*).

Setelah diketahui media yang baik untuk produksi maggot diharapkan maggot dapat diproduksi secara massal dan dapat dijadikan sebagai salah satu bahan alternatif pengganti tepung ikan sebagai sumber protein pada pakan ikan.

1.2 Rumusan Masalah

Pada kegiatan budidaya, pakan merupakan salah satu hal yang mempunyai peranan sangat penting dalam peningkatan produksi. Pakan sendiri juga sangat dibutuhkan oleh ikan untuk bertahan hidup. Kenaikan harga pakan membuat para pembudidaya mengalami kerugian karena biaya produksi juga ikut mengalami peningkatan, serta jumlah pemberian pakan yang baik bagi perkembangan budidaya juga perlu diperhatikan.

Penggunaan maggot sebagai sumber alternatif sumber protein utama pakan pada ikan merupakan alternatif bahan pakan bernilai tinggi dengan kandungan nutrisi yang baik. Oleh karena itu perlu adanya pengetahuan tentang media apakah yang baik bagi pertumbuhan, kandungan nutrisi, dan asam amino pada maggot yang akan diberikan sebagai formulasi pakan ikan mas nantinya. Maka dari itu, diperoleh rumusan masalah dari penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut :

- Jenis media apakah yang baik bagi pertumbuhan, kandungan nutrisi, dan asam amino pada maggot ?
- Bagaimana pengaruh pemberian substitusi tepung maggot terhadap tepung ikan pada formulasi pakan sebagai sumber protein utama pertumbuhan ikan mas ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yang dilakukan tentang pemanfaatan tepung maggot sebagai substitusi terhadap tepung ikan sebagai sumber protein utama bagi pertumbuhan pada ikan mas adalah sebagai berikut :

- Untuk mengetahui perbedaan jenis media budidaya maggot terhadap pertumbuhan, kandungan nutrisi, dan asam amino pada maggot.
- Untuk mengetahui pengaruh substitusi tepung maggot terhadap tepung ikan sebagai sumber protein utama pada formulasi pakan ikan mas.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian yang dilakukan kali ini adalah sebagai berikut :

- Memberikan informasi kepada pelaku usaha budidaya dalam menentukan media apa yang baik digunakan bagi pertumbuhan dan komposisi gizi maggot.



- Memberikan informasi kepada pelaku usaha budidaya tentang pengaruh pemberian maggot sebagai sumber protein utama pakan ikan pada formulasi pakan.

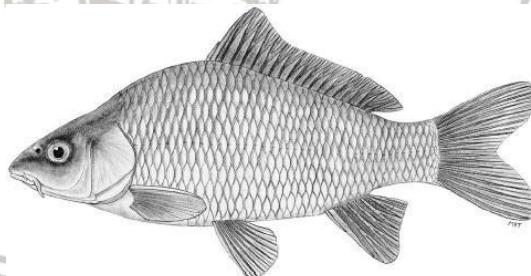


2.1 Ikan Mas (*Cyprinus carpio L.*)

2.1.1 Biologi dan Morfologi Ikan Mas (*Cyprinus carpio L.*)

Ikan Mas (*Cyprinus carpio L.*) dikenal sebagai ikan konsumsi air tawar, berbadan memanjang, sedikit pipih ke samping dan lunak. Ikan mas sudah dipelihara sejak tahun 475 sebelum masehi, di Cina. Di Indonesia ikan mas mulai dipelihara sekitar tahun 1920 (Susanto, 2007). Ikan mas mempunyai nilai ekonomis tinggi dan banyak dibudidayakan karena mempunyai daya adaptasi yang tinggi terhadap kondisi lingkungan dan makanan yang tersedia. Selain itu juga memiliki potensi yang sangat baik untuk dikembangkan karena mudah untuk dipijahkan, tahan terhadap penyakit dan pertumbuhannya cepat (Singkoh, 2012).

Menurut Cahyono (2000) ikan mas memiliki pertumbuhan yang tergolong cepat karena pada umur 5 bulan sejak telur menetas bobot badannya sudah mencapai 500 g/ekor, sedangkan kecepatan pertumbuhan ikan mas di kolam biasanya mencapai 3 cm setiap bulan.



Gambar 1. Ikan Mas (*Cyprinus carpio L.*) (Saucedo-Vence et al., 2017)

Ikan mas memiliki ciri tubuh dengan bentuk agak memanjang dan memipih tegak (*compressed*). Mulutnya terletak di bagian tengah ujung kepala (terminal) dan dapat disembulkan (*protaktif*). Di bagian anterior mulut terdapat dua pasang sungut, secara umum hampir seluruh tubuh ikan mas ditutupi sisik. Sisik ikan mas berukuran besar dan digolongkan ke dalam sisik tipe sikloid (lingkar), sirip punggungnya (dorsal) memanjang dengan bagian belakang berjari keras dan di-

bagian akhir (sirip ketiga dan keempat) bergerigi. Letak sirip punggung berseberangan dengan permukaan sirip perut (ventral). Sirip duburnya (anal) mempunyai ciri-ciri seperti sirip punggung, yaitu berjari keras dan bagian akhirnya bergerigi. Garis gurat sisi (linea lateralis) berada di pertengahan tubuh dengan bentuk melintang dari tutup insang sampai ke ujung belakang pangkal ekor (Amri, 2008).

2.1.2 Pakan dan Kebiasaan Makan Ikan

Budidaya ikan mas kini banyak digunakan makanan tambahan yang berupa pellet, dimana makanan tambahan ini merupakan ramuan/racikan dari bahan makanan tambahan yang mengandung protein, baik nabati maupun hewani dan dicetak hingga bentuk pelet. Untuk ikan Mas atau Karper, kebutuhan optimal akan protein adalah berkisar 3-40%, untuk ikan mas yang dibudidayakan di bak beton/air deras, kandungan protein yang harus diberikan paling tidak adalah 25% (Untantoro, 1991).

Ikan mas (*Cyprinus carpio L.*) tergolong jenis omnivora, yakni ikan yang dapat memangsa berbagai jenis makanan, baik yang berasal dari tumbuhan maupun binatang renik. Namun, tumbuhan dan binatang yang terdapat di dasar dan tepi perairan (Khairuman, et al. 2008). Kebiasaan makan yang dapat dimakan oleh suatu jenis ikan tergantung kepada trophic level, ukuran, habitat, musim serta adaptasi alat pencernaannya ikan herbivora. Komposisi makanan ikan yang berukuran kecil akan berbeda dengan ikan yang berukuran besar hal ini karena adanya perbedaan dalam bukaan mulut juga dalam kemampuan mendapatkan makanan serta kebutuhan gizi (Handajani dan Widodo, 2010).

Suryaningsih (2010) menyatakan bahwa kualitas pakan tidak hanya sebatas pada nilai gizi yang dikandungnya melainkan pada sifat fisik pakan seperti kelarutannya, ketercernaanya, warna, bau, rasa dan anti nutrisi yang dikandung. Kualitas pakan juga dipengaruhi oleh bahan baku yang digunakan. Pemilihan baku



biomassa ikan (Putra *et al.*, 2011). Efisiensi pakan didapatkan dari hasil perbandingan antara pertambahan berat tubuh dengan jumlah pakan yang dihabiskan selama masa pemeliharaan. Nilai efisiensi pakan berkaitan dengan laju pertumbuhan karena semakin tinggi laju pertumbuhan ikan maka semakin besar pertambahan berat tubuh ikan dan semakin besar nilai efisiensi pakan (Setiawati, *et al.* 2013).

2.2 Kebutuhan Nutrisi Ikan

2.2.1 Protein

Protein merupakan unsur kunci yang diperlukan untuk pertumbuhan ikan mas. Protein termasuk senyawa organik kompleks berbobot molekul tinggi yang merupakan polimer dari monomer-monomer asam amino yang dihubungkan satu sama lain dengan ikatan peptida. Pemberian protein yang cukup dalam pakan perlu dilakukan agar pakan tersebut dapat diubah menjadi protein tubuh secara efisien. Protein dalam bahan pakan pada ransum sangat mempengaruhi bobot tubuh. Pertumbuhan ikan mas dapat ditingkatkan apabila pemanfaatan protein pakan oleh ikan lebih efisien untuk dikonversi menjadi deposit protein tubuh (Phimpilai *et al.*, 2006). Protein sangat diperlukan oleh tubuh ikan, baik untuk pertumbuhan maupun untuk menghasilkan tenaga. Jenis dan umur ikan menentukan jumlah kebutuhan protein. Ikan karnivora membutuhkan protein yang lebih banyak daripada ikan herbivor, sedangkan ikan omnivor berada diantara keduanya. Umumnya ikan membutuhkan protein sekitar 20 – 60% dan optimum 30 – 36% (Frikardo, 2009).

Peran protein sangat penting bagi tubuh ikan, karena protein mempunyai fungsi sebagai zat pembangun, zat pengatur dan zat pembakar. Pemanfaatan protein bagi pertumbuhan ikan dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain yaitu: ukuran, kualitas protein, kandungan energi pakan, suhu air serta tingkat pemberian pakan pada ikan. Protein merupakan nutrien yang relatif mahal dibandingkan



dengan nutrien lainnya yang terkandung dalam pakan ikan, oleh karena itu harus ada keseimbangan antara protein dan sumber energi nonprotein lainnya dalam komposisi pakan (Ghufran dan Kordi, 2007).

2.2.2 Lemak

Lemak dalam makanan mempunyai peran yang penting sebagai sumber tenaga, bahkan dibanding dengan protein dan karbohidrat, lemak dapat menghasilkan tenaga yang besar. Lemak dalam pakan berpengaruh terhadap rasa dan tekstur pakan yang dibuat (Dani, et al. 2005). Lemak dalam formulasi pakan ikan berfungsi sebagai kontrol energi, lemak dalam makanan ikan berfungsi sebagai sumber energi, sumber asam lemak esensial, fosfolifid, sterol dan pengatur pada proses penyerapan vitamin yang terlarut di dalamnya, misalnya vitamin A, D, E dan K (Murtidjo, 2001).

Menurut Darsudi, et al. (2008), besar kadar lemak yang terkandung dalam pakan ikan sekitar 6,89 %. Perbedaan kandungan lemak disebabkan karena kualitas dari bahan baku dalam pembuatan pakan yang bervariasi, tergantung dari macam ikan dan proses dari pembuatan pakan. Lemak merupakan salah satu sumber energi utama yang dibutuhkan oleh ikan.

2.2.3 Karbohidrat

Karbohidrat adalah senyawa organik yang mengandung atom Karbon, Hidrogen dan Oksigen, dan pada umumnya unsur Hidrogen dan oksigen dalam komposisi menghasilkan H_2O . Karbohidrat diperoleh dari bahan makanan yang dikonsumsi sehari-hari, terutama sumber bahan makan yang berasal dari tumbuhan. Ikan karnivora dapat memanfaatkan karbohidrat optimum pada tingkat

10 – 20% dan ikan omnivora sebesar 30 – 40 % dalam pakan (Widyanti, 2009).

Karbohidrat berperan sebagai sumber energi sederhana bagi ikan.

Karbohidrat terdiri atas serat kasar dan bahan ekstrak tanpa nitrogen. Serat kasar

sangat sulit dicerna oleh ikan, namun tetap dibutuhkan untuk meningkatkan daya cerna (Setiawati, et al. 2013). Disamping itu, karbohidrat dapat berfungsi sebagai perekat dalam pembuatan pakan sehingga pakan bisa bertahan beberapa lama di dalam air dalam keadaan utuh.

2.3 Kebutuhan Protein Ikan Mas

Kebutuhan protein untuk masing-masing ikan berbeda-beda. Faktor-faktor yang mempengaruhi kebutuhan ikan akan protein antara lain : suhu lingkungan, umur, spesies, kandungan asam amino, kecernaan. Suhu lingkungan yang lebih tinggi dari pada suhu tubuh ikan menyebabkan ikan memerlukan energi yang lebih sedikit, tetapi memerlukan protein yang lebih banyak. Untuk spesies *common carp* estimasi kebutuhan protein yaitu sebesar 31 - 38 % (Handajani dan Widodo, 2010).

Pada dasarnya pemanfaatan protein bagi pertumbuhan ikan dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain: ukuran, umur, kualitas protein, kandungan energi pakan, temperatur air, dan tingkat pemberian pakan. Protein pakan yang dikonsumsi erat hubungannya dengan penggunaan energi untuk hidup, beraktivitas dan proses lainnya. Protein sangat diperlukan oleh ikan untuk menghasilkan tenaga dan untuk pertumbuhan (Sukmaningrum, et al. 2014).

2.4 Kebutuhan Energi Ikan Mas

Sebagian besar kebutuhan energi digunakan untuk kebutuhan hidup pokok. Energi untuk hidup pokok meliputi kebutuhan untuk metabolisme basal dan aktifasi normal. Kebutuhan energi untuk hidup pokok harus terpenuhi dahulu sebelum ikan menggunakan energi untuk produksi. Kelebihan energi akan menimbulkan penurunan konsumsi pakan. Kelebihan energi menyebabkan terjadinya deposit lemak yang besar yang dapat menjadi tak diinginkan dalam pakan ikan (Handajani dan Widodo, 2010).

Nutrien dibutuhkan sebagai bahan pembentuk jaringan tubuh yang baru. Pakan digunakan untuk menghasilkan energi pada ikan. Kuantitas dan kualitas

pakan sangat dibutuhkan karena akan berpengaruh terhadap pertumbuhan dan energi yang dibutuhkan. Ikan mas (*Cyprinus carpio L.*) membutuhkan energi sebesar 3.000 kkal per kg pakan (Khairuman, et al. 2008). Penggunaan energi pada ikan dipengaruhi oleh jumlah pakan yang dikonsumsi. Energi diperoleh dari perombakan ikatan kimia melalui proses reaksi oksidasi terhadap komponen pakan, yaitu protein, lemak, dan karbohidrat menjadi senyawa yang lebih sederhana (asam amino, asam lemak, dan glukosa) sehingga dapat diserap oleh tubuh untuk digunakan atau disimpan (Afrianto dan Liviawaty, 2005)

2.5 Retensi Protein dan Energi

Retensi protein merupakan gambaran dari banyaknya protein yang diberikan, yang dapat diserap dan dimanfaatkan untuk membangun ataupun memperbaiki sel-sel tubuh yang rusak, serta dimanfaatkan tubuh ikan bagi metabolisme sehari-hari. Cepat tidaknya pertumbuhan ikan, ditentukan oleh banyaknya protein yang dapat diserap dan dimanfaatkan oleh ikan sebagai zat pembangun (Dani, et al. 2005).

Penggunaan energi pada ikan dipengaruhi oleh jumlah pakan yang dikonsumsi. Energi diperoleh dari perombakan ikatan kimia melalui proses reaksi oksidasi terhadap komponen pakan, yaitu protein, lemak, dan karbohidrat menjadi senyawa yang lebih sederhana (asam amino, asam lemak, dan glukosa) sehingga dapat diserap oleh tubuh untuk digunakan atau disimpan (Afrianto dan Liviawaty, 2005). Retensi energi menunjukkan besarnya kontribusi energi pakan yang dikonsumsi terhadap pertambahan energi ikan. Pakan yang diberikan merupakan sumber energi yang digunakan untuk pemeliharaan ikan, aktivitas metabolisme dan pertumbuhan (Cui, et al. 1992).

2.6 Kebutuhan Asam Amino pada Ikan

Keseimbangan komposisi asam amino dalam pakan sangat menentukan efektivitas penggunaan protein pakan untuk pertumbuhan ikan. Untuk menyusun formula pakan yang efektif secara ekonomis untuk ikan kerapu sunus maka kebutuhan asam amino essensialnya perlu diketahui secara lengkap. Lisin merupakan salah satu asam amino essensial bagi ikan (Wilson, 1989).

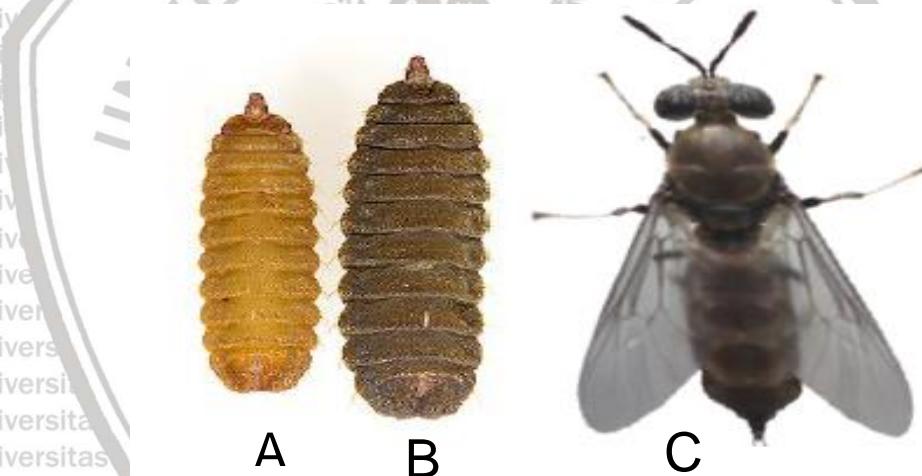
Di samping itu lisin juga merupakan salah satu asam amino yang defisien pada bahan baku pakan sumber protein, khususnya dari bahan nabati (Palavesam, et al. 2008). Sementara bahan pakan sumber protein kaya lisin seperti tepung ikan harganya mahal. Dengan demikian penentuan kebutuhan lisin yang tepat untuk ikan menjadi sangat penting dalam mendapatkan pakan ikan yang lebih murah (Bureau dan Encarnacao, 2006). Data kebutuhan lisin juga menjadi sangat penting karena dapat digunakan sebagai dasar untuk menentukan komposisi asam amino essensial lainnya pada pembuatan formula pakan ikan melalui pendekatan ideal konsep protein itu sendiri (Girao dan Fracalossi, 2006; Bureau dan Encarnacao, 2006; Miles dan Chapman, 2008). Beberapa peneliti telah melaporkan kebutuhan asam amino lisin untuk beberapa jenis ikan antara lain ikan bandeng (Borlongan dan Coloso, 1993), ikan tilapia (Jackson dan Capper, 1982), ikan nila (Santiago dan Lovell, 1988; Liebert dan Benkendorff, 2007), rainbow trout (Kim, et al. 1992), yellow tail (Ruchimat, et al. 1997), largemouth bass (Dairiki, et al. 2007) dan kerupu bebek (Giri, et al. 2006).

2.7 Maggot

Maggot merupakan larva lalat tentara hitam. Penggunaan maggot sebagai bahan baku pakan mempunyai berbagai keunggulan, diantaranya mudah diperoleh, dapat mereduksi sampah organik, tidak membawa atau menjadi agen penyakit, serta untuk mendapatkannya tidak memerlukan teknologi tinggi.



Black Soldier Fly berwarna hitam dan bagian segmen basal abdomennya berwarna transparan (*wasp waist*) sehingga sekilas menyerupai abdomen lebah. Panjang lalat berkisar antara 15-20 mm dan mempunyai waktu hidup lima sampai delapan hari (Gambar 2). Saat lalat dewasa berkembang dari pupa, kondisi sayap masih terlipat kemudian mulai mengembang sempurna hingga menutupi bagian torak. Kebutuhan nutrien lalat dewasa tergantung pada kandungan lemak yang disimpan saat masa pupa. Ketika simpanan lemak habis, maka lalat akan mati (Makkar, et al. 2014). Berdasarkan jenis kelaminnya, lalat betina umumnya memiliki daya tahan hidup yang lebih pendek dibandingkan dengan lalat jantan (Tomberlin, et al. 2009). Morfologi larva, pupa, dan lalat dewasa dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Morfologi Larva (A), pupa (B) (McShaffrey, 2013) dan (lalat dewasa BSF (C) (April, 2016)

Maggot atau belatung dari *black soldier fly* atau *Hermetia Illuscens* dapat mengubah sampah menjadi protein dan lemak dan mengurangi massa sampah sampai 50% sampai 60% sehingga dapat digunakan sebagai solusi untuk mengurangi pencemaran limbah organik. Maggot umumnya dikenal sebagai organisme pembusuk karena kebiasaannya mengkonsumsi bahan-bahan organik.

Maggot dapat tumbuh pada bahan organik yang pembusuk di wilayah temperate



dan tropis. Maggot dewasa tidak makan, tetapi hanya membutuhkan air sebab nutrisi hanya diperlukan untuk reproduksi selama fase larva. *Hermetia illucens* dalam siklus hidupnya tidak hinggap dalam makanan yang langsung dikonsumsi manusia (Murni dan Early, 2015). Budidaya maggot dapat dilakukan dengan menggunakan media yang mengandung bahan organik dan berbasis limbah ataupun hasil sampingan kegiatan agroindustri (Tomberlin, 2009). Kandungan nutrisi pada maggot lebih lengkapnya dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Kandungan Nutrisi Maggot (*Hermetia illucens*)

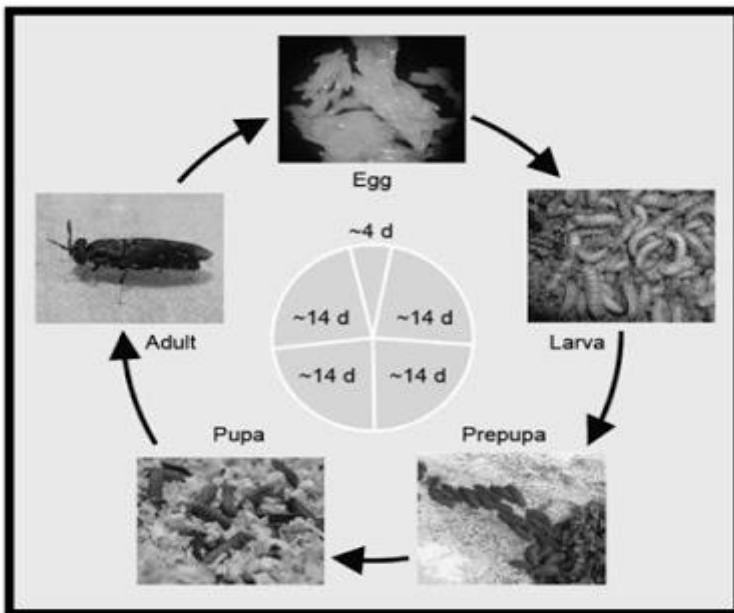
	Proksimat (%)	Asam amino (%)	Asam lemak (%)	Mineral (%)		
Kadar air	2,38	Serin	6,35	Linoleat	0,70	Mn 0,05 mg/g
Protein	44,26	Glisin	3,80	Linolenat	2,24	Zn 0,09
Lemak	29,65	Histidin	3,37	Saturated	20,00mg/g	Fe 0,68
		Arginin	12,95	Monomer	8,71	Cu 0,01
		Treonin	3,16			P 0,13
		Alanin	25,68			Ca 55,65
		Prolin	16,94			Mg 3,50
		Tirosin	4,15			Na 13,71
		Valin	3,87			K 10,00
		Sistin	2,05			
		Iso				
		Ieusin	5,42			
		Leusin	4,76			
		Iisin	10,65			
		Taurin	17,53			
		Sistein	2,05			
		NH3	4,33			
		Orn	0,51			

Sumber : Fahmi, et al. (2007)

2.8 Siklus Hidup Maggot

Telur serangga *H. illucense* menetas setelah 3-6 hari, hal ini sama dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Myers, et al. (2008); Tomberlin, et al. (2002); dan Sheppard, et al. (2002). Larva serangga *H. illucense* lebih dikenal dengan istilah maggot (Fahmi, et al. 2009), merupakan fase yang paling lama dalam siklus hidupnya. Hal ini berbeda dengan serangga domestic seperti Chaliforidae dan

Mucidae yang memiliki fase larva lebih pendek dibandingkan dengan fase dewasa (*fly*) Asnil (2006). Fase dewasa serangga *H. illucense* merupakan fase dengan yang cukup pendek yaitu 6-8 hari, jika dibandingkan dengan fase dewasa serangga omestic yang memiliki fase dewasa selama 2 hingga 3 bulan, fenomena ini menunjukkan larva *H. illucense* tidak terindikasi sebagai agen penyebaran penyakit (Asnil 2009; Tomberlin, et al. 2002). Penjelasan fase siklus hidup *Black soldier* tersebut dapat dilihat lebih jelas pada **Gambar 3**. Maggot mengalami beberapa tahapan selama siklus hidupnya, yang diawali dengan telur yang dihasilkan oleh *black soldier*, kemudian telur menetas menjadi larva, larva berkembang menjadi pupa, dan akhirnya pupa menjadi *black soldier* dewasa.



Gambar 3. Siklus Hidup *Black Soldier* (Diener, 2009)

2.9 Syarat Media Budidaya Maggot

Larva lalat BSF dapat tumbuh dan berkembang subur pada media organik, seperti BIS, kotoran sapi, kotoran babi, kotoran ayam, sampah buah dan limbah organik lainnya. Kemampuan larva BSF ini adalah dapat hidup pada berbagai media yang terkait dengan karakteristiknya yang mempunyai toleransi pH yang cukup luas (Mangunwardoyo, et al. 2011).

Kualitas dan kuantitas media



perkembangan larva lalat sangat mempengaruhi kandungan nutrien tubuh serta keberlangsungan hidup larva pada setiap instar dan tahap metamorfosis selanjutnya (Gobbi, *et al.* 2013; Makkar, *et al.* 2014). De Haas, *et al.* (2006) menyatakan bahwa kualitas media perkembangan larva berkorelasi positif dengan panjang larva dan persentase daya tahan hidup lalat dewasa. Jumlah dan jenis media yang kurang mengandung nutrien dapat menyebabkan bobot pupa kurang dari normal, akibatnya pupa tidak dapat berkembang menjadi lalat dewasa (Wardhana dan Muhsirini, 2004).

Suhu merupakan salah satu faktor yang berperan dalam siklus hidup BSF. Suhu yang lebih hangat atau di atas 30°C menyebabkan lalat dewasa menjadilebih aktif dan produktif. Suhu optimal larva untuk tumbuh dan berkembang adalah 30°C tetapi pada suhu 36°C menyebabkan pupa tidak dapat mempertahankan hidupnya sehingga tidak mampu menetas menjadi lalat dewasa. Pemeliharaan larva dan pupa BSF pada suhu 27°C berkembang empat hari lebih lambat dibanding dengan suhu 30°C (Tomberlin, *et al.* 2009).

2.10 Media Budidaya Maggot

2.10.1 Limbah Organik

Undang-undang Nomor 18 Tahun 2008 menyebutkan bahwa sampah adalah sisa kegiatan sehari-hari manusia dan/atau proses alam yang ber-bentuk padat; adapun pengelolaan sampah merupakan kegiatan yang sistematis, menyeluruh, dan berkesinambungan yang meliputi pengurangan dan penanganan sampah. Saat ini hampir semua negara berkembang memiliki permasalahan dalam pengelolaan sampah (Dortman, 2015) termasuk di Indonesia.

Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) menyebutkan bahwa jumlah timbulan sampah di Indonesia telah mencapai 175.000 ton/hari atau setara 64 juta ton/tahun dengan pengelolaan diangkut dan ditimbun di TPA sebanyak 69%, dikubur 10%, dikompos dan didaur ulang 7%, dibakar 5%, dan si-

sanya tidak terkelola 7%. Mengacu pada data tersebut terlihat saat ini pengelolaan sampah masih terkonsen-trasi di Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) sampah tanpa melalui proses 3R (*reduce, recycle, reuse*) di sumber dengan melibatkan partisipasi masyarakat. Kondisi ini menjadi faktor utama beban TPA menjadi berat dan umur penggunaannya semakin pendek (Suyanto, et al. 2015).

Sampah organik didominasi oleh sampah makanan (produk hewani dan nabati), sayur-sayuran, buah-buahan, limbah ikan, limbah pertanian dan perkebunan, limbah kayu, daun-daunan, ranting, serta kotoran hewan dan manusia. Sampah organik tersebut apabila tidak ditangani dengan baik dapat menjadi sumber penyebab penyakit, sumber pencemar yang menghasilkan limbah cairan lindi yang dapat mencemari air tanah, dan gas menghasilkan metan mencemari udara penyebab pemanasan global serta dapat menimbulkan bau busuk.

2.10.2 Ampas Tahu

Ampas tahu merupakan hasil sampingan dari proses pembuatan tahu.

Industri pengolahan tahu banyak terdapat di Indonesia, khususnya di Pulau Jawa, karena tahu termasuk bahan makanan yang digemari masyarakat. Ampas tahu adalah bahan sisa dalam bentuk padatan dari bubur kedelai yang diperas pada saat pembuatan tahu. Ampas ini memiliki sifat yang cepat basi dan berbau tidak sedap kalau tidak segera ditangani dengan cepat. Ampas tahu akan mulai menimbulkan bau yang tidak sedap, 12 jam setelah dihasilkan (Suprapti, 2005).

Ampas tahu merupakan limbah industri pengolahan tahu. Selama ini, ampas tahu telah banyak dimanfaatkan sebagai kerupuk ampas tahu, abon ampas tahu, dan dijadikan tepung dalam pembuatan berbagai makanan seperti kue kering dan cake. Selain itu, ampas tahu juga dimanfaatkan sebagai pakan ternak (Kaswinarni, 2007). Ampas tahu merupakan limbah hasil industri tahu yang kandungan gizinya cukup tinggi. Menurut Mursining (2006) kandungan gizi dalam ampas tahu adalah

protein 21,23%, lemak 16,22%, karbohidrat 19%, serat kasar 29,59%, kadar abu 5,45%, dan air 9,84%.

2.10.3 Tepung Pollard

Wheat pollard biasa dikenal dengan dedak gandum yang merupakan salah satu hasil ikutan dari proses penggilingan gandum menjadi tepung terigu. Menurut North (1978), bahwa gandum dan hasil ikutannya seperti *bran*, *pollard* telah banyak digunakan sebagai bahan pakan ternak. Dalam proses produksi tepung terigu dihasilkan tepung terigu sebanyak 74% dan limbahnya berupa *bran* 10 %, *pollard* 13 % dan bahan untuk lem kayu lapis 3 %. Protein kasar pada *pollard* 17.98% (Nadhifah, et al. 2012) dan serat kasar 8.81%. Menurut Triharyanto (2001), bahwa *Wheat pollard* (dedak gandum) memiliki nilai Energi Metabolisme (kkal/kg) 1.140, protein 11,8 %, lemak 3,0 % dan serat kasar 11,2 %.

Pollard merupakan kulit ari gandum yang halus, mempunyai kandungan serat dan protein yang cukup, biasanya digunakan untuk meningkatkan kandungan serat pada makanan (terutama roti *whole wheat*) dan dapat juga dijadikan pakan ternak. Hasil samping penggilingan gandum ini merupakan sumber protein yang digunakan sebagai pakan ternak (Phang, 2001).

2.11 Kualitas Air Ikan

Kualitas air salah satu faktor penentu kelancaran budidaya, yang meliputi suhu, pH, DO, alkalinitas, nitrat dll. Untuk ikan mas pH yang bagus berkisar antara 7 - 8. Untuk oksigen yang terlarut dalam air berkisar antara 5 - 6 ppm dan untuk suhu berkisar antara 20 - 25 °C (Ghufran, et al. 2007) Kondisi kualitas air sangat mendukung kelangsungan hidup ikan mas dan baung. Hasil pengamatan kualitas air, suhu berada pada kondisi yang baik yaitu berkisar antara 27,0 – 29,0 C, pH berkisar antara 6,0 – 7,0.kisaran oksigen terlarut juga cukup baik untuk kehidupan

ikan yaitu antara 3,0 – 4,3 ppm. Kondisi oksigen terlarut masih dianggap layak untuk budidaya ikan (Tossin, *et al.* 2008). Ikan mas (*C. carpio*) masuk kedalam golongan family *cyprinidae*, memiliki tempat hidup (habitat) di perairan tawar yang tidak terlalu dalam dan tidak terlalu deras, misalnya di pinggiran sungai atau danau. Ikan ini dapat hidup baik pada ketinggian 150-600 m di atas permukaan laut (dpl) dan pada suhu 25-30°C (Praseno, *et al.* 2010).

Derajat keasaman (pH) adalah suatu ukuran dari konsentrasi ion hidrogen yang menunjukkan suasana air tersebut bereaksi asam atau basa. Pada umumnya pH yang sangat cocok untuk semua jenis ikan berkisar antara 6,7 – 8,6. Saputra, *et al.* (2010), menambahkan bahwa keasaman (pH) air pada media pemeliharaan berkisar antara 6,32-7,85. Kondisi keasaman perairan pada media pemeliharaan tidak mempengaruhi pertumbuhan ikan mas (*C. carpio*) yang dipelihara, karena masih dalam kondisi optimum untuk pertumbuhan yaitu berkisar antara 6-8.

Kandungan oksigen terlarut (DO) pada media pemeliharaan berkisar antara 3,60-6,03 mg/L. Kondisi ini sangat baik untuk pertumbuhan ikan mas (*C. carpio*) yang dipelihara, karena nilai DO sekitar 4-5 mg/L saja sudah sangat baik untuk pemeliharaan ikan mas (*C. carpio*) (Saputra, *et al.* 2010). Mantau dan Sudarty (2011), menambahkan bahwa kisaran oksigen terlarut untuk ikan mas (*C. carpio*) yang optimal antara 3-6 ppm.



3. KERANGKA PENELITIAN

3.1 Landasan Teori

Ikan mas (*Cyprinus carpio* L.) termasuk salah satu komoditas sektor perikanan air tawar yang terus berkembang pesat dari waktu ke waktu. Rasa dagingnya enak dan gurih, kandungan proteinnya cukup tinggi. Tidak mengherankan jika banyak diminati konsumen (Khairuman, et al. 2002). Budidaya ikan mas (*Cyprinus carpio* L.) telah lama berkembang di Indonesia. Selain mudah dibudidaya peluang usaha ikan mas cukup menjanjikan. Permintaan pasarnya tinggi, namun pasokan rendah. Keadaan ini menjadikan harga ikan mas cukup menguntungkan (Susanto dan Rochdianto, 2007). Pada kegiatan budidaya, pakan merupakan salah satu hal yang mempunyai peranan sangat penting dalam peningkatan produksi. Pakan sendiri juga sangat dibutuhkan oleh ikan untuk bertahan hidup. Kenaikan harga pakan membuat para pembudidaya mengalami kerugian karena biaya produksi juga ikut mengalami peningkatan, serta jumlah pemberian pakan yang baik bagi perkembangan budidaya ikan mas ini juga perlu diperhatikan.

Sumber energi untuk proses pertumbuhan didapat dari pakan yang dimakan oleh ikan. Komponen utama energi pada pakan ikan berasal dari protein, lemak dan karbohidrat yang dibantu oleh vitamin dan mineral dalam pemanfaatannya. Apabila dukungan energi dalam pakan yang tidak cukup yang berasal dari lemak dan karbohidrat maka pertumbuhan ikan akan terhambat. Hal ini disebabkan kekurangan energi untuk metabolisme seperti untuk respirasi, transport ion, pengaturan suhu tubuh dan aktivitas lainnya diambil dari nutrien protein, sehingga protein ikan dirombak untuk menghasilkan energi, sehingga fungsi protein sebagai pembangun jaringan tubuh akan berkurang. Demikian pula apabila kandungan lemak dan karbohidrat berlebih maka kandungan energi pakan terlalu

tinggi sehingga akan mempengaruhi jumlah pakan yang dikonsumsi oleh ikan yang pada akhirnya pertumbuhan ikan menjadi lambat. Ikan dapat tumbuh dengan baik apabila komponen pakan lengkap dan berimbang dalam pakannya. Protein merupakan nutrien pakan yang harganya relatif mahal karena bahan pakan tersebut masih berasal dari impor. Peran protein sangat penting bagi tubuh ikan, karena protein mempunyai fungsi sebagai zat pembangun, zat pengatur dan zat pembakar. Pemanfaatan protein bagi pertumbuhan ikan dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain yaitu: ukuran, kualitas protein, kandungan energi pakan, suhu air serta tingkat pemberian pakan pada ikan. Protein merupakan nutrien yang relatif mahal dibandingkan dengan nutrien lainnya yang terkandung dalam pakan ikan, oleh karena itu harus ada keseimbangan antara protein dan sumber energi nonprotein lainnya dalam komposisi pakan (Ghufran dan Kordi, 2007).

Tingginya harga pakan dari pabrik disebabkan bahan baku utama pakan ikan yang juga mengalami peningkatan harga. Oleh karena itu, harus dikembangkan formulasi pakan yang memiliki efisiensi pakan yang tinggi dengan biaya produksi pakan yang serendah mungkin, tetapi tidak mengurangi kandungan nutrien yang terdapat dalam pakan (Arie, 2009). Untuk menekan biaya produksi salah satu cara yang dapat dilakukan yaitu dengan penggunaan bahan baku yang memiliki nilai gizi tinggi dan harganya relatif murah tetapi penggunaannya tidak bersaing dengan bahan makanan manusia (Murtidjo, 2001). Maggot merupakan bahan alternatif pengganti tepung ikan karena tidak bersaing.

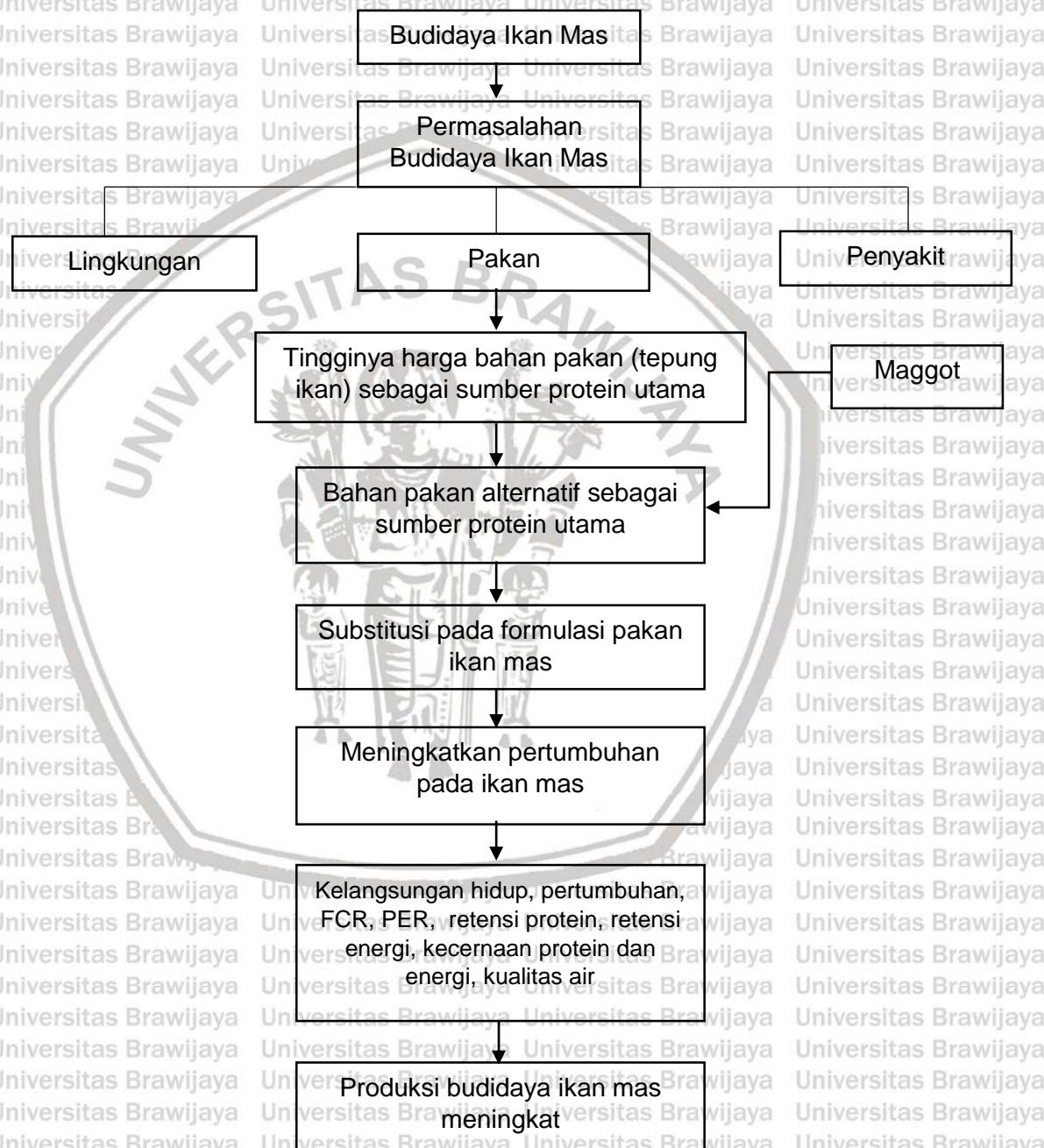
Budidaya maggot dapat dilakukan dengan menggunakan media yang mengandung bahan organik dan berbasis limbah ataupun hasil samping kegiatan agroindustri (Catur, 2012). Oleh karena itu, untuk menunjang keberhasilan suatu budidaya maggot, perlu diketahui media apakah yang optimal bagi pertumbuhan dan perkembangbiakan maggot tersebut.



3.2 Kerangka Konsep

Merujuk daripada landasan teori yang telah di jelaskan, perlu diteliti tentang

media apa yang terbaik untuk pertumbuhan maggot yang di mana nantinya akan digunakan sebagai sumber protein utama pakan untuk ikan mas. Kerangka konsep dari penelitian yang akan dilakukan, ditunjukan pada **Gambar 4.**



Gambar 4. Kerangka Konsep Penelitian



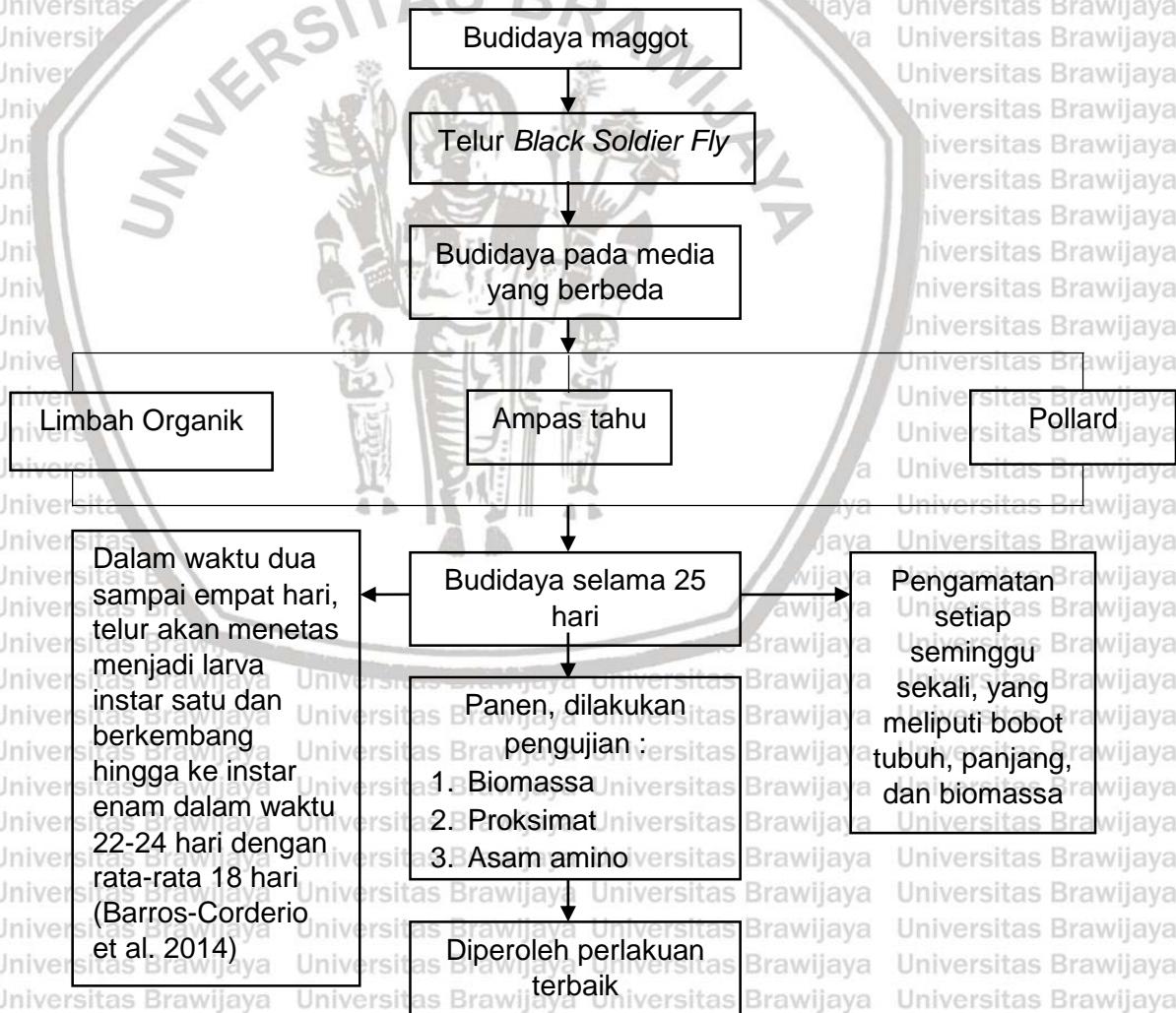
3.3 Hipotesis

Hipotesis alternatif dari penelitian yang dilakukan ini adalah :

- H₀ : Budidaya maggot dengan media yang berbeda tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan, kandungan nutrisi, dan asam amino maggot yang selanjutnya akan disubstitusikan pada pakan untuk pertumbuhan ikan mas.
- H₁ : Budidaya maggot dengan media yang berbeda berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan, kandungan nutrisi, dan asam amino maggot yang selanjutnya akan disubstitusikan pada pakan untuk pertumbuhan ikan mas.

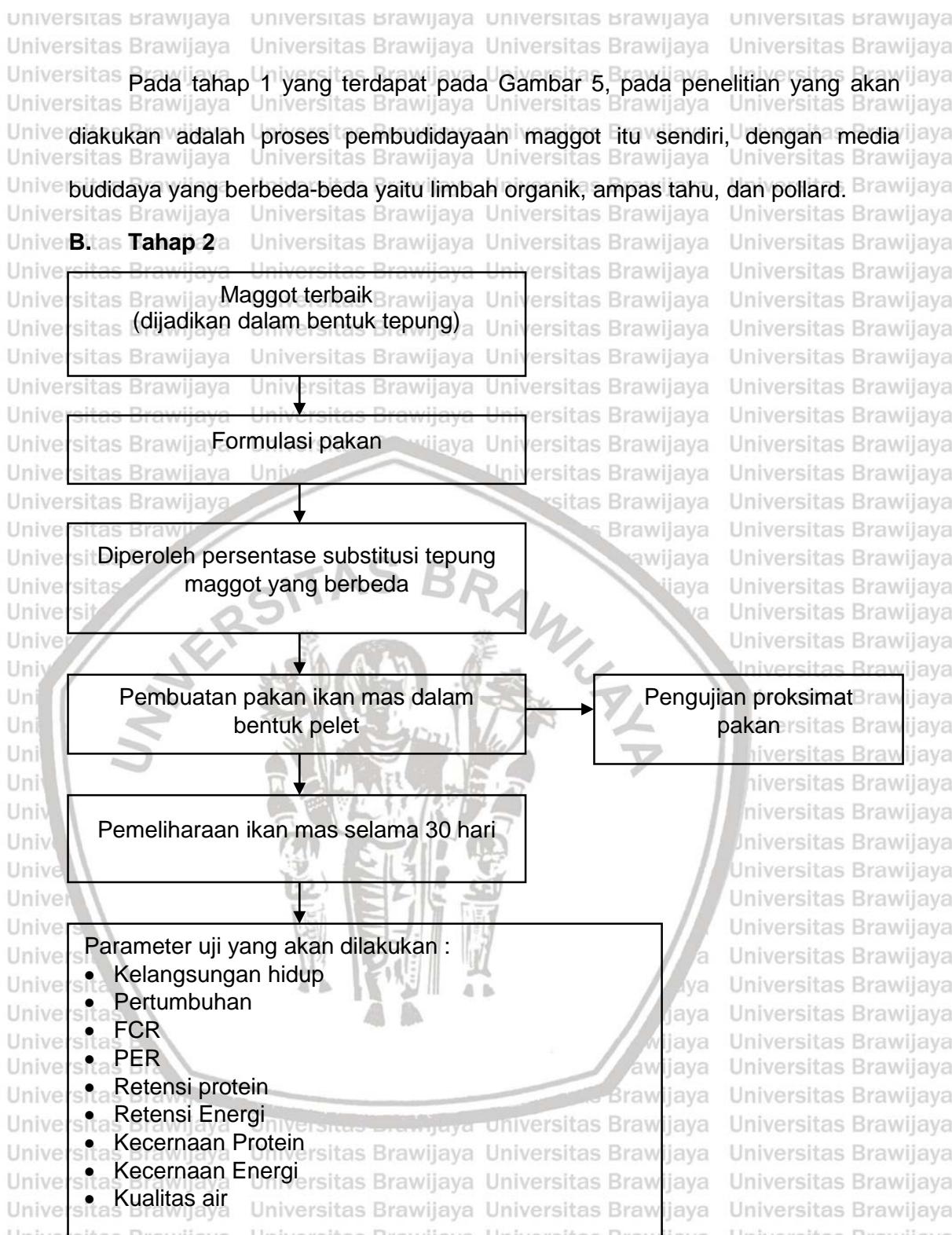
3.4 Kerangka Operasional

A. Tahap 1



Gambar 5. Kerangka Operasional Proses Budidaya Maggot (Tahap 1)





Gambar 6. Kerangka Operasional Substitusi Formulasi Pakan (Tahap 2)

Pada tahap 2 yang ditunjukkan pada Gambar 6, penelitian yang dilakukan adalah mensubstitusi tepung maggot yang sudah dibudidayakan sesuai proses yang ditunjukkan pada Gambar 5 pada formulasi pakan untuk ikan mas sebagai

sumber protein utama pengganti tepung ikan. Maggot akan terlebih dahulu dijadikan dalam bentuk tepung sebelum di campur dengan bahan yang lain.



4.1 Waktu dan Tempat

Penelitian dilakukan di Laboratorium Budidaya Ikan Divisi Reproduksi Ikan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya. Analisis proksimat dilakukan di laboratorium Perekayasa Hasil Perikanan dan Laboratorium Nutrisi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya. Pengujian kandungan asam amino dilaksanakan di Laboratorium PT. Saraswanti Indo Genetech, Bogor. Uji biologis dilaksanakan selama 30 hari pada bulan Februari sampai dengan Maret 2019.

4.2 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimen. Menguji potensi tepung maggot (*Hermetia illucens*) yang berasal dari lalat tentara hitam (*Black Soldier Fly*) dalam formulasi pakan untuk pertumbuhan ikan mas (*Cyprinus carpio L.*). Pemberian substitusi tepung maggot diharapkan dapat mengurangi penggunaan tepung ikan sebagai sumber protein utama bagi kelulushidupan, daya cerna protein terbaik dan efisiensi pakan pada benih ikan mas.

4.3 Alat dan Bahan

4.3.1 Alat dan Bahan Pembuatan Pakan

Alat yang digunakan antara lain blender, timbangan, mesin pakan. Pakan yang digunakan adalah pakan buatan dengan kadar protein 33%, menurut Badan Standarisasi Nasional (2006) menyatakan bahwa benih ikan mas yang dipelihara secara intensif membutuhkan pakan berupa pellet ukuran remah dengan kadar protein tidak kurang dari 30%. Sumber protein berasal dari tepung ikan, tepung maggot, tepung kedelai, tepung dedak, tepung tapioka, CMC, Cr₂O₃, vitamin, dan mineral. Sebelum pakan dibuat, dilakukan analisis proksimat terhadap bahan baku pakan. Berdasarkan hasil dari analisis proksimat bahan baku kemudian

dibuat formulasi pakan yang nantinya formulasi tersebut sebagai acuan dalam pembuatan pelet.

4.3.2 Alat dan Bahan Uji biologis

Peralatan yang digunakan antara lain akuarium sebanyak 15 buah akuarium ukuran $50 \times 30 \times 30 \text{ cm}^3$, seser, baskom, ember, spon, baskom, ember dan timbangan. Selain itu juga digunakan peralatan penunjang antara lain bak dan selang serokan. Ikan yang digunakan untuk uji biologis adalah ikan mas. Ikan uji menggunakan benih ikan mas ukuran 5-7 cm. Gambar pelaksanaan penelitian dapat dilihat pada Lampiran 1.

4.3.3 Alat dan Bahan Analisis Proksimat

Analisis proksimat bahan pakan menurut AOAC (1995) terdiri dari : kadar air, kadar protein, kadar lemak dan kadar abu. Prosedur uji proksimat dapat dilihat pada Lampiran 2.

a. Analisis Kandungan Air

Peralatan yang digunakan dalam analisis kandungan air adalah oven 105°C , cawan porselen, timbangan analitis. Bahan yang digunakan adalah Alumunium foil, sample uji, Eksikator (silika gel).

b. Analisis Kadar Protein

Alat dan bahan yang digunakan adalah : sampel, H_2SO_4 pekat, tablet kjeldhal, Zn, NaOH 45 %, HCl 0,1 N, NaOH 0,1 N, Aquades, Phenophthalin 1%, tabung kjeldhal, erlenmeyer, gelas ukur 5, 25 dan 50 mL, buret, corong, pipet volume 5, 10 dan 25 mL, alat destruksi dan destilasi.

c. Analisis Kadar Abu

Peralatan yang digunakan antara lain oven, cawan porselen, timbangan, eksikator (silika gel). Analisis kadar abu menggunakan metode pengabuan dengan pemanasan pada $550\text{--}600^\circ\text{C}$. Bahan yang digunakan adalah sample uji. Bahan organik yang tidak terbakar disebut abu.

d. Analisis Kadar Lemak

Metode yang digunakan adalah metode ekstraksi soxhlet. Alat yang digunakan adalah alat ekstraksi Goldfish, beaker glas khusus lemak, oven vaccum pada suhu 80°C, alat porselen, gelas ukur, timbangan dan desikator. Bahan yang digunakan adalah sample uji dan pelarut N-Heksan.

4.3.4 Alat dan bahan Pembuatan Tepung Maggot

Alat yang digunakan antara lain pisau, panci, blender dan timbangan. Bahan yang digunakan dalam pembuatan Tepung maggot adalah maggot yang sudah dikeringkan.

4.3.5 Alat dan Bahan Analisis Kualitas Air

Analisis kualitas air meliputi aspek fisika dan kimia air yaitu suhu, pH, DO, dan kadar ammonia. Peralatan yang digunakan antara lain thermometer, pH meter, DO meter dan NH₃ kit,

4.3.6 Alat dan Bahan Analisis Asam Amino

Analisis asam amino dengan menggunakan Ultra Performance Liquid Chromatography (UPLC). Alat yang digunakan dalam pengujian analisis asam amino berupa tabung reaksi, oven, labu takar, vortex, inkubator, kertas saring, pompa vacum, dan tabung vial. Bahan yang digunakan berupa HCL, aquabides, kalium borat, dan flour borate.

4.4 Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan secara eksperimen, menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat perlakuan dan tiga kali ulangan. Menurut Maryanti (2010), Rancangan Acak Lengkap (RAL) yaitu rancangan yang digunakan untuk percobaan yang mempunyai media atau tempat percobaan yang seragam atau homogen, sehingga banyak digunakan untuk percobaan di laboratorium. Penelitian dilaksanakan dalam dua tahap, yaitu pengujian penelitian secara kimia dan percobaan pengujian pakan secara biologi. Subana dan Sudrajat (2005),



penelitian dilakukan untuk mengetahui sebab akibat melalui manipulasi variable bebas seperti perlakuan dan menguji perubahan-perubahan yang diakibatkan oleh perlakuan tersebut. Pada dasarnya penelitian ini adalah mengadakan penelitian untuk melihat suatu hasil, dimana hasil yang didapat menegaskan bagaimana kedudukan hubungan kausal antara variable-variable yang diselidiki.

4.5 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian ini dilakukan dalam dua tahapan yaitu tahap 1 merupakan tahapan pendahuluan dan tahap 2 merupakan penelitian inti :

1. Tahap I (Budidaya Maggot)

Tahap pertama adalah budidaya maggot yang nantinya akan digunakan sebagai substansi tepung ikan. Wadah pemeliharaan maggot yang digunakan dalam penelitian ini adalah baskom persegi yang sudah di modifikasi dengan beri lobang pada bagian bawahnya sebagai jalan keluar air yang dihasilkan dari media. Penggunaan ember sendiri sebanyak 9 buah dengan banyak tiap media sebesar 500 g dengan pemberian telur maggot sebesar 0,10 g tiap wadah. Media pemeliharaan berupa ampas tahu, tepung polar, dan limbah organik, untuk media tepung polar ditambahkan sedikit air dengan perbandingan media dan air sebesar 1: 2 yang bertujuan supaya kondisi media menjadi lembab. Telur maggot dipelihara pada tempat yang tidak terkena sinar matahari secara langsung dan harus dalam kondisi lembab dengan masa pemeliharaan kurang lebih 25 hari. Maggot yang sudah memasuki masa panen di pisahkan dari media pemeliharaan setelah itu dapat disimpan di dalam freezer selama 24 jam yang bertujuan untuk membunuh maggot tanpa merusak kandungan nutrisinya. Keesokan harinya maggot bisa langsung untuk dijemur supaya kering dan kemudian bisa di blender untuk dijadikan dalam bentuk tepung yang nantinya akan digunakan sebagai substitusi tepung ikan sebagai sumber protein utama di dalam formulasi pakan.



2. Tahap II (in Vivo)

Uji biologis adalah penelitian substitusi pemberian pakan yang mengandung tepung maggot terhadap tepung ikan dalam proses pertumbuhan, efisiensi pakan dan daya cerna ikan mas. Formulasi pakan terdiri dari bahan utama yaitu tepung ikan tepung maggot, tepung kedelai, dan tepung dedak. Bahan pelengkap untuk pemenuhan kebutuhan energi adalah tapioka, ditambah CMC sebagai pengikat,

Cr_2O_3 serta vitamin dan mineral. Pakan yang dibuat berdasarkan kebutuhan nutrisi yaitu sebesar 33%. Benih ikan mas yang dipakai berukuran rata-rata 5-7 cm.

Perbandingan sumbangan protein hewani dan nabati adalah 55:45. Perbandingan tepung kedelai dan dedak sebesar 95:5. Pada tahap II ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan dan masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali. Perlakuan pada penelitian ini adalah substitusi protein tepung maggot terhadap tepung ikan sebagai berikut : A (0%), B (25%), C (50%), D (75%) dan E (100%). Perlakuan uji biologis ikan mas dilaksanakan di Laboratori Reproduksi Ikan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya. Komposisi bahan dan formula pakan percobaan yang digunakan dapat dilihat pada **Tabel 2** dan **3**.

Tabel 2. Komposisi bahan pakan percobaan

Jenis Bahan	Kadar Kering (%)	Kadar air (%)	Protein (%)	Lemak (%)	Kadar Abu (%)	Serat Kasar (%)	BETN **	Energi kkal/g ***
Tepung ikan*	89,15	10,85	58,22	5,73	22,75	3,50	9,80	2,75
T. Maggot*	93,64	6,36	54,34	16,02	10,00	10,83	8,82	3,42
T.Kedelai*	92,83	7,17	33,63	22,41	5,30	8,41	30,25	3,75
T. Dedak*	89,68	10,32	10,01	11,01	7,17	8,89	62,92	2,82
T.Tapioka*	91,59	8,41	0,14	0,04	0,05	0,80	98,96	2,48

Keterangan

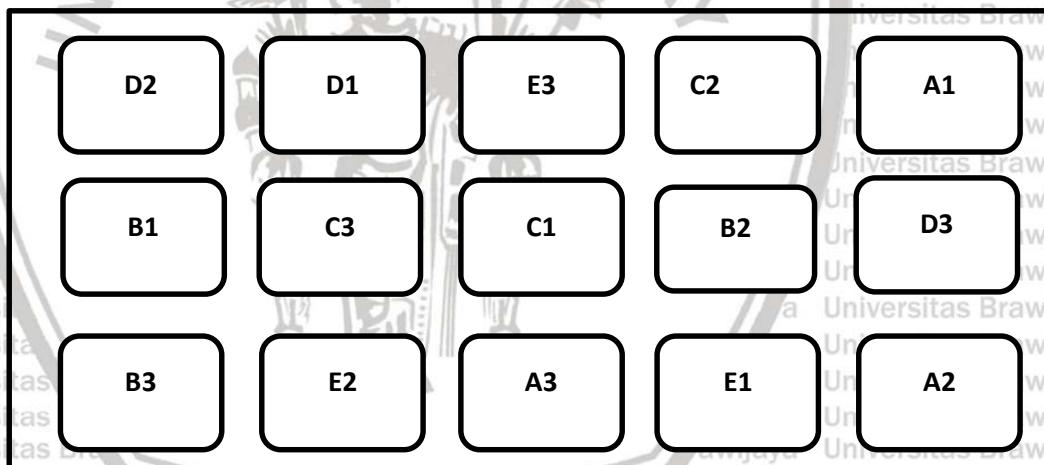
* : Hasil Analisis Proksimat Perekayasa Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya

** : BETN = 100-Protein-Lemak-Kadar Abu-Kadar Serat

*** : Energi = (3,5 x % Protein) + (8,1 x %Lemak) + (2,5 x %BETN)

Jenis Bahan (%)	PERLAKUAN				
	A (0:100)	B (25:75)	C (50:50)	D (75:25)	E (100:0)
T. Ikan	37,41	28,06	18,71	9,35	0,00
T. Maggot	0,00	10,02	20,04	30,06	40,08
T. Kedelai	30,03	30,03	30,03	30,03	30,03
T. Dedak	11,21	11,21	11,21	11,21	11,21
Tapioka	16,48	13,03	9,57	6,12	2,66
Cr ₂ O ₃	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Vitamin dan Mineral	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
CMC Brawijaya	2,37	5,16	7,95	10,73	13,52
Jumlah (%)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Protein (%)	33,00	33,00	33,00	33,00	33,00
Energi (kkal/g)	287,78	287,78	287,78	287,78	287,78

Denah penempatan akuarium penelitian dilakukan secara acak (Steel dan Torrie, 1993) disajikan pada Gambar 7.



Gambar 7. Denah Letak Akuarium Percobaan

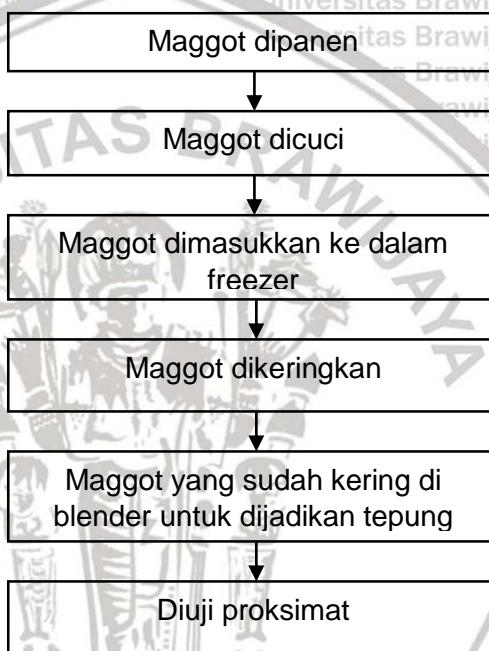
Keterangan : Gambar (A, B, C, D, E) : Perlakuan
Gambar (1, 2, 3) : Ulangan

4.5.1 Persiapan penelitian

Persiapan Pembuatan Tepung Maggot

Prosedur pembuatan tepung maggot sebagai berikut:

1. Maggot yang sudah dalam masa waktunya dipisahkan dari medianya, kemudian dicuci;
2. Maggot di masukkan ke dalam freezer (cara membunuh maggot) selama 1 hari;
3. Maggot dikeringkan \pm 3 hari pada suhu 30°C;
4. Maggot yang sudah kering kemudian di blender untuk dijadikan tepung;
5. Maggot yang sudah dalam bentuk tepung kemudian diuji kandungan proksimatnya sebelum dibuat pakan



Gambar 8. Alur Pembuatan Tepung Maggot

4.5.2 Pelaksanaan Penelitian

➤ Penyiapan Bahan Baku Pakan

1. Menyiapkan bahan baku seperti : tepung ikan, tepung maggot, tepung kedelai, dedak, tapioka;
2. Masing-masing bahan dilakukan uji proksimat bahan baku yaitu untuk mengetahui kandungan protein, lemak, abu, serat kasar dan kandungan air.

➤ Pembuatan Formulasi Pakan

1. Menghitung dan menyusun formulasi pakan penelitian berdasarkan analisis proksimat bahan tepung ikan, tepung kedelai, bekatal, ijaya Cr₂O₃, serta vitamin mix dan mineral dengan kandungan protein 33%;
2. Bahan ditimbang sesuai dengan formulasi pakan kemudian dicampurkan sampai homogen. Pencampuran bahan dilakukan dengan cara bahan yang sedikit mula-mula dicampur lagi dengan bahan yang lebih banyak.
3. Setelah tercampur kemudian bahan di cetak dan pengeringan dalam oven suhu 30°C dan diangin-anginkan supaya kering;
4. Pakan uji setelah kering dianalisis proksimat.

➤ Pelaksanaan Uji Biologis

1. Ikan mas diaklimatisasi dalam wadah akuarium selama 7 hari terhadap lingkungan dan pakan, sehari sebelum penelitian ikan dipuaskan lalu ditimbang untuk mengetahui bobot awal ikan;
2. Ikan yang ditebar berukuran 5-7 cm dan bobot rata-rata, dengan kepadatan 15 ekor per akuarium .
3. Pakan uji diberikan sebanyak 5% dari berat biomas, frekuensi pemberian pakan sebanyak 3 kali sehari pada pagi hari pukul 7.00, 12.00, dan 16.00.
4. Berat ikan ditimbang setiap 10 hari sekali untuk mengetahui pertambahan biomas ikan dan penyesuaian jumlah pakan;
5. Menganalisis proksimat dan energi ikan mas sebelum dan sesudah dilakukan pemeliharaan untuk mengetahui parameter uji retensi protein dan retensi energi ikan mas;



6. Pembersihan akuarium, seperti penyipiran dilakukan setiap pagi hari sebelum ikan diberi pakan, sedangkan untuk perlakuan pergantian air dilakukan setiap 10 hari sekali agar parameter kualitas air tetap terjaga, dan setelah diberi pakan setiap (1-2 Jam) dilakukan juga pengambilan feses untuk proses perhitungan daya cerna.

7. Perlakukan pengambilan feses ikan mas setiap perlakuan untuk perhitungan daya cerna ikan dengan cara disifon feses yang keluar dari tubuh ikan yang sudah terkumpul di dalam akuarium, di saring dengan menggunakan kain saring. Feses yang sudah terkumpul kemudian angin-anginkan hingga kering.

4.5.3 Parameter Penelitian

a. Tingkat Kelangsungan Hidup (SR)

Survival rate (SR) adalah jumlah ikan yang hidup pada akhir penelitian (Degani dan Lenovon, 1983). Tingkat kelangsungan hidup dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$SR = \frac{N_t}{N_0} \times 100 \%$$

SR = tingkat kelangsungan hidup (%)

N_t = jumlah ikan yang hidup pada akhir percobaan (ekor)

N₀ = jumlah ikan yang hidup pada awal percobaan (ekor)

b. Laju Pertumbuhan Spesifik / Specific Growth Rate (SGR)

Pengamatan pertumbuhan ikan uji dilakukan dengan penimbangan seluruh ikan penelitian secara individu setiap 10 hari dengan metode Huisman (1976).

Laju pertumbuhan dapat dihitung dengan menggunakan rumus (Takuechi, 1988) :

$$SGR = \frac{(In W_t - In W_0)}{\Delta t} \times 100\%$$

Keterangan :

SGR = laju pertumbuhan spesifik

Δt = lama pemeliharaan

W₀ = bobot rata-rata individu pada awal pemeliharaan (g)

W_t = bobot rata-rata individu pada akhir pemeliharaan (g)

c. Rasio Konversi Pakan / Feed Conversion Ratio (FCR)

Konversi pakan merupakan bilangan yang menunjukkan banyaknya pakan yang diberikan untuk menghasilkan 1 kg daging ikan (Huet, 1971). Konversi pakan merupakan gambaran efisiensi penggunaan pakan selama pemeliharaan ikan (Zonneveld, 1991). Nilai FCR dapat dihitung menggunakan rumus :

$$FCR = \frac{\Sigma P.BK}{\Delta W}$$

Keterangan :

FCR = rasio konversi pakan

$\Sigma P.BK$ = jumlah pakan yang diberikan (g)

ΔW = pertambahan berat ikan selama pemeliharaan (g)

d. Rasio Efisiensi Protein / Protein Efficiency Ratio (PER)

Rasio efisiensi protein merupakan nilai perbandingan antara rata-rata pertambahan berat ikan selama pemeliharaan dengan jumlah konsumsi protein ikan (De Silva dan Anderson, 1995). Rumus PER sebagai berikut:

$$PER = \frac{Wt - W0}{\Sigma P.BK}$$

Keterangan :

PER = Rasio efisiensi protein (%)

$W0$ = Berat rata-rata ikan pada awal pemeliharaan (g)

Wt = Berat rata-rata ikan pada akhir pemeliharaan (g)

$\Sigma P.BK$ = Jumlah pakan yang diberikan (g)

e. Retensi Protein

Retensi protein merupakan persentase dari jumlah protein yang dapat diserap dan dimanfaatkan oleh tubuh ikan untuk metabolisme, membangun dan memperbaiki sel-sel tubuh yang rusak selama pemeliharaan (Buwono, 2002).

$$RP = \frac{\Sigma Pt - \Sigma P0}{\Sigma PP} \times 100 \%$$

Keterangan :

RP = Retensi protein

$\Sigma P0$ = Jumlah Protein Tubuh awal (g)

ΣPt = Jumlah Protein Tubuh akhir (g)

ΣPP = Jumlah Protein pakan (g)



f. Retensi Energi

Retensi energi pada ikan merupakan suatu gambaran dari pada pemanfaatan energi bagi tubuh ikan selama masa pemeliharaan (Buwono, 2002).

Nilai retensi energi dihitung menggunakan rumus :

$$RE = \frac{\sum GE_t - \sum GE_0}{\sum GE_P} \times 100 \%$$

Keterangan

RE = Retensi Protein

$\sum GE_0$ = Jumlah Protein Tubuh awal (g)

$\sum GE_t$ = Jumlah Protein Tubuh akhir (g)

$\sum GE_P$ = Jumlah Protein pakan (g)

g. Daya Cerna

Pengukuran daya cerna dalam penelitian ini adalah dengan metode tidak langsung atau melalui pengujian pada uji biologis terhadap ikan mas (in vivo).

Metode yang digunakan dengan menambahkan indikator Cr_2O_3 pada pakan yang diberikan. Parameter kecernaan yang diukur adalah kecernaan total dan kecernaan nutrien yang meliputi kecernaan protein, karbohidrat dan energi.

Rumus perhitungan daya cerna nutrient (*apparent digestibility /AD*) menurut

Takeuchi (1988) adalah sebagai berikut

$$DCP = 1 - \left(\frac{Cf \times Cp}{Nf \times Np} \right) \times 100\%$$

Keterangan:

DC = Daya cerna (%)

Cf = Persentase Cr_2O_3 dalam feses (%)

Cp = Persentase Cr_2O_3 dalam pakan (%)

Nf = Persentase nutrien dalam feses (%)

Np = Persentase nutrien dalam pakan (%)

h. Analisis Kimia Air

Pengamatan kualitas air meliputi fisika dan kimia air: suhu, oksigen terlarut (DO) dan derajat keasaman (pH). Pengamatan dilakukan setiap hari pukul 06.00

dan pukul 15.00 WIB.



4.6 Analisis Data

Analisis data Tahap I dan Tahap II pengamatan penelitian menggunakan analisis kuantitatif meliputi kelulushidupan (*Survival rate*), laju pertumbuhan spesifik (*Specific growth rate*), rasio konversi pakan (*Feed conversion ratio*), rasio efisiensi protein (*Protein efficiency ratio*), retensi protein, retensi energi, daya cerna protein, dan daya cerna energi. Pengujian dianalisis menggunakan sidik ragam (ANOVA), analisis tersebut digunakan untuk menguji adanya pengaruh perlakuan yang kemudian dilanjutkan menggunakan uji beda nyata terkecil (BNT). Uji dilanjutkan dengan analisis polinominal orthogonal untuk mengetahui uji respon dalam mendapatkan nilai perlakuan terbaik.



universitas Brawijaya
 Universitas Brawijaya
 Universitas Brawijaya
 Universitas Brawijaya
 Universitas Brawijaya
 Universitas Brawijaya
 Universitas Brawijaya
5. HASIL DAN PEMBAHASAN
5.1 Hasil
5.1.1 Tahap 1 : Biomassa Maggot BSF

Berdasarkan hasil pengukuran biomass maggot yang dihasilkan pada tiap media pertumbuhan (limbah organik, ampas tahu, dan tepung pollard), terdapat jumlah biomassa yang berbeda di setiap wadah dan dosis media perlakuan.

Berikut beberapa hasil rata-rata biomass maggot pada beberapa media dan wadah pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil rata-rata biomass maggot BSF

No	Media	Dosis	Ulangan (g)			Total (g)	Rata-rata
			1	2	3		
1.	Limbah Organik	500 g	187,05	230,21	258,07	675,33	225,11
2.	Ampas Tahu	500 g	201,1	253,12	300,11	754,33	251,44
3.	Tepung Pollard	500 g	328,15	222,72	238,62	789,49	263,16

Tabel 5. Kandungan Nutrisi Media Pemeliharaan Maggot

No.	Media	Kandungan Nutrisi Media Pemeliharaan Maggot						
		Bahan Kering	Protein	Lemak	Abu	Air	Serat Kasar	BETN
1.	Limbah Organik	15,74	18,8	22,62	1,79	84,26	1,79	39,27
2.	Ampas Tahu	14,69	14,55	1,39	4,58	88,35	19,44	30,48
3.	Tepung Pollard	88,40	79,45	5,1	24,1	11,60	8,8	45

5.1.2 Hasil Analisis Proksimat Tepung Maggot

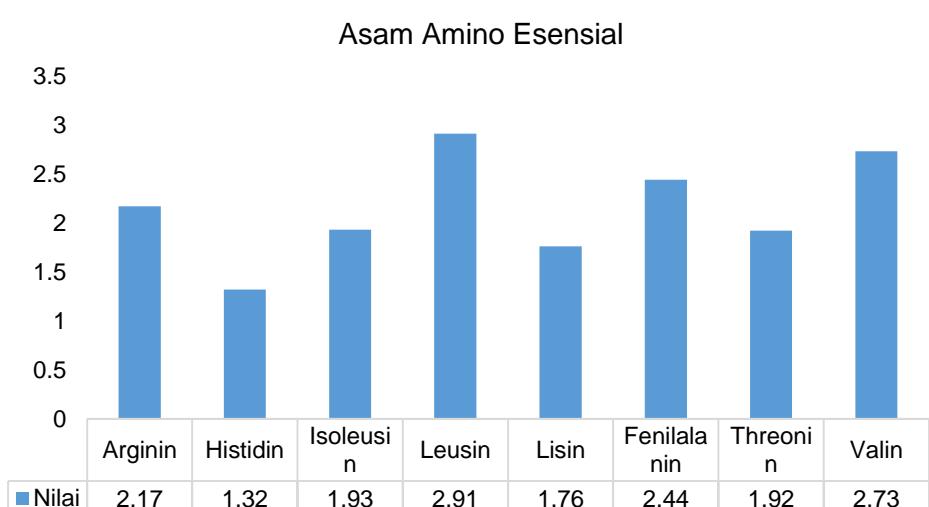
Berdasarkan hasil uji proksimat yang dilakukan diperoleh hasil pengujian kandungan nutrisi tepung maggot terdapat pada Tabel 6:

Tabel 6. Analisis Proksimat Tepung Maggot dari Media yang Berbeda

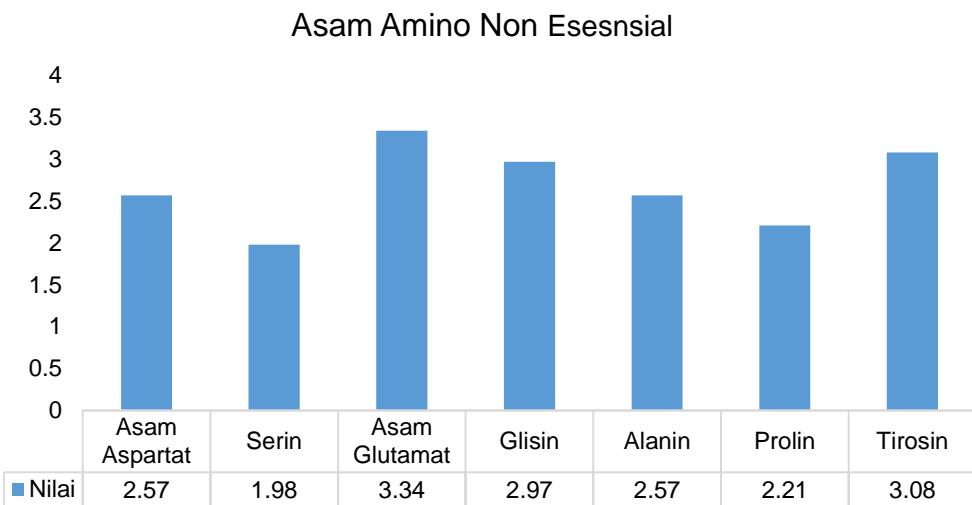
No.	Media	Kadar Kering	Analisa Proksimat			
			Protein	Lemak	Abu	Serat Kasar
1.	Limbah Organik	88,07	49,81	14,77	13,55	11,91
2.	Ampas Tahu	95,14	41,91	29,44	16,51	10,89
3.	Tepung Pollard	93,64	54,34	16,02	10,00	10,83

5.1.3 Asam Amino Tepung Maggot pada Media Tepung Pollard

Berdasarkan hasil pengujian asam amino menggunakan metode UPLC (*Ultra Performance Liquid Chromatography*) ditemukan 15 asam amino pada tepung maggot, yang terdiri dari 8 jenis asam amino esensial (Gambar 9) dan 7 jenis asam amino non esensial (Gambar 10).



Gambar 9. Kandungan asam amino esensial pada tepung maggot



Gambar 10. Kandungan asam amino non esensial pada tepung maggot

5.2 Tahap 2 : Uji Biologis Pakan pada Ikan Mas

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh hasil kelulushidupan (*Survival rate*), laju pertumbuhan spesifik (*Spesific growth rate*), rasio konversi pakan (*Feed conversion ratio*), rasio efisiensi protein (*Protein efficiency ratio*), retensi protein, retensi energi, daya cerna protein dan daya cerna energi pada ikan mas (*Cyprinus carpio L.*) seperti yang tertera pada Tabel 7 di bawah ini.

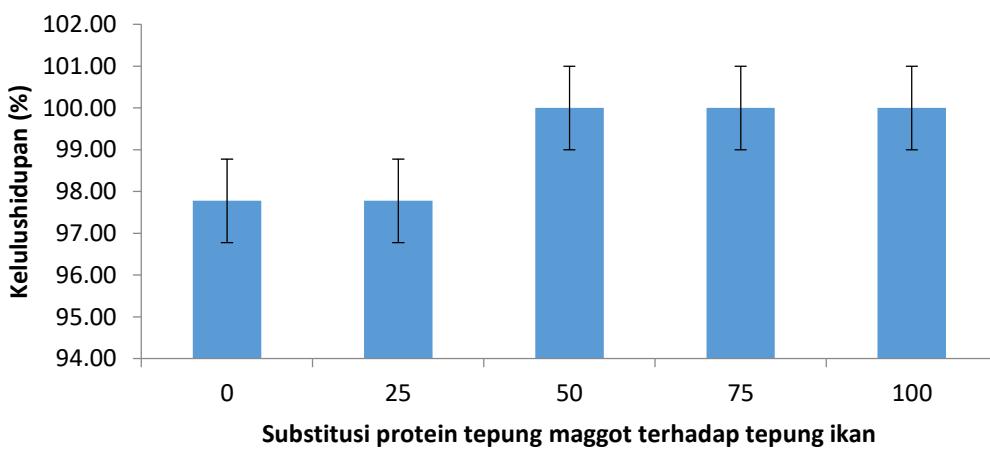
Tabel 7. Nilai rata-rata dan analisis statistik parameter pertumbuhan dan efisiensi pakan selama penelitian.

Parameter	Perlakuan				
	A	B	C	D	E
Kelulushidupan (%)	97,78 ± 3,85 ^a	97,78 ± 3,85 ^a	100 ± 0,00 ^a	100 ± 0,00 ^a	100 ± 0,00 ^a
SGR (%)	1,54 ± 0,03 ^a	2,04 ± 0,02 ^d	2,39 ± 0,01 ^e	1,86 ± 0,03 ^c	1,60 ± 0,02 ^b
FCR	2,75 ± 0,04 ^d	2,03 ± 0,01 ^b	1,74 ± 0,01 ^d	2,29 ± 0,04 ^c	2,74 ± 0,02 ^d
PER	1,10 ± 0,017 ^a	1,49 ± 0,07 ^c	1,74 ± 0,01 ^d	1,32 ± 0,02 ^b	1,11 ± 0,05 ^a
Retensi Protein (%)	12,34 ± 0,3 ^b	17,37 ± 0,9 ^d	19,88 ± 1,8 ^e	14,54 ± 0,5 ^c	9,55 ± 0,7 ^a
Retensi Energi (%)	7,50 ± 0,25 ^a	11,23 ± 0,52 ^c	13,74 ± 1,06 ^d	9,81 ± 0,24 ^b	6,98 ± 0,37 ^a
Daya Cerna Protein (%)	76,11 ± 0,08 ^b	79,82 ± 0,45 ^c	83,23 ± 0,07 ^e	80,87 ± 0,13 ^d	73,74 ± 0,02 ^a
Daya Cerna Energi (%)	67,5 ± 0,12 ^b	73,42 ± 0,10 ^c	76,05 ± 0,11 ^e	74,1 ± 0,17 ^d	57,84 ± 0,07 ^a

Keterangan: Notasi yang sama menunjukkan tidak adanya perbedaan, sedangkan notasi yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan antar perlakuan dengan selang kepercayaan 95%.

1) Kelulushidupan / Survival rate (SR)

Ikan mas (*Cyprinus carpio L.*) setelah dipelihara selama 30 hari dengan pakan percobaan diperoleh hasil bahwa perlakuan tidak berpengaruh terhadap kelulushidupan ikan mas ($p>0,05$) (Tabel 7).

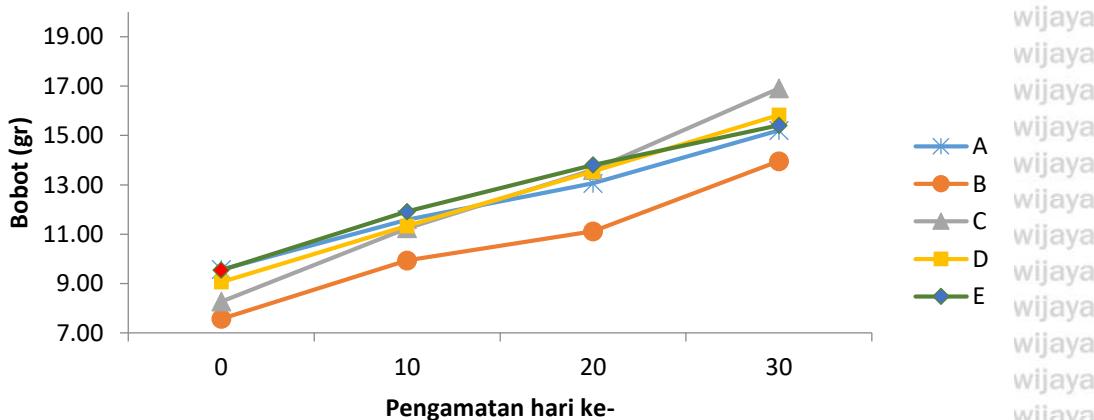


Gambar 11. Grafik rata-rata kelulushidupan ikan mas selama masa pemeliharaan

2) Laju Pertumbuhan Spesifik / Specific Growth Rate (SGR)

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh hasil pertumbuhan seperti pada

Lampiran 5 dan Gambar 12. Pada Gambar 12 terlihat bahwa pertumbuhan ikan mas yang dilakukan pemeliharaan selama 30 hari semakin meningkat dan setelah dilakukan perhitungan diperoleh laju pertumbuhan spesifik seperti yang tertera pada Tabel 7.



Gambar 12. Pertumbuhan rata-rata ikan mas (*Cyprinus carpio L.*) selama penelitian.

Keterangan :

A : Perlakuan substitusi tepung maggot 0%

B : Perlakuan substitusi tepung maggot 25%

C : Perlakuan substitusi tepung maggot 50%

D : Perlakuan substitusi tepung maggot 75%

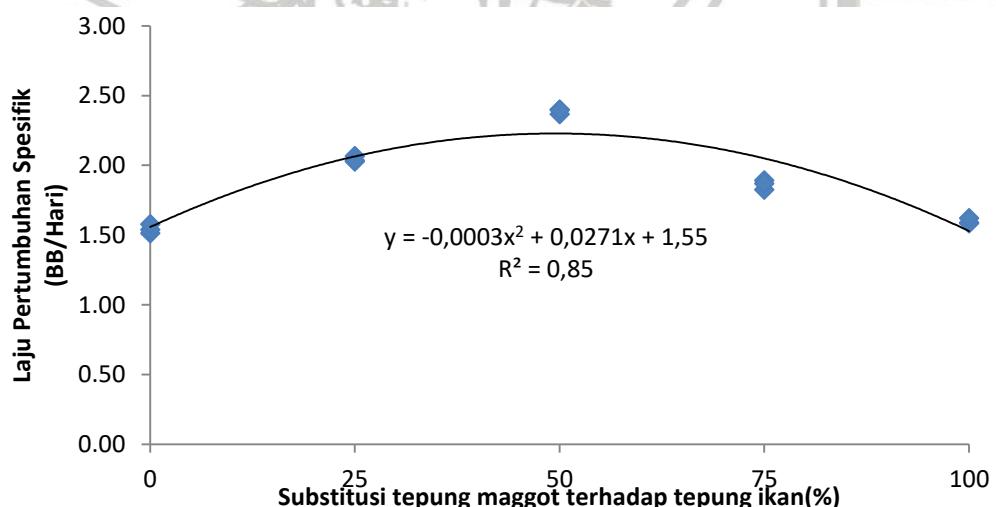
E : Perlakuan substitusi tepung maggot 100%

Dari Tabel 7 dapat kita lihat bahwa perlakuan substitusi tepung maggot berpengaruh terhadap laju pertumbuhan spesifik pada tiap perlakuan.

Hubungan antara substitusi tepung maggot dengan tepung ikan dalam formula pakan (x) dengan laju pertumbuhan spesifik (y) berpola kuadratik dengan persamaan (Gambar 13).

$$y = -0,0003x^2 + 0,0271x + 1,55 ; R^2 = 0,85$$

Dari persamaan tersebut diperoleh bahwa substitusi tepung maggot dalam formula pakan yang menghasilkan laju pertumbuhan tertinggi sebesar 2,16%/BB/hari adalah 45%.



Gambar 13. Hubungan antara substitusi tepung maggot terhadap tepung ikan dalam formula pakan terhadap laju pertumbuhan spesifik ikan mas (*Cyprinus carpio L.*)

3) Rasio Konversi Pakan / Feed Conversion Ratio (FCR)

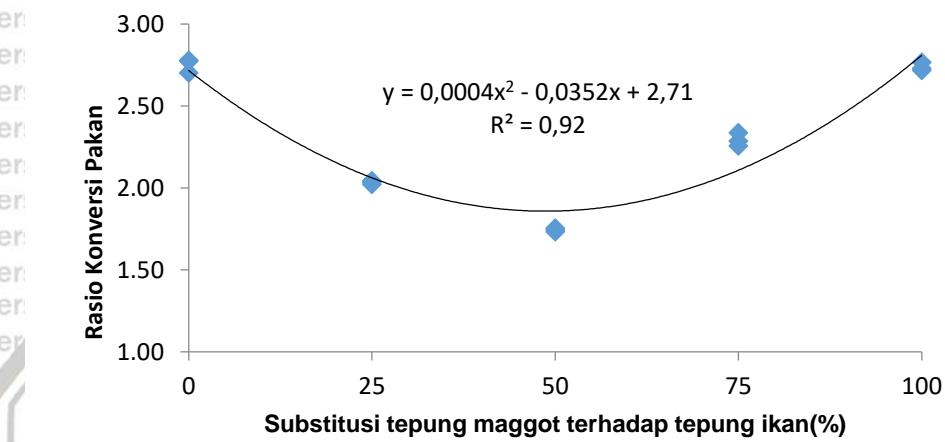
Dari Tabel 7 terlihat bahwa perlakuan memberikan pengaruh terhadap rasio konversi pakan pada ikan. Pada hasil penelitian memberikan hasil yang berbeda nyata antar perlakuan B, C, dan D, sedangkan A dan E tidak berbeda. Hubungan antara substitusi tepung maggot dengan tepung ikan dalam formula pakan (x)



dengan rasio konversi pakan (y) berpola kuadratik dengan persamaan (Gambar 14).

$$y = 0,0004x^2 - 0,0352x + 2,71 ; R^2 = 0,92$$

Dari persamaan tersebut diperoleh bahwa substitusi tepung maggot dalam formula pakan yang menghasilkan rasio konversi pakan terbaik sebesar 1,94 adalah 44%.



Gambar 14. Hubungan antara substitusi tepung maggot terhadap tepung ikan dalam formula pakan terhadap rasio konversi pakan ikan mas (*Cyprinus carpio L.*).

4) Rasio Efisiensi Protein / *Protein Efficiency Ratio (PER)*

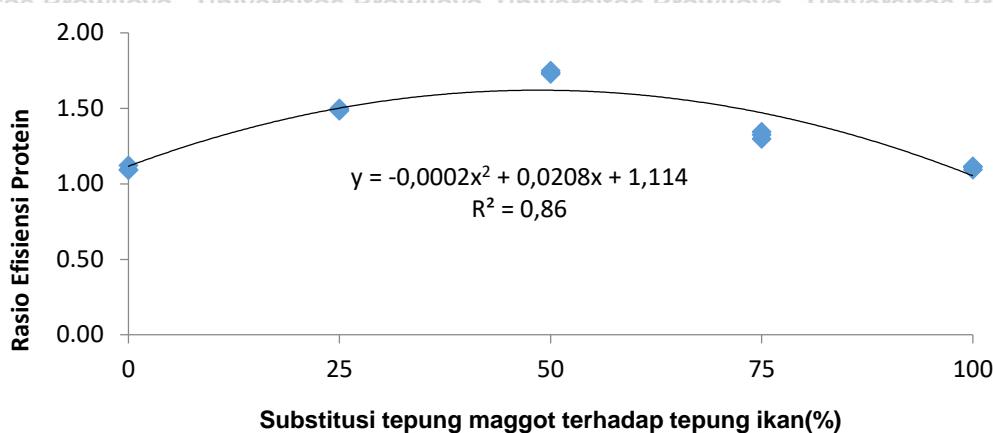
Dari Tabel 7 terlihat bahwa perlakuan memberikan pengaruh rasio efisiensi protein ikan mas. Dari hasil penelitian yang dilakukan memberikan hasil yang berbeda nyata pada perlakuan B, C, dan D, sedangkan perlakuan A dan E tidak berbeda.

Hubungan antara substitusi tepung maggot dengan tepung ikan dalam formula pakan (x) dengan rasio efisiensi protein (y) berpola kuadratik dengan persamaan (Gambar 15).

$$y = -0,0002x^2 + 0,0208x + 1,114 ; R^2 = 0,86$$

Dari persamaan tersebut diperoleh bahwa substitusi tepung maggot dalam formula pakan yang menghasilkan rasio efisiensi protein terbaik sebesar 1,65 adalah 52%.





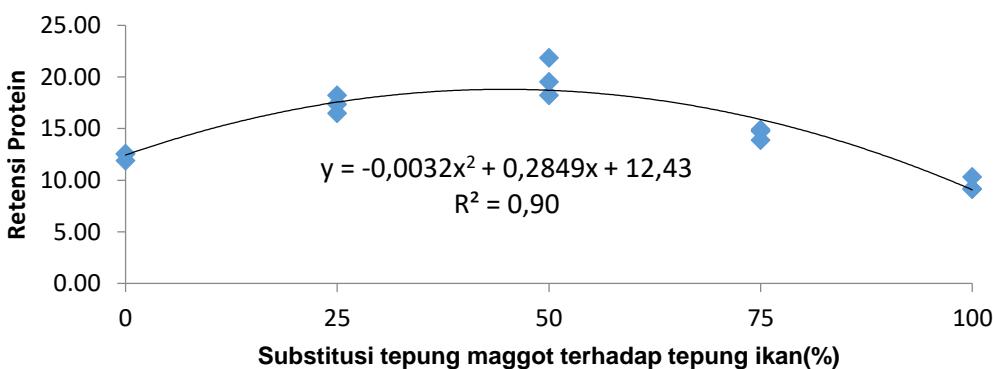
Gambar 15. Hubungan antara substitusi tepung maggot terhadap tepung ikan dalam formula pakan terhadap rasio efisiensi protein ikan mas (*Cyprinus carpio L.*).

5) Retensi Protein

Dari Tabel 7 terlihat bahwa perlakuan memberikan pengaruh terhadap retensi protein ikan mas. Dari hasil penelitian yang dilakukan memberikan hasil yang berbeda nyata antar perlakuan. Hubungan antara substitusi tepung maggot dengan tepung ikan dalam formula pakan (x) dengan retensi protein (y) berpola kuadratik dengan persamaan (Gambar 16).

$$y = -0,0032x^2 + 0,2849x + 12,43 ; R^2 = 0,90$$

Dari persamaan tersebut diperoleh bahwa substitusi tepung maggot dalam formula pakan yang menghasilkan retensi protein terbaik sebesar 18,80 adalah 44,72%.



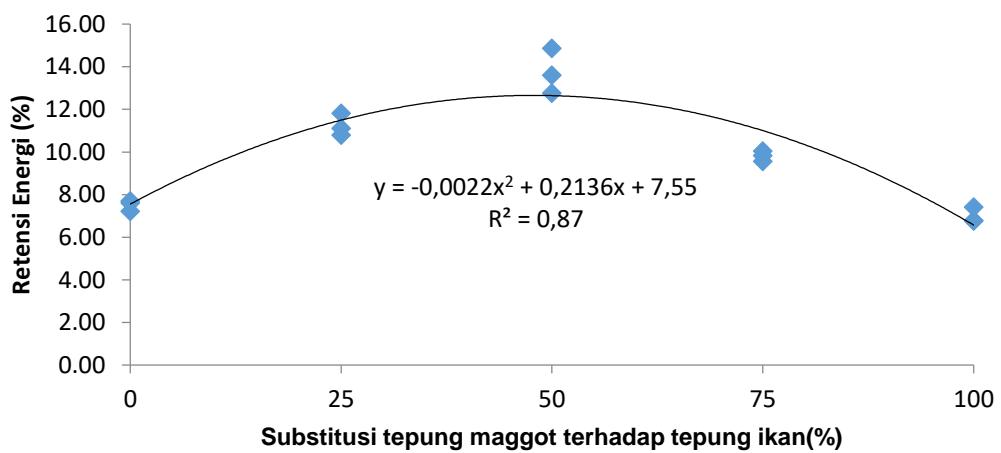
Gambar 16. Hubungan antara substitusi tepung maggot terhadap tepung ikan dalam formula pakan terhadap retensi protein ikan mas (*Cyprinus carpio L.*).

6) Retensi Energi

Dari Tabel 7 terlihat bahwa perlakuan memberikan pengaruh terhadap retensi energi ikan mas. Dari hasil penelitian yang dilakukan memberikan hasil yang berbeda nyata antar semua perlakuan. Hubungan antara substitusi tepung maggot dengan tepung ikan dalam formula pakan (x) dengan retensi energi (y) berpola kuadratik dengan persamaan (Gambar 17).

$$y = -0,0022x^2 + 0,2136x + 7,55 ; R^2 = 0,87$$

Dari persamaan tersebut diperoleh bahwa substitusi tepung maggot dalam formula pakan yang menghasilkan retensi energi terbaik sebesar 12,73 adalah 48,5%.



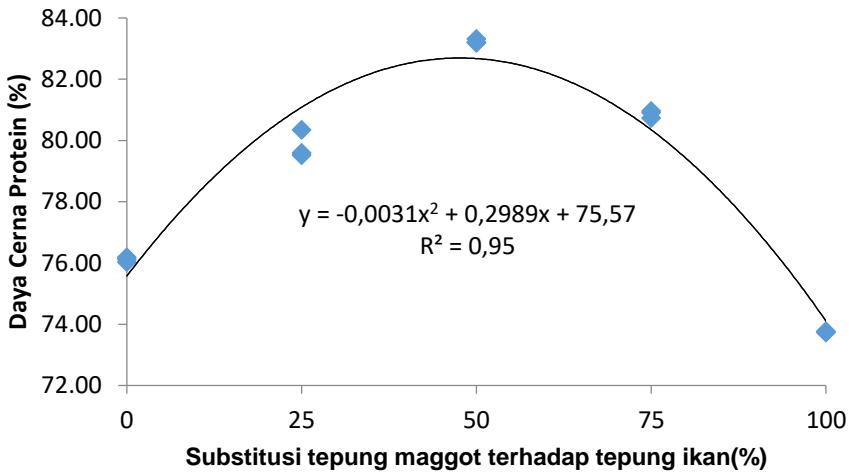
Gambar 17. Hubungan antara substitusi tepung maggot terhadap tepung ikan dalam formula pakan terhadap retensi energi ikan mas (*Cyprinus carpio L.*).

7) Daya Cerna Protein

Dari Tabel 7 terlihat bahwa perlakuan memberikan pengaruh terhadap daya cerna protein ikan mas. Dari hasil penelitian yang dilakukan memberikan hasil yang berbeda nyata antar semua perlakuan.

Hubungan antara substitusi tepung maggot dengan tepung ikan dalam formula pakan (x) dengan daya cerna protein (y) berpola kuadratik dengan persamaan (Gambar 18).





Gambar 18. Hubungan antara substitusi tepung maggot terhadap tepung ikan dalam formula pakan terhadap daya cerna protein ikan mas (*Cyprinus carpio L.*).

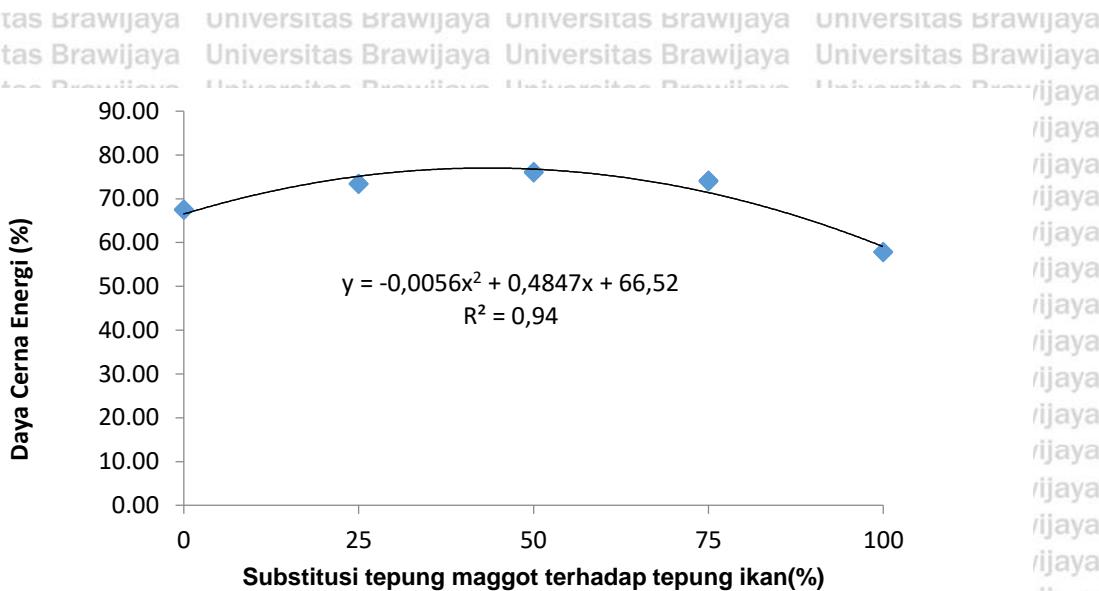
8) Daya Cerna Energi

Dari Tabel 7 terlihat bahwa perlakuan memberikan pengaruh terhadap daya cerna energi ikan mas. Dari hasil penelitian yang dilakukan memberikan hasil yang berbeda nyata antar semua perlakuan.

Hubungan antara substitusi tepung maggot dengan tepung ikan dalam formula pakan (x) dengan daya cerna energi (y) berpola kuadratik dengan persamaan (Gambar 19).

$y = -0,0056x^2 + 0,4847x + 66,52 ; R^2 = 0,94$

Dari persamaan tersebut diperoleh bahwa substitusi tepung maggot dalam formula pakan yang menghasilkan daya cerna energi terbaik sebesar 77,01% adalah 43,28%.



Gambar 18. Hubungan antara substitusi tepung maggut terhadap tepung ikan dalam formula pakan terhadap daya cerna energi ikan mas (*Cyprinus carpio L.*).

5.3 Pembahasan

5.3.1 Tahap 1 : Biomassa Maggot BSF

Hasil rata-rata biomass maggot yang telah menetas dan dipelihara selama 25 hari pada media tepung pollard menghasilkan biomass dan nilai protein tepung maggot tertinggi, yaitu sebesar 263,16 g (Tabel 4) dan 54,34% (Tabel 6). Hal tersebut menunjukkan bahwa maggot dapat memanfaatkan nutrisi yang terkandung di dalam tepung pollard dengan baik. Kandungan nutrisi tepung pollard sendiri dapat dilihat pada Tabel 5.

Protein yang dikandung oleh maggot *Hermetia illucens* bersumber dari protein yang terdapat pada media tumbuh, karena maggot *Hermetia illucens* memanfaatkan protein yang ada pada media untuk membentuk protein di dalam tubuhnya. Secara metabolisme, maggot akan mengkonversi protein dan berbagai nutrien menjadi biomassa maggot. Menurut Gary (2009) bahwa maggot ini akan mereduksi nutrien yang terdapat di media sebesar 50-70%.

Protein dicerna di lambung oleh enzim pepsin. Pepsin mampu mencerna semua jenis protein yang berada dalam media tumbuh. Salah satu hal terpenting dari pencernaan yang dilakukan pepsin adalah kemampuannya untuk mencerna



kolagen. Kolagen merupakan bahan dasar utama jaringan ikat pada kulit dan tulang rawan. Pepsin memulai proses pencernaan protein, pemecahan protein ini merupakan proses hidrolisis yang terjadi pada rantai polipeptida. Sebagian besar proses pencernaan protein terjadi di usus. Ketika protein meninggalkan lambung, biasanya protein dalam bentuk proteosa, pepton, dan polipeptida besar. Setelah memasuki usus, produk-produk yang telah dipecah sebagian besar akan bercampur dengan enzim pankreas di bawah pengaruh enzim proteolitik, seperti tripsin, kimotripsin, dan peptidase. Baik tripsin maupun kimotripsin memecah molekul protein menjadi polipeptida kecil. Peptidase kemudian akan melepaskan asam-asam amino. Asam amino yang disintesis dalam sel maupun yang dihasilkan dari proses penguraian protein dalam hati dibawa oleh darah untuk digunakan di dalam jaringan.

Hasil rata-rata biomass maggot pada media limbah organik dan ampas tahu memperoleh nilai lebih rendah dikarenakan kedua media tersebut mengandung air yang cukup tinggi (Tabel 5), air yang berada di dalamnya terdapat padatan tersuspensi yang dapat mengasilkan racun berupa amonia, sehingga dapat menghambat proses pertumbuhan maggot. Hal ini sesuai dengan pernyataan Tran, et al. (2014); Hakim (2017) dalam proses membudidayakan maggot kadar air media harus rendah, karena maggot tidak dapat berkembang baik bahkan tidak dapat tumbuh karena tidak dapat mereduksi pakan pada media dengan kadar air tinggi.

5.3.2 Asam Amino Tepung Maggot pada Media Tepung Pollard

Kualitas protein umumnya diukur berdasarkan profil asam amino yang dikandungnya. Asam amino juga dapat digunakan untuk sintesis protein tubuh atau komponen nitrogen lain (asam nukleat, amina, peptida, hormon, dan sebagainya), memberikan sumber karbon untuk metabolisme menengah atau menjadi teroksidasi untuk memberi energi (Guillaume et al., 2001). Berdasarkan hasil



awijaya universitas Brawijaya universitas Brawijaya universitas Brawijaya universitas Brawijaya
 awijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya
 awijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya
 pengujian asam amino pada tepung maggot yang berasal dari media tepung
 Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya
 pollard didapatkan hasil asam amino esensial tertinggi pada jenis leusin (Gambar
 Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya
 9) dan asam amino non esensial jenis asam glutamat (Gambar 10).
 Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya
 Leusin sendiri menurut Vijayan, *et al.* (2016) merupakan molekul penting
 Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya
 yang dapat merangsang sintesis protein otot. Sedangkan untuk asam glutamat,
 Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya
 menurut Reeds, *et al.* (2000) dalam pakan yang diberikan pada hewan ternak
 Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya
 dapat meningkatkan metabolisme pada sistem pencernaannya. Hal tersebut
 Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya
 dikarenakan bahwa asam glutamat memiliki peran sebagai prekursor spesifik
 Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya
 Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya
 untuk pembentukan arginin, prolin dan glutathione pada mukosa usus. Sehingga,
 Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya
 hal ini dapat menunjukkan asam glutamat juga berperan penting dalam
 Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya
 meningkatkan pembentukan asam amino dan memelihara fungsi usus.

5.3.3 Tahap 2 : Uji Biologis Pakan pada Ikan Mas

Kelulushidupan pada ikan mas yang dipelihara selama 30 hari dengan pakan percobaan yang menggunakan substitusi tepung maggot terhadap tepung ikan dalam formula pakan tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata dengan nilai berkisar antara 97,78%-100% (Tabel 6). Kelulushidupan disebabkan oleh beberapa faktor, diantaranya adalah pada saat melakukan sampling pertama kali kurang hati-hati sehingga ikan mengalami stress dan kemudian mati, atau bisa juga dalam menjaga kondisi air dalam akuarium.

Tingginya nilai kelulushidupan ikan mas yang diperoleh dalam penelitian ini dikarenakan parameter kualitas air selama pemeliharaan masih berada dalam batas kondisi optimum untuk keperluan budidaya sehingga layak bagi kelulushidupan ikan mas (Tabel 8). Hal ini seperti yang diungkapkan oleh Yurisman dan Heltonika (2010), faktor yang dapat mempengaruhi tinggi rendahnya kelulushidupan suatu organisme adalah faktor biotik dan abiotik. Faktor biotik antara lain kompetitor, kepadatan populasi, umur dan kemampuan organisme

dengan lingkungan sedangkan faktor abiotik seperti suhu, oksigen terlarut, dan pH.

Tabel 8. Hasil Pengamatan Kualitas Air Media Pemeliharaan Ikan Mas selama penelitian.

Parameter kualitas air	Selama pemeliharaan	Nilai kualitas air Menurut pustaka
Suhu (°C)	25,17 – 26,83	22-30 °C (SNI, 1999)
pH	7,68 – 8,18	6-8,5 (Sularto <i>et al.</i> , 2007)
DO (mg/L)	6,10 – 8,20	1-10 (Mantau <i>et al.</i> , 2011)

Pertumbuhan ikan erat hubungannya dengan pakan yang diberikan, karena pakan memberikan nutrien dan energi yang sangat dibutuhkan untuk pertumbuhan. Selain itu pertumbuhan ikan dapat terjadi jika jumlah nutrisi pakan yang dicerna dan diserap oleh ikan lebih besar dari jumlah yang diperlukan untuk pemeliharaan tubuhnya. Pada Gambar 13, 14, dan 15 dapat dilihat bahwa laju pertumbuhan, konversi pakan, dan rasio efisiensi protein terbaik masing-masing sebesar 2,16%, 1,94, dan 1,65, diperoleh pada pemanfaatan substitusi tepung maggot terhadap tepung ikan dalam formula pakan masing-masing sebesar 45%, 44%, dan 52%.

Laju pertumbuhan spesifik terjadi karena kemampuan ikan dalam menyerap dan memanfaatkan protein pakan yang diberikan. Pada Gambar 16 dan 18 dapat dilihat bahwa retensi protein dan daya cerna protein pakan yang dikonsumsi oleh ikan mas selama masa pemeliharaan terbaik masing-masing sebesar 18,80 dan 82,77%, diperoleh pada pemanfaatan substitusi tepung maggot terhadap tepung ikan dalam formula pakan masing-masing sebesar 44,72% dan 49%.

Cr_2O_3 pada pakan dapat di absorpsi oleh saluran pencernaan dan selanjutnya dapat diakumulasi oleh tubuh. Kromium merupakan bagian dari



senyawa kromodulin yang dapat mengaktifkan reseptor insulin, dan selanjutnya akan mengefektifkan kerja insulin dalam mentransfer glukosa dan asam amino ke dalam sel (Vincent, 2000; Cefalu *et al.*, 2002). Hal ini berarti bahwa adanya pemberian Cr_2O_3 dalam pakan akan dapat meningkatkan pemanfaatan karbohidrat dalam pakan sehingga daya cerna protein pakan dapat ditingkatkan pemanfaatannya oleh sel untuk sintesis protein.

Protein dalam tepung maggot telah terpecah menjadi senyawa-senyawa sederhana yang lebih mudah diserap oleh tubuh ikan. Senyawa-senyawa sederhana tersebut berupa asam amino. Asam amino ini memiliki hubungan yang kuat dengan metabolisme yang nantinya akan mempengaruhi hormon ataupun sistem imunitas pada tubuh ikan. Metabolisme asam amino adalah proses pertukaran senyawa atau zat yang terjadi dalam tubuh ikan secara kimiawi dengan tujuan untuk membentuk protein dalam tubuh.

Proses pencernaan protein pakan diawali pada lambung ikan. Protein pada lambung akan mengalami proses denaturasi oleh kerja HCl dan dihidrolisis oleh enzim pepsin, sehingga protein tersebut berubah menjadi peptid. Lebih lanjut proses pencernaan dalam usus, peptid akan mengalami hidrolisis dengan enzim karboksipeptidase, tripsin, khimotripsin dan elastase sebagai katalisatornya. Selanjutnya oligopeptid ini akan dihidrolisis dengan enzim peptidase menjadi bentuk tripeptid, dipeptid dan asam amino (Fujaya, 2004).

Reaksi yang ditunjukkan oleh metabolisme asam amino pada mulanya akan melibatkan proses pemindahan gugus amino yang kemudian akan dilanjutkan dengan proses mengubah senyawa karbon yang terdapat pada senyawa asam amino. Proses pemindahan gugus amino ini terbagi atas 2 proses, yaitu proses transaminasi dan deaminasi. Proses transaminasi merupakan proses katabolisme yang melibatkan proses pemindahan gugus amino satu dengan yang lainnya. Hasil dari reaksi transaminasi adalah asam glutamat.



Semakin tinggi protein yang terkandung dalam pakan maka akan semakin menyebabkan laju pertumbuhan semakin mengalami penurunan. Hal ini dikarenakan adanya kelebihan protein ini dapat memacu sistem metabolisme ikan mas (*Cyprinus carpio L.*) untuk melakukan proses deaminasi dalam mensintesis protein dalam tubuh menjadi amonia sebagai senyawa yang bersifat racun dan akan dapat menghambat penyerapan nutrisi dalam tubuh ikan sehingga menyebabkan pertumbuhan pada ikan menjadi lambat.

Pertumbuhan ikan yang relatif lambat disebabkan karena kandungan energi pakan khususnya yang berasal dari karbohidrat dan lemak tidak cukup untuk proses metabolisme. Akibatnya protein digunakan untuk proses tersebut melalui mekanisme *gluconeogenesis* dalam tubuh, sehingga protein dalam pakan tidak mencukupi bagi ikan untuk proses pertumbuhan.

Selain itu semakin tinggi kandungan protein maka semakin tinggi pula kandungan serat kasar dalam pakan (Lampiran 2). Hal tersebut dapat mengindikasikan tingkat pencernaan pakan yang dikonsumsi oleh ikan. Serat kasar berfungsi membantu lancarnya pencernaan di usus dengan jumlah yang optimal namun apabila terlalu tinggi maka akan mempercepat gerakan peristaltik di usus sehingga penyerapan nutrien yang penting untuk pertumbuhan berkurang (Utomo, et al. 2011). Penelitian yang dilakukan Handajani (2000) menyebutkan bahwa kandungan serat kasar yang tinggi akan mempercepat laju perjalanan makanan di dalam saluran pencernaan yang berdampak pada menurunnya kesempatan saluran cerna zat-zat makanan lainnya dalam pakan.

Pasokan energi yang berfluktuasi, kondisi fisik ikan dan kondisi perairan sangat berpengaruh terhadap besarnya energi yang dikonsumsi oleh ikan.

Sehingga menyebabkan adanya peningkatan dan penurunan energi tubuh. Pada gambar 17 dan 19 dapat dilihat bahwa retensi energi dan daya cerna energi ikan mas terbaik masing-masing 12,73 dan 77,01%, diperoleh pada pemanfaatan



substitusi tepung maggot terhadap tepung ikan dalam formula pakan masing-masing sebesar 48,5% dan 43,28%. Dengan adanya peningkatan laju pertumbuhan maka pemanfaatan pakan akan lebih efisien. Karena semakin rendah nilai konversi pakan menunjukkan efisiensi pemanfaatan pakan yang semakin baik oleh tubuh digunakan untuk meningkatkan pertumbuhan. Demikian pula rasio efisiensi protein, retensi protein dan daya cerna protein menjadi lebih efisien karena protein pakan akan digunakan untuk proses pertumbuhan. Selain itu ikan dapat memanfaatkan pakan tersebut dan menyerapnya kemudian diubah menjadi daging. Makanan yang dikonsumsi oleh ikan akan mengalami proses pencernaan, penyerapan, pengangkutan, dan metabolisme. Sehubungan dengan kekomplekan zat makanan dan keterbasan kemampuan mencerna maka tidak semua makanan yang dikonsumsi dapat diserap oleh tubuh ikan.



6. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

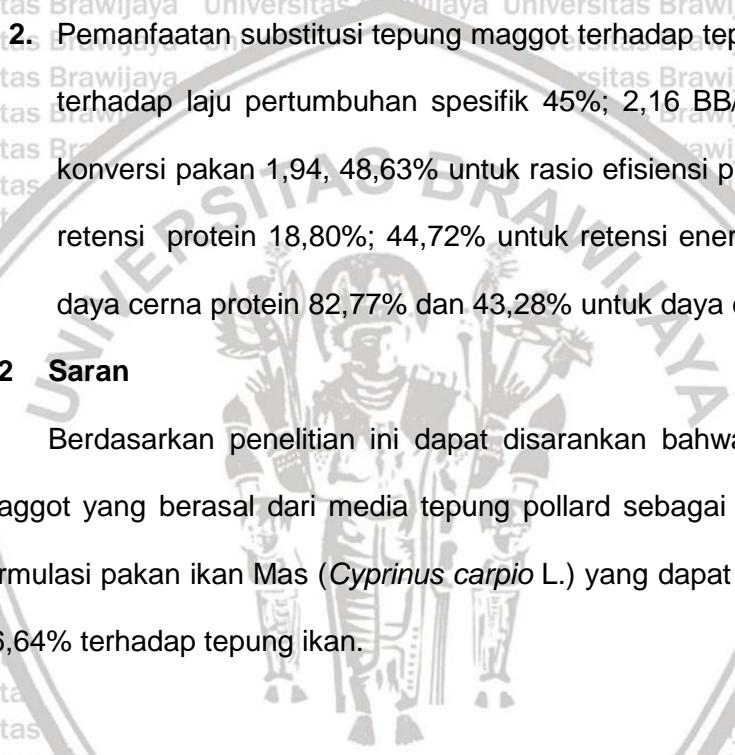
Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

- tepung pollard, dengan biomass sebesar 263,13 g, analisa proksimat kadar protein sebesar 54,34%.

2. Pemanfaatan substitusi tepung maggot terhadap tepung ikan berpengaruh terhadap laju pertumbuhan spesifik 45%; 2,16 BB/hari; 44% untuk rasio konversi pakan 1,94, 48,63% untuk rasio efisiensi protein 1,65; 52% untuk retensi protein 18,80%; 44,72% untuk retensi energi 12,73%; 49% untuk daya cerna protein 82,77% dan 43,28% untuk daya cerna energi 77,01%.

6.2 Saran

Berdasarkan penelitian ini dapat disarankan bahwa penggunaan tepung ikan yang berasal dari media tepung pollard sebagai sumber protein dalam formulasi pakan ikan Mas (*Cyprinus carpio L.*) yang dapat disubtitusikan sebesar 19% terhadap tepung ikan.



DAFTAR PUSTAKA

- Abdel-Tawwab, M., M. H. Ahmad, Y. A. E. Khattab, and A. M. E. Shalaby. 2010. Effect of dietary protein level, initial body weight, and their interaction on the growth, feed utilization, and physiological alterations of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). *Aquaculture* **27**:298-267.
- Afebrata, D.R., L. Santoso, dan Suparmono. 2014. Substitusi tepung onggok singkong sebagai bahan baku pakan pada budidaya nila (*O. niloticus*). *E-jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan* **2** (2):233-240.
- Afrianto, E., dan E. Liviawaty. 2005. Pakan Ikan. Kanisius : Yogyakarta. Hlm 9-77
- Alatise,S.P and B.N Effiong. 2013. Growth performance and survival of *Clarias gariepinus* fingerlings fed local smoked fish discarded meal based diets. *Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences*. **2** (10) : 123 – 127.
- Alfia, A. R., E. Arini, dan T. Elfitasari. 2013. Pengaruh kepadatan yang berbeda terhadap kelulushidupan dan pertumbuhan ikan nila (*O. niloticus*) pada sistem resirkulasi dengan filter bioball. *Journal of Aquaculture Management and Technology*. **2** (3):86-93.
- Amri, M. 2007. Pengaruh bungkil inti sawit fermentasi dalam pakan terhadap pertumbuhan ikan mas (*Cyprinus carpio* L.). *Jurnal Ilmu-ilmu Pertanian Indonesia*. **9** (1) : 71-76.
- Amri, K. dan Khairuman. 2008. Buku Pintar Budidaya 15 Ikan Konsumsi. Agro Media Pustaka. Jakarta. Hlm 51-55.
- April, Hari Wardhana. 2016. Black soldier fly (*Hermetia illucens*) sebagai sumber protein alternatif untuk pakan ternak. *Wartazoa* **26** (2) : 069-078.
- Badan Standarisasi Nasional. 2006. Ringkasan SNI 01-4266-2006. Pakan Buatan untuk Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L.) pada Budidaya Intensif. 2 hlm.
- Barroso, F.G., C. de Haro, M.J. Sánchez-Muros, E. Venegas, Martínez-Sánchez, A., and C. Pérez- Bañón. 2014. The potential of various insect species for use as food for fish. *Aquaculture* **422-423** : 193-201.
- Barros-Cerdeiro KB, Nair Báo S, and J.R. Pujol-Luz. 2014. Intra-pupalial development of the Black Soldier Fly, *Hermetia illucens*. *Journal of Insect Science* **14** (83) :1-10.
- Bhaskar N dan NS. Mahendrakar. 2008. Protein hydrolysate from visceral waste protein of Catla (*Catla catla*): Optimization of hydrolysis condition for a commercial neutral protease. *Bioresource Technology* **99** (2008) : 4105-4111.
- Borlongan, I.G. and R.M. Coloso. 1993. Requirement of juvenile milk fish (*Chanos chanos*) for essential amino acid. *The Journal of Nutrition* **123** (1) : 125-132.

- Boyd, C. E. 1990. Water Quality in Pond Aquaculture. Birmingham Publishing. Alabama. 482 p.
- Bureau, D.P. and P.M. Encarnacao. 2006. Adequately defining the amino acid requirements of fish: the case example of lysine. In E.C. Suarez, D.R. Marie, M.T. Salazar, M.G.N. Lopez, D.A.V. Cavazos, and A.C.P.C.A.G. Ortega (Eds.) Avances en Nutricion Acuicola VIII. VIII Simposium Internacional de Nutricion Acuicola. Universidad Autonoma de Nuevo Leon, Monterrey, Mexico, p. 29-54.
- Cahyoko, Y., D. N. Rezi., dan A.T. Mukti. 2011. Pengaruh pemberian tepung maggot (*Hermetia illucens*) dalam pakan buatan terhadap pertumbuhan, efisiensi pakan dan kelangsungan hidup benih ikan mas (*Cyprinus carpio L.*). *Jurnal Ilmiah perikanan dan Kelautan*. 3(2):145-150.
- Cahyono, B., 2000. Budidaya Ikan Air Tawar: Ikan Gurami, Ikan Nila, Ikan Mas. Kanisius. Yogyakarta. 28 hlm.
- Candra Kurniawan, B.W. Thomas, dan S. Perdamean. 2011. Analisis ukuran partikel menggunakan free software image-j. Pusat Penelitian Fisika LIPI. 1-9 hlm. ISSN 2088-4176.
- Cefalu, W. T., Z.Q. Wang, X.H. Zhang, L.C. Baldor dan J.C. Russel. 2002. Oral chromium picolinate improves carbohydrate and lipid metabolism and enhances skeletal muscle Glut-4 translocation in obese, hyperinsulinemic (JCR-LA Corpulent) rats. *Journal Nutrition* **132**: 1107-1114.
- Cui YX, SW. Liu, S. Chen. 1992. Growth and energi budget in young grass carp *Ctenopharyngodon idella* Val. feed plant and animal diets. *Journal of Fish Biology* **41**: 231–238.
- Dairiki, J.K., C.T.S. Dias and J.E.P. Cyrino. 2007. Lysine requirements of largemouth bass, *Micropterus salmoides*: A comparison of methods of analysis of dose-response trials data. *Journal of Applied Aquaculture*. **19** (4):1-27.
- Dani, N. P., A. Budiharjo, dan S. Listyawati. 2005. Komposisi pakan buatan untuk meningkatkan pertumbuhan dan kandungan protein ikan tawes (*Puntius javanicus* Blkr.). *BioSMART*. **7** (2):83-90.
- Darsudi, A. A. Ni Putu., dan A. K. Ni Putu. 2008. Analisis kandungan proksimat bahan baku dan pakan buatan kepiting bakau (*Scylla paramamosain*). *Aquacultur*. **7** (1):41-45.
- De Haas EM, C. Wagner, Koelmans, Kraak, and W. Admiraal. 2006. Habitat selection by chironomid larvae: Fast growth requires fast food. *Journal Animal Ecology*. **75**:148-155.
- Diana Rachmawati dan Istiyanto Samidjan. 2013. Efektivitas substitusi tepung ikan dengan tepung maggot dalam pakan buatan terhadap pertumbuhan dan kelulushidupan ikan patin (*Pangasius pangasius*). *Jurnal Saintek Perikanan*. **9**(1):62-67

- Diansari, V. R., E. Arin, dan T. Elfitasari. 2013. Pengaruh kepadatan yang berbeda terhadap kelulushidupan dan pertumbuhan ikan nila (*O. niloticus*) pada sistem resirkulasi dengan filter zeolit. *Journal of Aquaculture Management and Technology*. 2(3):37-45.
- Diener, S., C. Zurbrug, and K. Tockner. 2009. Conversion of organic material by black soldier fly larvae: establishing optimal feeding rates. *Waste Management and Research*. 27:603-610.
- Djunaidah, I. S., M. R. Toelihere, M. I. Effendie, S. Sukimin, & E. Riani. 2004. Pertumbuhan dan kelangsungan hidup benih kepiting bakau (*Scylla paramamosain*) yang dipelihara pada substrat berbeda. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 9(1): 20-25.
- Fahmi MR, S. Hem dan IW. Subamia. 2009. Potensi maggot untuk peningkatan pertumbuhan dan status kesehatan ikan. *Jurnal Riset Akuakultur*. 4 (2):221-232.
- Falicia A. Katayane, B. Bagau, F.R. Wolayan, dan M.R. Imbar. 2014. Produksi dan kandungan protein maggot (*Hermetia illucens*) dengan menggunakan media tumbuh berbeda. *Jurnal Zootek*. 34: 27-36.
- Food and Agriculture Organization. 2002. Utilization of palm kernel cake (PKC) as feed in Malaysia. *Asian Livestock* 26 (4): 19-23.
- Ghufran, M., H. Kordi dan A. B. Tancung. 2007. Pengelolaan Kualitas Air dalam Budidaya Perairan. Rineka Cipta. Jakarta. xiv, 210 hlm.
- Ghufran. M, Kordi. K. H. (2010). Budidaya Ikan Lele di Kolam Terpal. Yogyakarta: Lily Publisher. 74 hlm.
- Guillaume J, S. Kaushik, P. Bergot, R. Metailler. 2001. *Nutrition and feeding of fish and crustaceans*. Praxis Publishing. UK. 408 p.
- Girao, P.J.M. and D.M. Fracalossi. 2006. Dietary lysine requirement as basis to estimate the essential dietray amino acid profile for jundia, *Rhamdia quelen*. *J. World Aquaculture Society* 37(4): 388-396.
- Giri, N.A., K. Suwirya, dan M. Marzuqi. 2006. Kebutuhan asam amino lisin untuk benih ikan kerapu bebek (*Cromileptes altivelis*). *Jurnal Riset Akuakultur* 1(2):143-150.
- Gobbi P, A. Martínez-Sánchez, and S. Rojo. 2013. The effects of larval diet on adult life-history traits of the Black Soldier Fly, *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae). *European Journal of Entomology*. 110(3):461-468.
- Hem, S. 2004. Prospective Works, Results and Plans for The Future Programs of Bioconversion Processing of By-products from Agroindustries in Indonesia and Their Volarization via Aquaculture: Application with Palm Kernel Meal (PKM). Report for IRD. 11 p.

- Hem, S., S. Toure, Ce Sagbla, and M. Legendre. 2008. Bioconversion of palm kernel meal for aquaculture: experiences from the forest region (Republic of Guinea). *African Journal of Biotechnology* **7**(8):1192-1198.
- Houston, D.F. 1972. *Rice Chemistry and Technology*, American Association Of Cereal "Chemist Inc. St. Paul, Minnesota. 517 p.
- Jackson, A.J. and B.S. Capper. 1982. Investigations into the requirements of the tilapia Sarotherodon mossambicus for dietary methionine, lysine and arginine in semisynthetic diets. *Aquaculture* **29**: 289-297.
- Kahlon, T. S., F. I. Chow, and R. N. Sayre. 1994. Cholestrol-lowering properties of rice bran. *Journal of Cereal Food World*. **39**(2):99-102.
- Khairuman dan K. Amri,. 2002. Membuat Pakan Ikan Konsumsi. AgroMedia Pustaka. Jakarta. 83 hlm.
- Khairuman, D. Sudenda dan B. Gunandi. 2008. Budidaya Ikan Mas Secara Intensif. PT Agromedia Pustaka, Ciganjur, Jagakarsa. Jakarta Selatan.100 hlm.
- Kim, K. II, T.B. Kayes, and C.L. Amundson. 1992. Requirement for lysine and arginine by rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*. **106**:333-344.
- KKP. 2015. Rancangan Renstra DJPB 2015 – 2019. Kementrian Kelautan dan Perikanan DJPB, Jakarta. 22 Hlm.
- Kolade, O.O., A.O. Coker, M.K.C Sridhar,, and G.O Adeoye,. 2007. Palm Kernel Waste Management Through Composting and Crop Production. *Journal of Environment Healt Research* **5**: 81–85.
- Kordi, Ghufran. 2009. Budi Daya Perairan Jilid 2. PT Citra Aditya Bakti. Bandung. 941 hlm.
- Kordi, K. M dan G. H. 2010. Budidaya ikan lele di kolam terpal. Andi. Yogyakarta. 114 hlm.
- Liebert, F and K. Benkendorff. 2007. Modeling lysine requirements of *Oreochromis niloticus* due to principles of the diet dilution technique. *Aquaculture* **267**:100-110.
- Li Q, Zheng L, N, H Qiu. J.K Cai, and Z Tomberlin. 2011. Bioconversion of dairy manure by Black Soldier Fly (Diptera: Stratiomyidae) for biodiesel and sugar production. *Waste Management* **31**:1316-1320.
- Lock,E.R. T. Arsiwalla, and R. Waagø. 2016. Insect larvae meal as an alternative source of nutrients in the diet of Atlantic salmon (*Salmo salar*) postsmolt. *Aquaculture Nutrition*. **22**: 1202-1213.
- Luis, E.H, Adriana, A.A.G-Gomez, Nely, S.R, Hariz, I-Flores, Sandra, G-Medina, Marcela, G-Martinez, Octavio, D-Garcia, Reyna, N, Leonardo, and M.G-Olivan. 2018. 17 β -estradiol induces cyto-genotoxicity on blood cells of common carp (*Cyprinus carpio*). *Chemosphere* **191**: 118-127.

- Li Q, L. Zheng, N. Qiu, H. Cai, JK. Tomberlin, and Z. Yu. 2011. Bioconversion of dairy manure by black soldier fly (Diptera: Stratiomyidae) for biodiesel and sugar production. *Waste Management*. **31**:1316-1320.
- Marzuqi, Muhammad dan D. N Anjusary. 2013. Kecernaan nutrient pakan dengan kadar protein dan lemak berbeda pada juvenil ikan kerapu pasir (*Epinephelus corallicola*). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. **5**(2):311-323.
- Makkar HPS, G. Tran , V. Heuze , and P. Anreas . 2014. State of the art on use of insects as animal feed. *Animal Feed Science Technology*. **197**:1-33.
- Mangunwardoyo W, Aulia, and S. Hem. 2011. Penggunaan bungkil inti kelapa sawit hasil biokonversi sebagai substrat pertumbuhan larva *Hermetia illucens* L (maggot). *Biota* **16**(2):166-172.
- Mantau, zulkifli, J.B.M. Rawung, dan Sudarty. 2011. Pemberian ikan mas yang efektif dan efesien. *Jurnal Litbang Pertanian* **23**(2):1-6.
- Miles, R. & F.A. Chapman. 2008. The concept of ideal protein in formulation of aquaculture feeds. Technical Articles – Aquaculture. 4 p.
- Mita Wulandari dan Erna Handarsari. 2010. Pengaruh penambahan bekicot terhadap kadar protein dan sifat organoleptik biskuit. *Jurnal Pangan dan Gizi* **01**(02):1-8.
- Mudjiman, A. 2001. Makanan Ikan. Penebar swadaya : Jakarta. 182 hlm.
- Mulyana, G. 2008. Pengaruh Kepadatan Ikan Mas (*Cyprinus carpio L.*) berbeda terhadap jumlah amonia dan kelimpahan bakteri dalam sistem resirkulasi. Universitas Brawijaya, Malang. 25 hlm.
- Murni dan Early Septiningsih. 2015. Optimasi pemberian kombinasi maggot dengan pakan buatan (pelet) terhadap pertumbuhan dan sintasan ikan nila (*Oreochromis niloticus*). Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur. 98 hlm.
- Murtidjo, B. A., 2001. Pedoman Meramu Pakan Ikan. Kanisius: Yogyakarta oseph, MO. Dewan Minyak DuPont. Sawit Indonesia. Tropical Agriculture and Human Resources (CTAHR). 48 hlm.
- Myers HM, JK. Tomberlin, BD. Lambert, and D. Kattes. 2008. Development of black soldier fly (Diptera:Stratiomyidae) larvae fed dairy manure. *Environmental Entomology*. **37**(1):11-15.
- Nadhifah A, K. Sri, dan M.S. Nimas. 2012. Pembuatan pakan konsentrat berbasis limbah filtrasi pengolahan maltodekstrin (kajian persentase penambahan ampas tahu dan pollard). *Jurnal Industria*. **1**(3): 173-180.
- National Research Council (NRC). 1993. Nutrient Requirements of Warm Water Fishes and Shelfish. Nutrition Academy of Sciences. Washington DC. 181p.

- North, M. O. 1978. *Comercial Chicken Production Manual*. Avi Publ. Co. Inc. Wesport Connecticut. California. 130 p.
- NRC. 1983. *Nutrient requirements Of warmwater fishes and shellfishes*. National Academy Press. Washington DC. 102 p.
- Nuhman. 2008. Pengaruh prosentase pemberian pakan terhadap kelangsungan hidup dan laju pertumbuhan udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*). *Berkala Ilmiah Perikanan*. **3** (1):21-34.
- Nurjazuli, A. C. Awiyatul. K. Juliana. D. Pertiwi, Samosir, K. Prasetyawati, P. Pertiwi. 2016. Teknologi pengolahan sampah organik menjadi kompos cair (organic waste treatment technology toward liquid composit). Seminar Nasional Sains dan teknologi Lingkungan II, Padang, hlm 1-4.
- Oliver, P.A. (2004). The Bio-Conversion of Putrescent Wastes. ESR LLC. Washington. P. 1-90
- Omed, H.M., D.K. Lovettand, R., and F.E. Axford. 2000. Faeces as A Source of Microbial Enzymes for Estimating Digestibility. In:Forage Evaluation in Ruminant Nutrition, D.I. Givens, E. Owen, R.F.E. Axford dan H.M. Omed (Eds). CABI Publishing. New York. Pp: 135-150.
- Oyegoke OO, AJ. Akintola, and JO. Fasoranti. 2006. Dietary potentials of the edible larvae of Cirina forda (westwood) as a poultry feed. *African Journal Biotechnology*. **5**:1799-1802.
- Palavesam, A., S.Beena, and G. Immanuel. 2008. Effect of L-lysine supplementation with different protein level in diets on growth, body composition and protein metabolism in pearl spot *Etroplus suratensis* (Bloch). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **8**:133-139.
- Phimpilai, S., D. Ronald and F. B. Wardlaw. 2006. Relation of two in vitro assays in protein efficiency ratio determination on selected agricultural by products. *Journal Science Technology*. **26**(1) : 81-87.
- Praseno. 2010. Uji Ketahanan Salinitas Beberapa Strain Ikan Mas Yang Dipelihara Di Akuarium. Pusat Riset Perikanan Budidaya: Jakarta. 60 hlm.
- Prawesti, M. 2011. pemberian kombinasi pakan buatan dan pakan alami berupa cacing sutera (*Tubifex tubifex*) dengan persen-tase yang berbeda terhadap retensi protein, lemak dan energi pada ikan sidat (*Anguilla bicolor*). Program Studi Budidaya Perairan. Fakultas perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga. Surabaya. 63 hml.
- Premalatha M, T. Abbasi, Abbasi T, and S.A. Abbasi. 2011. Energy-efficient food production to reduce global warming and ecodegradation: The use of edible insects. *Renew Sustainable Energy Review*. **15**:4357-4360.
- Putra, I dan D. Setiyanto. 2011. Pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dalam sistem resirkulasi. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. **16**(1): 56-63.

- Reeds PJ, DG. Burnin, B. Stoll, F. Jahoor. 2000. Glutamate and glutamine in metabolism: intestinal glutamate metabolism. *The Journal Of Nutrition* **130**: 978-982.
- Ruchimat, T., T. H. Matsumoto, Y. Hosokawa, Itoh, and S. Shimeno. 1997. Quantitative lysine requirement of yellow tail (*Seriola quinqueradiata*). *Aquaculture*. **158**: 331- 339.
- Santiago, C.B. and R.T. Lovell. 1988. Amino acid requirement for growth of Nile tilapia. *Journal Nutrition*. **118**:1540-1546.
- Sari, W.A.P., Suandiyono, dan S. Hastuti. 2013. Pemberian enzim papain untuk meningkatkan pemanfaatan protein pakan dan pertumbuhan benih ikan nila larasati (*O. niloticus* Var.). *Journal of Aquaculture Management and Technology*. **2** (1) :1-12.
- Setiawati, J.E., Y.T. Tarsim, Adiputra dan S. Hudaiddah. 2013. Pengaruh pemberian probiotik pada pakan dengan dosis yang berbeda terhadap pertumbuhan, kelulusan hidup, efesiensi pakan dan retensi protein ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*). *Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan*. **1**(2):152-162.
- Sheppard DC, J.K. Tomberlin, J.A. Joyce, B.C. Kiser, and S.M. Somner. 2002. Rearing methods for the black soldier fly (Diptera: Stratiomyidae). *Journal of Medical Entomology*. **39**(4):695-8.
- Singkoh, M. F. O. 2012. Tingkat kesukaan parasit pada ikan mas (*Cyprinus carpio*.L) yang dipelihara dalam wadah jaring apung di desa Eris, Kabupaten Minahasa, Provinsi Sulawesi Utara. *Jurnal Biologos* **2**(2):23-28.
- SNI Standar Nasional Indonesia. 1999. Produksi induk ikan mas (*Cyprinus carpio* Linneaus) strai sinyoya kelas induk pokok (*Parrent stock*). Jakarta: SNI-01-6153-1999.
- Soebjarko, S. 2015. Laporan Kinerja Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya Tahun 2014. Kementerian Kelautan dan Perikanan DJPB, Jakarta. 51 hlm.
- Subana, M. dan Sudrajat, 2005. Dasar-Dasar Penelitian Ilmiah. CV Pustaka Pelajar: Bandung. 89 hlm
- Subandiyono. 2009. Diklat Kuliah Nutrisi Ikan : Protein dan Lemak. Unversitas Diponegoro. Semarang. 58 hlm.
- Sukmaningrum, S., N. Setyaningrum, dan A.E. Pulungsari. 2014. Retensi protein dan retensi energi ikan cupang plakat yang mengalami pemusaasan. Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto. Artikel. 43 hlm.
- Suprapti, L. 2005. *Kecap Air Kelapa*. Edisi Tekhnologi Pengolahan Pangan Kanisius. Yogyakarta. 9 hlm
- Suprayudi, M. D. Agus. D.Harianto, dan D. Jusadi. 2012 Kecernaan pakan dan pertumbuhan udang putih *Litopenaeus vannamei* diberi pakan mengandung enzim fitase berbeda. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. **11** (2) : 103-108.

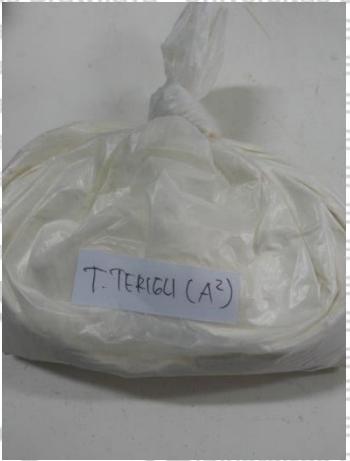


- Suryati, Teti. 2008. Cara bijak mengolah sampah menjadi kompos dan pupuk cair, *Agromedi*. 47 hlm.
- Susanto, H. dan A. Rochdianto. 2007. *Kiat Budidaya Ikan Mas di Lahan Kritis*. Penebar Swadaya. Jakarta. 53 hlm.
- Tomberlin, J.K., D.C. Sheppard, and J.A. Joyce. 2002. Selected Life-History Traits of Black Soldier flies (*Diptera: Stratiomyidae*) Reared on Three Artificial Diets. *Annals of The Entomology Society of America*. **95**(3):379-386.
- Tomberlin, J.K., P.H. Adler, and H.M. Myers. 2009. Development of the black soldier fly (*Diptera: Stratiomyidae*) in relation to temperature. *Environment Entomology*. **38**(3):930-934.
- Tossin, M. R., Sunarto dan Sabariah. 2008. Pengaruh dosis pakan berbeda terhadap pertumbuhan ikan mas *Cyprinus carpio* dan ikan baung *Macrones* sp dengan sistem cage-cum-cage. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. **7**(1) :59–64.
- Van Huis A. 2013. Potential of insects as food and feed in assuring food security. *Annuals Review Entomology*. **58**(1):563- 583.
- Veldkamp TG, A. Van Duinkerken, A. Van Huis, CMM. Lakemond, E. Ottevanger, G. Bosch, Van Boekel. 2012. Insects as a suistainable feed ingredient in pig and poultry diets-a feasibility study. Wageningen (Netherlands): Wageningen UR Livestock Research. 364 p.
- Vijayan DK, R. Jayarani, DK. Singh, NS. Chatterjee, S. Mathew, B.P. Mohanty, TV. Sankar, R. Anandan. 2016. Comparative studies on nutrient profiling of two deep sea fish (*Noepinnula orientalis*) and (*Chlorophthalmus corniger*) and brackish water fish (*Scatophagus argus*). *The Journal of Basic and Applied Zoology*. **77**:41-48.
- Vincent, J.B. 2000. The biochemistry of chromium. *Journal Nutrition*. **130**:715-718.
- Wang D, WZ. Shao, XZ. Chuan, YB. Yao, HA. Shi, and NX. Ying. 2005. Evaluation on nutritional value of field crickets as a poultry feedstuff. *Asian-Australas Journal Animal Science*. **18**:667-670.
- Wardhana AH dan S. Muhrsini. 2004. Studi pupa lalat penyebab Myasis, *Chrysomya bezziana* di Indonesia. Dalam: Thalib A, Sendow I, Purwadaria T, Tarmudji, Darmono, Trikulanningsih E, Beriajaya, Natalia L, Nurhayati, Ketaren PP. Iptek sebagai Motor Penggerak Pembangunan Sistem dan Usaha Agribisnis Peternakan. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Bogor (Indonesia): Puslitbangnak. 702-710 hlm.
- Webster, C. D. and C. Lim. 2002. Nutrition requirement and feeding finfish for aquaculture. CABI Publishing. New York, USA. 448 p.
- Wilson, R.P. 1989. Amino acids and protein. In Halver, J.E. (eds.) *Fish Nutrition*, 2nd edition. Academic Press, Inc., New York, p.112-153.
- Yolanda, S., L. Santoso, dan E. Harpeni. 2013. Pengaruh substitusi tepung ikan dengan tepung ikan rucah terhadap pertumbuhan ikan nila gesit (*O. niloticus*). *e-Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan*. **1** (2): 95-100.

- Yudiarto, S., M. Arief dan Agustono. 2012. Pengaruh penambahan atraktan yang berbeda dalam pakan pasta terhadap retensi protein, lemak dan energi benih ikan sidat (*Anguilla bicolor*) stadia elver. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan.* 4(2) : 135-140.
- Zhang J, L. Huang, J. He, K.J. Tomberlin, J. Li, C. Lei, M. Sun, Z. Liu, and Z. Yu. 2010. An artificial light source influences mating and oviposition of black soldier flies, *Hermetia illucens*. *Journal Insect Science.* 10:1-7.



Lampiran 1. Alat dan Bahan Penelitian**• Bahan Penelitian**

	
CMC	Tepung Terigu
	
Premiks	Tepung Dedak



Tepung Ikan Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Tepung Maggot



Tepung Kedelai



Tepung



Alkohol



Ikan Mas

Lampiran 2. Analisis Proksimat dan Asam Amino Bahan dan Pakan Selama Penelitian

a. Analisis Proksimat Bahan Pakan

Jenis Bahan	Kadar Kering (%)	Kadar air (%)	Protein (%)	Lemak (%)	Kadar Abu (%)	Serat Kasar (%)	BETN **	Energi kkal/g ***
Tepung ikan*	89,15	10,85	58,22	5,73	22,75	3,50	9,80	2,75
T. Maggot*	93,64	6,36	54,34	16,02	10,00	10,83	8,82	3,42
T. Kedelai*	92,83	7,17	33,63	22,41	5,30	8,41	30,25	3,75
T. Dedak*	89,68	10,32	10,01	11,01	7,17	8,89	62,92	2,82
T. Tapioka*	91,59	8,41	0,14	0,04	0,05	0,80	98,96	2,48

Keterangan

* : Hasil Analisis Proksimat Perekayasa Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya

** : BETN = 100-Protein-Lemak-Kadar Abu-Kadar Serat

*** : Energi = (3,5 x % Protein) + (8,1 x %Lemak) + (2,5 x %BETN)

b. Formulasi Pakan

Bahan	Perlakuan				
	A	B	C	D	E
Tepung Ikan	37,41	28,06	18,71	9,35	0,00
Tepung Maggot	0,00	10,02	20,04	30,06	40,08
Tepung Kedelai	30,03	30,03	30,03	30,03	30,03
Tepung Dedak	11,21	11,21	11,21	11,21	11,21
Tepung Tapioka	16,48	13,03	9,57	6,12	2,66
Vitamin dan Mineral	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Cr2O3	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
CMC	2,37	5,16	7,95	10,73	13,52
Total Bahan (gram)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Protein (%)	33,02	33,02	33,01	33,01	33,00
Lemak (%)	10,11	11,18	12,25	13,32	14,38
Serat Kasar (%)	4,96	5,69	6,42	7,15	7,88
BETN (%)	36,11	32,66	29,21	25,76	22,31
DE (%)	287,78	287,78	287,78	287,78	287,78
GE (%)	449,48	447,74	445,99	444,25	442,50

Lanjutan Lampiran 2.

Asam Amino Esensial (g/100g)	Tepung Pollard	Limbah Organik	Ampas Tahu
Arginin	2,17	2,15	2,06
Histidin	1,32	1,8	1,43
Isoleusin	1,93	1,92	1,90
Leusin	2,19	2,15	2,02
Lisin	1,76	1,71	1,64
Fenilalanin	2,44	2,60	2,64
Threonin	1,92	1,90	2,00
Valin	2,73	2,66	2,08
Asam Amino Non Esensial (g/100g)			
Asam Aspartat	2,57	2,6	2,4
Serin	1,98	2,12	1,2
Asam Glutamat	3,34	3,2	3,0
Glisin	2,97	2,2	3,4
Alanin	2,57	2,6	2,2
Prolin	2,21	2,2	2,2
Tirosin	3,08	3,1	2,8

- Komposisi asam amino esensial tepung hidrolisat protein asam amino pakan percobaan dan kebutuhan asam amino esensial pada ikan mas (*Cyprinus carpio L.*)

No	Asam Amino Essensial	Tepung maggot	Pakan Uji (gr/100gr)					Kebutuhan AAE ikan mas
			A	B	C	D	E	
1	Arginin	2,17	3,43	3,05	2,68	2,30	1,93	1,6
2	Histidin	1,32	1,84	1,65	1,47	1,28	1,09	0,8
3	Isoleusin	1,93	2,35	2,13	1,90	1,68	1,45	0,9
4	Leusin	2,91	3,82	3,44	3,06	2,68	2,30	1,3
5	Lisin	1,76	3,60	3,09	2,58	2,08	1,57	2,2
6	Fenilalanin	2,44	2,34	2,20	2,06	1,93	1,79	2,5
7	Threonin	1,92	2,18	1,97	1,76	1,54	1,33	1,5
8	Valin	2,73	2,69	2,47	2,25	2,02	1,80	1,4



Perlakuan	Ulangan	Jumlah Ikan (ekor)		SR(%)
		No	Nt	
A	1	15	15	100,00
	2	15	15	100,00
	3	15	14	93,33
B	1	15	15	100,00
	2	15	14	93,33
	3	15	15	100,00
C	1	15	15	100,00
	2	15	15	100,00
	3	15	15	100,00
D	1	15	15	100,00
	2	15	15	100,00
	3	15	15	100,00
E	1	15	15	100,00
	2	15	15	100,00
	3	15	15	100,00

Rumus :

$$SR = \frac{Nt}{No} \times 100\%$$

Keterangan :

No = Jumlah ikan pada awal penelitian

Nt = Jumlah ikan yang hidup pada akhir penelitian

SR = Survival rate / Kelulushidupan.

Lampiran 4. Analisis keragaman berdasarkan oneway ANOVA kelulushidupan pada benih ikan mas (*Cyprinus carpio L.*) selama penelitian.

a. Uji normalitas data

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		SR
N	15	
Normal Parameters ^{a,b}		
Mean	99,111111	
Std. Deviation	2,3457718	
Absolute	,514	
Most Extreme Differences	,352	
Positive	,352	
Negative	-,514	
Kolmogorov-Smirnov Z	1,992	
Asymp. Sig. (2-tailed)	,001	

- a. Test distribution is Normal.
b. Calculated from data.

b. Data Kelulushidupan (SR)

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata	SD
	1	2	3			
A	100,00	100,00	93,33	293,33	97,78	3,85
B	100,00	93,33	100,00	293,33	97,78	3,85
C	100,00	100,00	100,00	300	100,00	0,00
D	100,00	100,00	100,00	300	100,00	0,00
E	100,00	100,00	100,00	300	100,00	0,00

$$\bullet \text{ FK} = \frac{G^2}{n} = \frac{1486,66^2}{15} = 147343,86$$

$$\bullet \text{ JK Total} = (A1^2) + (A2^2) + (A3^2) + \dots + (E3^2) - \text{FK} \\ = (100^2 + 100^2 + 93,33^2 + \dots + 100^2) - 147343,86 \\ = 771141$$

$$\bullet \text{ JK Perlakuan} = \frac{\sum A^2 + \sum B^2 + \sum C^2 + \sum D^2 + \sum E^2}{r} - \text{FK} \\ = \frac{293,33^2 + 293,33^2 + 300^2 + 300^2 + 300^2}{3} - 147343,86 \\ = 177956$$

$$\bullet \text{ JK Acak} = \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan} \\ = 771141 - 147343,86 \\ = 593185$$

$$\bullet \text{ Derajat Bebas (db) Total} = (t)^*(r) - 1 = (5)^*(3) - 1 \\ = 14$$

- $db \text{ Perlakuan} = (t) - 1 = (5) - 1 = 4$
- $db \text{ Acak} = db \text{ total} - db \text{ acak} = 14 - 4 = 10$

Lanjutan (Lampiran 4)

$$\begin{aligned} \bullet \text{ KT Perlakuan} &= \frac{JK \text{ Perlakuan}}{db \text{ Perlakuan}} = \frac{17,80}{4} = 4,45 \\ \bullet \text{ KT Acak} &= \frac{JK \text{ Acak}}{db \text{ Acak}} = \frac{59,32}{10} = 5,93 \\ \bullet F. \text{ hitung} &= \frac{KT \text{ Perlakuan}}{KT \text{ Acak}} = \frac{4,45}{5,93} = 0,75 \end{aligned}$$

► Tabel analisis keragaman

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F hitung	F 5 %	F 1 %
Perlakuan	4	17,80	4,45	0,75 ^{ns}	3,48	5,99
Acak	10	59,32	5,93		3,48	5,99
Total	14	77,11				

Keterangan : ^{ns} = Tidak berbeda nyata

Karena didapatkan hasil nilai F hitung tidak lebih tinggi dari F table 5%, maka dilanjutkan dengan uji beda nyata terkecil (BNT).



Perlakuan	Ulangan	Bobot Rata-rata Wo (gr)	In Wo	In Wt	Δt (hari)	SGR (%/BB/hari)
A	1	9,7	15,3	2,28	2,73	30
A	2	9,4	14,9	2,24	2,70	30
A	3	9,6	15,4	2,26	2,73	30
B	1	7,9	14,5	2,06	2,67	30
B	2	7,4	13,7	1,99	2,61	30
B	3	7,5	13,7	2,01	2,62	30
C	1	8,2	16,8	2,11	2,82	30
C	2	9,1	18,4	2,20	2,91	30
C	3	7,5	15,5	2,02	2,74	30
D	1	9,4	16,6	2,24	2,81	30
D	2	9,1	15,6	2,20	2,75	30
D	3	8,7	15,3	2,17	2,73	30
E	1	9,7	15,6	2,27	2,75	30
E	2	9,5	15,3	2,25	2,73	30
E	3	9,4	15,3	2,24	2,73	30

Rumus :

$$SGR = \frac{(In Wt - In W_0)}{\Delta t} \times 100\%$$

Keterangan :

\bar{W}_0 = Berat rata-rata ikan pada awal pemeliharaan (gr)

\bar{W}_t = Berat rata-rata ikan pada akhir pemeliharaan (gr)

Δt = Lama pemeliharaan (hari)

SGR = Specific growth rate / laju pertumbuhan spesifik (%/BB/hari)

Lampiran 6. Analisis keragaman berdasarkan oneway ANOVA laju pertumbuhan spesifik pada ikan mas (*Cyprinus carpio L.*)

c. Uji normalitas data

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test		
N		15
	Mean	1,885408
Normal Parameters^{a,b}	Std. Deviation	,3205375
	Absolute	,196
Most Extreme Differences	Positive	,196
	Negative	-,133
Kolmogorov-Smirnov Z		,760
Asymp. Sig. (2-tailed)		,610

- a. Test distribution is Normal.
 b. Calculated from data.

d. Data Laju Pertumbuhan Spesifik

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
A	1,51	1,54	1,58	4,63	1,54
B	2,03	2,07	2,03	6,13	2,04
C	2,39	2,37	2,40	7,16	2,39
D	1,89	1,82	1,87	5,58	1,86
E	1,59	1,58	1,62	4,79	1,60
Total	9,41	9,38	9,50	28,29	

$$\bullet \text{ FK} = \frac{G^2}{n} = \frac{28,29}{15} = 53,35$$

$$\bullet \text{ JK Total} = (A_1^2) + (A_2^2) + (A_3^2) + \dots + (E_3^2) - \text{FK}$$

$$= (1,51^2 + 1,54^2 + 1,58^2 + \dots + 1,62^2) - 53,35$$

$$= 1,4392$$

$$\bullet \text{ JK Perlakuan} = \frac{\sum A^2 + \sum B^2 + \sum C^2 + \sum D^2 + \sum E^2}{r} - \text{FK}$$

$$= \frac{4,63^2 + 6,31^2 + 7,16^2 + 5,58^2 + 4,79^2}{3} - 53,35$$

$$= 1,4317$$

$$\bullet \text{ JK Acak} = \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan}$$

$$= 1,4392 - 1,4317$$

$$= 0,007$$

$$\bullet \text{ Derajat Bebas (db) Total} = (t) * (r) - 1 = (5) * (3) - 1$$

$$\bullet \text{ db Perlakuan} = (t) - 1 = (5) - 1$$

$$= 14$$

$$= 4$$

- db Acak = db total – db acak = $14 - 4 = 10$
- Lanjutan (Lampiran 6)**

$$\begin{aligned} \bullet \text{ KT Perlakuan} &= \frac{\text{JK Perlakuan}}{\text{db Perlakuan}} = \frac{1,432}{4} = 0,358 \\ \bullet \text{ KT Acak} &= \frac{\text{JK Acak}}{\text{db Acak}} = \frac{0,007}{10} = 0,001 \\ \bullet \text{ F. hitung} &= \frac{\text{KT Perlakuan}}{\text{KT Acak}} = \frac{0,358}{0,001} = 479,362 \end{aligned}$$

► **Tabel analisis keragaman**

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	4	1,432	0,358	479,362**	3,478	5,99
Acak	10	0,007	0,001		3,478	5,99
Total	14	1,439				

Keterangan ** = berbeda sangat nyata

Karena didapatkan hasil nilai F hitung lebih tinggi dari F table 5%, maka dilanjutkan dengan uji beda nyata terkecil (BNT).

► **Menghitung nilai BNT**

$$\text{SED} = \sqrt{\frac{2 \times \text{KT Acak}}{\text{ulangan}}} = \sqrt{\frac{2 \times 0,001}{3}} = 0,22$$

$$\text{BNT } 5\% = t \text{ tabel } 5\% (\text{db acak}) \times \text{SED} = 2,23 \times 0,22 = 0,05$$

$$\text{BNT } 1\% = t \text{ table } 1\% (\text{db acak}) \times \text{SED} = 3,17 \times 0,22 = 0,07$$

► **Tabel hasil uji BNT**

Perlakuan	Rata-rata	A	E	D	B	C	Notasi
		1,54	1,60	1,86	2,04	2,39	
A	1,54	0,0000					a
E	1,60	0,0533	0,0000				b
D	1,86	0,3167	0,2633	0,0000			c
B	2,04	0,5000	0,4467	0,1833	0,0000		d
C	2,39	0,8433	0,7900	0,5267	0,3433	0,0000	e

Selanjutnya untuk mengetahui hubungan antara perlakuan dengan hasil yang dipengaruhi dengan menggunakan perhitungan analisis regresi.

Lanjutan (Lampiran 6)

► Perhitungan uji polinomial orthogonal

Perlakuan	Total	Pembanding			
		Linier	Kuadratik	Kubik	Kuartik
A	4,63	-2	2	-1	1
B	6,13	-1	-1	2	-4
C	7,16	0	-2	0	6
D	5,58	1	-1	-2	-4
E	4,79	2	2	1	1
$\sum ci^2$	10		14	10	70
$Q = \sum (ci \times Ti)$		-0,23	-7,19	1,26	5,54
$Kr = (ci^2 \times r)$	30		42	30	210
JK Regresi		0,001763333	1,230859524	0,05292	0,146150476
Total JK Regresi		1,431693333			

► Analisis keragaman regresi

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	4	1,4317	0,3579			
Linier	1	0,0018	0,0018	2,3616	4,9646	10,044
Kuadratik	1	1,2309	1,2309	1648,4726	4,9646	10,044
Kubik	1	0,0529	0,0529	70,8750	4,9646	10,044
Kuartik	1	0,1462	0,1462	195,7372	4,9646	10,044
Acak	10	0,0075	0,0007			
Total	14	1,4392	0,1028			

• Perhitungan R²

$$R^2 \text{ Linier} = \frac{\text{JK linear}}{\text{JK linear} + \text{JK acak}} = \frac{0,0018}{0,0018 + 0,0075} = 0,1910$$

$$R^2 \text{ Kudratik} = \frac{\text{JK kuadratik}}{\text{JK kuadratik} + \text{JK acak}} = \frac{1,2309}{1,2309 + 0,0075} = 0,9940$$

$$R^2 \text{ Kubik} = \frac{\text{JK Kubik}}{\text{JK Kubik} + \text{JK acak}} = \frac{0,0529}{0,0529 + 0,0075} = 0,8764$$

$$R^2 \text{ Kuartik} = \frac{\text{JK Kuartik}}{\text{JK Kuartik} + \text{JK acak}} = \frac{0,1462}{0,1462 + 0,0075} = 0,9514$$

Perhitungan regresi kuadratik di atas, bernilai lebih besar dibanding dengan

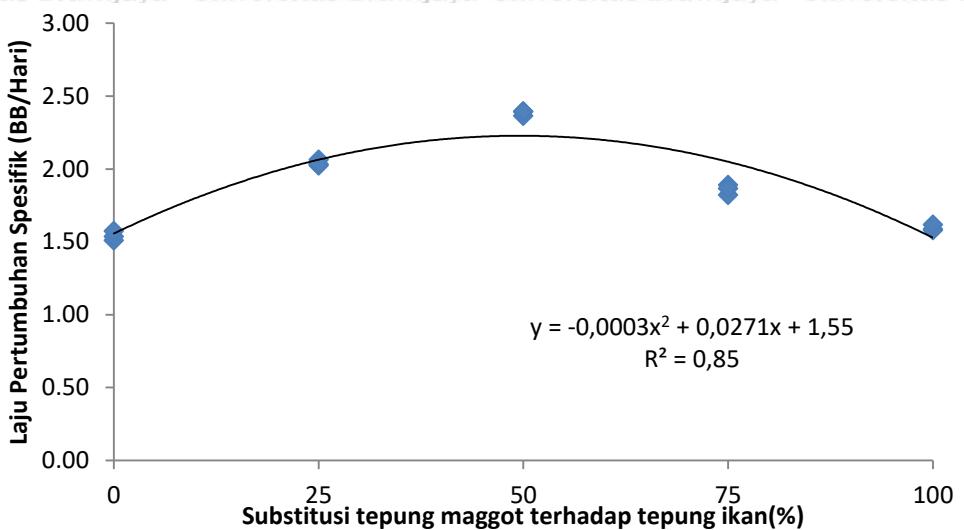
nilai regresi linier, kubik dan kuartik. Persamaan regresi kuadratik yang diperoleh

adalah $y = -0,0003x^2 + 0,0271x + 1,55$ dengan hubungan antara substitusi tepung

maggot terhadap laju pertumbuhan spesifik ikan mas (*Cyprinus carpio L.*) dapat

dilihat sebagai berikut :

Lanjutan (Lampiran 6)



$$U_j = \frac{x_j - x}{d} \text{ dimana } x = \frac{0+25+50+75+100}{5} = 50 \text{ dan } d = 25$$

$$\text{Maka } u_j = \frac{x_j - 50}{25}$$

Sehingga didapatkan :

x _j	A	B	C	D	E	Total
0	0	25	50	75	100	250
u _j	-2	-1	0	1	2	0
u _j ²	4	1	0	1	4	10
u _j ⁴	16	1	0	1	16	34
y _{ij}	4,63	6,13	7,16	5,58	4,79	28,29
u _j .y _{ij}	-9,26	-6,13	0,00	5,58	9,58	-0,23
u _j ² .y _{ij}	18,52	6,13	0,00	5,58	19,16	49,39

$$\text{Persamaan 1 : } \sum u_j \cdot y_{ij} = b_1 * r * \sum u_j^2$$

$$-0,23 = b_1 * 3 * 10$$

$$b_1 = \frac{-0,23}{3*10} = -0,008$$

$$\text{Persamaan 2 : } \sum y_{ij} = (b_0 * n) (b_2 * r * \sum u_j^2)$$

$$28,29 = (b_0 * 15) (b_2 * 3 * 10)$$

$$28,29 = 15b_0 \cdot 30b_2$$

$$\text{Persamaan 3 : } \sum u_j^2 \cdot y_{ij} = (b_0 * r * \sum u_j^2) (b_2 * r * \sum u_j^4)$$

$$49,39 = (b_0 * 3 * 10) (b_2 * 3 * 34)$$

$$49,39 = 30b_0 \cdot 102b_2$$



Substitusi persamaan 2 dan 3 untuk mencari b_2 :

$$28,29$$

$$49,39$$

$$= 15b_0 + 30b_2 [^2] 56,58$$

$$= 30b_0 + 102b_2 [*1] 49,39$$

$$= 30b_0 + 60 b_2$$

$$= 30b_0 + 102 b_2$$

$$7,19$$

$$= -42b_2$$

$$b_2 = -0,1711$$

Substitusi persamaan 3 untuk mencari b_0 :

$$49,39 = 30b_0 + 102b_2$$

$$49,39 = 30b_0 + 102(-0,1711)$$

$$49,39 = 30b_0 - 17,452$$

$$b_0 = \frac{49,39 + 17,452}{30} = 2,2280$$

Persamaan regresi kuadratik adalah $y = b_0 + b_1x + b_2x^2$, sehingga didapatkan :

$$y = 2,2280 - 0,0076 (x-50/25) - 0,1711 (x-50/25)^2$$

$$y = 2,2280 - 0,0003x + 0,0152 - 0,1711 (x^2-100x + 2500 / 625)$$

$$y = 2,2280 - 0,0003x + 0,0152 - 0,0003x^2 + 0,0273x - 0,6844$$

$$y = -0,0003x^2 + 0,027x + 1,5588$$

Untuk menentukan x maksimum maka didapatkan dari turunan rumus y, yaitu :

$$y = -0,0003x^2 + 0,027x + 1,5588$$

$$y = 2(0,0003x) + 0,027$$

$$y = -0,0006 + 0,027$$

$$x = 45\%$$

Sehingga y maksimum yang didapat adalah :

$$y = -0,0003x^2 + 0,027x + 1,5588$$

$$y = -0,0003 (45)^2 + 0,027 (45) + 1,5588$$

$$y = 2,16$$



universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya
 Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya
 Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya
Lampiran 7. Perhitungan rasio konversi pakan pada benih ikan mas (*Cyprinus carpio L.*) selama penelitian.

Perlakuan	Ulangan	Wo (gr)	Wt (gr)	ΣF (gr)	BKf (%)	ΣF BKf	Wt- Wo	FCR
Universitas Brawijaya A	1	9,7	15,3	17,15	90,46	15,51	5,59	2,77
	2	9,4	14,9	16,88	90,46	15,27	5,50	2,78
	3	9,6	15,4	17,31	90,46	15,66	5,80	2,70
Universitas Brawijaya B	1	7,9	14,5	14,69	90,79	13,34	6,59	2,02
	2	7,4	13,7	14,19	90,79	12,89	6,31	2,04
Universitas Brawijaya C	3	7,5	13,7	14,06	90,79	12,76	6,28	2,03
	1	8,2	16,8	16,55	91,07	15,07	8,63	1,75
	2	9,1	18,4	18,03	91,07	16,42	9,36	1,75
Universitas Brawijaya D	3	7,5	15,5	15,10	91,07	13,75	7,94	1,73
	1	9,4	16,6	17,70	91,46	16,18	7,18	2,26
	2	9,1	15,6	16,84	91,46	15,40	6,59	2,34
Universitas Brawijaya E	3	8,7	15,3	16,37	91,46	14,97	6,55	2,28
	1	9,7	15,6	17,76	90,99	16,16	5,92	2,73
	2	9,5	15,3	17,56	90,99	15,98	5,78	2,77
Universitas Brawijaya	3	9,4	15,3	17,59	90,99	16,01	5,89	2,72

Rumus :

$$FCR = \frac{\Sigma F BK}{Wt - Wo} \times 100\%$$

Keterangan :

ΣP = Jumlah pakan yang diberikan selama pemeliharaan (gr)

BK = Berat kering pakan (%)

$\Sigma F BK$ = Jumlah pakan kering (gr)

W_0 = Berat rata-rata ikan pada awal pemeliharaan (gr)

Wt = Berat rata-rata ikan pada akhir pemeliharaan (gr)

FCR = Rasio konversi pakan

Uji normalitas data**One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test**

N

Normal Parameters^{a,b}

Mean

wijaya

,4080576 wijaya

Std. Deviation

Absolute

,231 wijaya

Positive

,145 wijaya

Negative

-,231 wijaya

Kolmogorov-Smirnov Z

,894 wijaya

Asymp. Sig. (2-tailed)

,401 wijaya

a. Test distribution is Normal.

wijaya

b. Calculated from data.

wijaya

Data Rasio Konversi Pakan

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata	Stdev
	1	2	3			
A	2,77	2,78	2,70	8,25	2,75	0,044
B	2,02	2,04	2,03	6,09	2,03	0,010
C	1,75	1,75	1,73	5,23	1,74	0,012
D	2,26	2,34	2,28	6,88	2,29	0,042
E	2,73	2,77	2,72	8,22	2,74	0,026

$$\bullet \text{ FK} = \frac{G^2}{n} = \frac{34,67}{15} = 80,13$$

$$\bullet \text{ JK Total} = (A1^2) + (A2^2) + (A3^2) + \dots + (E3^2) - FK \\ = (2,77^2 + 2,78^2 + 2,70^2 + \dots + 2,72^2) - 80,13 \\ = 2,3440$$

$$\bullet \text{ JK Perlakuan} = \frac{\sum A^2 + \sum B^2 + \sum C^2 + \sum D^2 + \sum E^2}{r} - FK \\ = \frac{8,25^2 + 6,09^2 + 5,23^2 + 6,88^2 + 8,22^2}{3} - 80,13 \\ = 2,3348$$

$$\bullet \text{ JK Acak} = \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan}$$

$$= 2,3440 - 2,3348$$

$$= 0,0091$$

$$\bullet \text{ Derajat Bebas (db) Total} = (t)*(r) - 1 = (5)*(3) - 1$$

$$\bullet \text{ db Perlakuan} = (t) - 1 = (5) - 1$$

$$\bullet \text{ db Acak} = \text{db total} - \text{db acak} = 14 - 4 = 10$$

universitas brawijaya

Lanjutan (Lampiran 8)

$$\blacktriangleright \text{ KT Perlakuan} = \frac{\text{JK Perlakuan}}{\text{db Perlakuan}} = \frac{2,235}{4} = 0,584$$

$$\blacktriangleright \text{ KT Acak} = \frac{\text{JK Acak}}{\text{db Acak}} = \frac{0,01}{10} = 0,001$$

$$\blacktriangleright \text{ F. hitung} = \frac{\text{KT Perlakuan}}{\text{KT Acak}} = \frac{0,584}{0,001} = 639,10$$

Tabel analisis keragaman

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	4	2,33	0,584	639,10**	3,478	5,994
Acak	10	0,01	0,001		3,478	5,994
Total	14	2,34				

Keterangan : ** = berbeda sangat nyata

Karena didapatkan hasil nilai F hitung lebih tinggi dari F table 5%, maka dilanjutkan dengan uji beda nyata terkecil (BNT).

Menghitung nilai BNT

$$\text{SED} = \sqrt{\frac{2 \times \text{KT Acak}}{\text{ulangan}}} = \sqrt{\frac{2 \times 0,001}{3}} = 0,22$$

$$\text{BNT 5\%} = t \text{ tabel 5\% (db acak)} \times \text{SED} = 2,23 \times 0,22 = 0,05$$

$$\text{BNT 1\%} = t \text{ table 1\% (db acak)} \times \text{SED} = 3,17 \times 0,22 = 0,07$$

Tabel hasil uji BNT

Perlakuan	Rata-rata	C	B	D	E	A	Notasi
		1,74	2,03	2,29	2,74	2,75	
C	1,74	0,00					a
B	2,03	0,29	0				b
D	2,29	0,55	0,26	0			c
E	2,74	1,00	0,71	0,447	0		d
A	2,75	1,01	0,72	0,46	0,010	0	e

Selanjutnya untuk mengetahui hubungan antara perlakuan dengan hasil yang dipengaruhi dengan menggunakan perhitungan analisis regresi.

Lanjutan (Lampiran 8)

► Perhitungan uji polinomial orthogonal

Perlakuan	Total	Linier	Kuadratik	Kubik	Pembanding
					Kuartik
A	8,25	-2	2	-1	1
B	6,09	-1	-1	2	-4
C	5,23	0	-2	0	6
D	6,88	1	-1	-2	-4
E	8,22	2	2	1	1
$\sum ci^2$	10	14	10	70	
$Q = \sum (ci \times Ti)$	0,73	9,51	-1,61	-4,03	
$Kr = (ci^2 \times r)$	30	42	30	210	
JK Regresi	0,018	2,153	0,086	0,077	
Total JK					
Regresi	2,335				

► Analisis keragaman regresi

Sumber	Keragaman	db	JK	KT	F hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	4	2,3348	0,5837				
Linier	1	0,0178	0,0178	19,4489	4,9646	10,044	
Kuadratik	1	2,1533	2,1533	2357,6668	4,9646	10,044	
Kubik	1	0,0864	0,0864	94,6022	4,9646	10,044	
Kuartik	1	0,0773	0,0773	84,6762	4,9646	10,044	
Acak	10	0,0091	0,0091				
Total	14	2,3440	0,1674				

• Perhitungan R^2

R^2 Linier

$$= \frac{JK \text{ linear}}{JK \text{ linear} + JK \text{ acak}} = \frac{0,0178}{0,0178 + 0,0091} = 0,660$$

R^2 Kudratik

$$= \frac{JK \text{ kuadratik}}{JK \text{ kuadratik} + JK \text{ acak}} = \frac{2,153}{2,153 + 0,0091} = 0,996$$

R^2 Kubik

$$= \frac{JK \text{ Kubik}}{JK \text{ Kubik} + JK \text{ acak}} = \frac{0,086}{0,086 + 0,0091} = 0,904$$

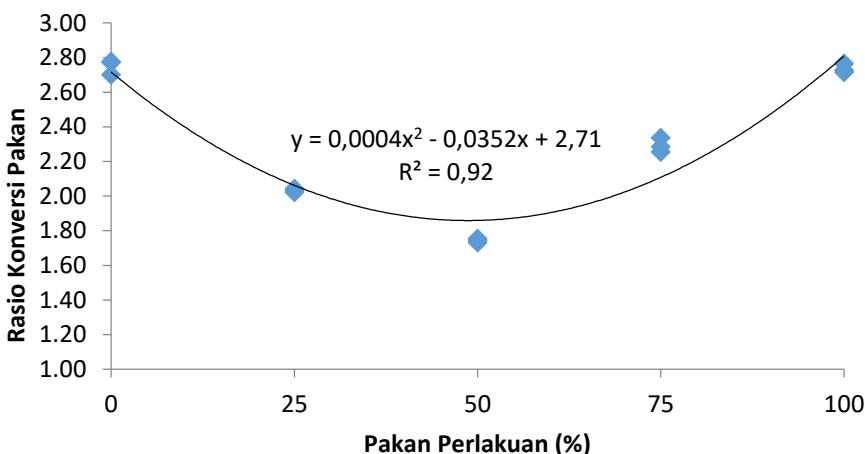
R^2 Kuartik

$$= \frac{JK \text{ Kuartik}}{JK \text{ Kuartik} + JK \text{ acak}} = \frac{0,077}{0,077 + 0,0091} = 0,894$$

Perhitungan regresi kuadratik di atas, bernilai lebih besar dibanding dengan nilai regresi linier, kubik dan kuartik. Persamaan regresi kuadratik yang diperoleh adalah $y = 0,0004x^2 - 0,0352x + 2,71$ dengan hubungan antara substitusi tepung maggot dengan tepung ikan terhadap rasio konversi pakan ikan mas dapat dilihat sebagai berikut :



Lanjutan (Lampiran 8)



Persamaan perhitungan sebagai berikut :

$$U_j = \frac{x_j - x}{d} \text{ dimana } x = \frac{0+25+50+75+100}{5} = 50 \text{ dan } d = 25$$

$$\text{Maka } u_j = \frac{x_j - 50}{25}$$

Lampiran 8

Sehingga didapatkan :

x _j	A	B	C	D	E	Total
0	25	50	75	100		250
u _j	-2	-1	0	1	2	0
u _j ²	4	1	0	1	4	10
u _j ⁴	16	1	0	1	16	34
y _{ij}	8,25	6,09	5,23	6,88	8,22	34,67
u _j .y _{ij}	-16,50	-6,09	0,00	6,88	16,44	0,73
u _j ² .y _{ij}	33,00	6,09	0,00	6,88	32,88	78,85

$$\text{Persamaan 1 : } \sum u_j \cdot y_{ij} = b_1 * r * \sum u_j^2$$

$$0,73 = b_1 * 3 * 10$$

$$b_1 = \frac{0,73}{3*10} = 0,024$$

$$\text{Persamaan 2 : } \sum y_{ij} = (b_0 * n) (b_2 * r * \sum u_j^2)$$

$$34,67 = (b_0 * 15) (b_2 * 3 * 10)$$

$$34,67 = 15b_0 30b_2$$

$$\text{Persamaan 3 : } \sum u_j^2 \cdot y_{ij} = (b_0 * r * \sum u_j^2) (b_2 * r * \sum u_j^4)$$

$$78,85 = (b_0 * 3 * 10) (b_2 * 3 * 34)$$

$$78,85 = 30b_0 102b_2$$

$$78,85$$

Substitusi persamaan 2 dan 3 untuk mencari b_2 :

$$34,67 = 15b_0 + 30b_2 \quad [*2] \quad 34,67 = 30b_0 + 60 b_2$$

$$78,85 = 30b_0 + 102b_2 \quad [*1] \quad 78,85 = 30b_0 + 102 b_2$$

$$-9,51 = -42b_2$$

$$b_2 = 0,226$$

Substitusi persamaan 3 untuk mencari b_0 :

$$78,85 = 30b_0 + 102b_2$$

$$78,85 = 30b_0 + 102(0,226)$$

$$78,85 = 30b_0 + 23,0928$$

$$b_0 = \frac{78,85 - 23,0928}{30} = 1,858$$

Persamaan regresi kuadratik adalah $y = b_0 + b_1x + b_2x^2$, sehingga didapatkan :

$$y = 1,858 + 0,024(x-50/25) + 0,226(x-50/25)^2$$

$$y = 1,858 + 0,024(0,04x - 2) + 0,226(x^2 - 100x + 2500 / 625)$$

$$y = 1,858 + 0,0010x - 0,048 + 0,0004x^2 - 0,0362x + 0,944$$

$$y = 0,0004x^2 - 0,0352x + 2,71$$

Untuk menentukan x maksimum maka didapatkan dari turunan rumus y, yaitu :

$$y = 0,0004x^2 - 0,0352x + 2,71$$

$$y = 2(0,0004x) - 0,0352$$

$$y = 0,0008 - 0,0352$$

$$x = 44\%$$

Sehingga y maksimum yang didapat adalah :

$$y = 0,0004x^2 - 0,0352x + 2,71$$

$$y = 0,0004(44)^2 - 0,0352(44) + 2,71$$

$$y = 1,94$$



Lampiran 9. Perhitungan rasio efisiensi protein pada ikan mas selama penelitian.

Perlakuan	Ulangan	Wo (gr)	Wt (gr)	ΣF (gr)	BKf (%)	ΣF BKf	PP	ΣP Pkn	Wt-Wo	PER
A	1	9,7	15,3	17,15	90,46	15,51	31,54	5,12	5,59	1,09
	2	9,4	14,9	16,88	90,46	15,27	31,54	5,04	5,50	1,09
	3	9,6	15,4	17,31	90,46	15,66	31,54	5,17	5,80	1,12
B	1	7,9	14,5	14,69	90,79	13,34	34,97	4,40	6,59	1,50
	2	7,4	13,7	14,19	90,79	12,89	34,97	4,25	6,31	1,48
	3	7,5	13,7	14,06	90,79	12,76	34,97	4,21	6,28	1,49
C	1	8,2	16,8	16,55	91,07	15,07	36,26	4,97	8,63	1,74
	2	9,1	18,4	18,03	91,07	16,42	36,26	5,42	9,36	1,73
	3	7,5	15,5	15,10	91,07	13,75	36,26	4,54	7,94	1,75
D	1	9,4	16,6	17,70	91,46	16,18	34,55	5,34	7,18	1,34
	2	9,1	15,6	16,84	91,46	15,40	34,55	5,08	6,59	1,30
	3	8,7	15,3	16,37	91,46	14,97	34,55	4,94	6,55	1,33
E	1	9,7	15,6	17,76	90,99	16,16	35,34	5,33	5,92	1,11
	2	9,5	15,3	17,56	90,99	15,98	35,34	5,27	5,78	1,10
	3	9,4	15,3	17,59	90,99	16,01	35,34	5,28	5,89	1,12

Rumus :

$$PER = \frac{Wt - W0}{\Sigma F Pkn}$$

Keterangan :

PER = Protein Efficiency Ratio

W0 = Berat rata-rata ikan pada awal pemeliharaan (gr)

Wt = Berat rata-rata ikan pada akhir pemeliharaan (gr)

ΣF = Jumlah pakan yang diberikan selama pemeliharaan (gr)

BKf = Berat Kering Pakan (%)

ΣF BKf = Jumlah pakan kering (gr)

ΣP Pkn = Jumlah pakan kering yang diberikan selama pemeliharaan (gr)

= Protein Pakan (%)

Lampiran 10. Analisis keragaman berdasarkan oneway ANOVA rasio efisiensi protein pada ikan mas (*Cyprinus carpio L.*) selama penelitian.

Uji normalitas data

		One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test	
	N		15
Normal Parameters ^{a,b}		Mean	1,352041
		Std. Deviation	,2502514
		Absolute	,222
Most Extreme Differences		Positive	,222
		Negative	-,149
Kolmogorov-Smirnov Z			,858
Asymp. Sig. (2-tailed)			,453

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Data Rasio Efisiensi Protein

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata	Stdev
	1	2	3			
A	1,09	1,09	1,12	3,30	1,10	0,017
B	1,50	1,48	1,49	4,47	1,49	0,010
C	1,74	1,73	1,75	5,22	1,74	0,010
D	1,34	1,30	1,33	3,97	1,32	0,021
E	1,11	1,10	1,12	3,33	1,11	0,010

$$\bullet \text{ FK} = \frac{G^2}{n} = \frac{20,29}{15} = 27,44$$

$$\bullet \text{ JK Total} = (A1^2) + (A2^2) + (A3^2) + \dots + (E3^2) - FK$$

$$= (1,09^2 + 1,09^2 + 1,12^2 + \dots + 1,12^2) - 27,44$$

$$= 0,8795$$

$$\bullet \text{ JK Perlakuan} = \frac{\sum A^2 + \sum B^2 + \sum C^2 + \sum D^2 + \sum E^2}{3} - FK$$

$$= \frac{3,30^2 + 4,47^2 + 5,22^2 + 3,97^2 + 3,33^2}{3} - 27,44$$

$$= 0,8774$$

$$\bullet \text{ JK Acak} = \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan}$$

$$= 0,8795 - 0,8774 = 0,0021$$

$$\bullet \text{ Derajat Bebas (db) Total} = (t)^*(r) - 1 = (5)^*(3) - 1 = 14$$

$$\bullet \text{ db Perlakuan} = (t) - 1 = (5) - 1 = 4$$

$$\bullet \text{ db Acak} = \text{db total} - \text{db acak} = 14 - 4 = 10$$

Lanjutan (Lampiran 10)

- KT Perlakuan $= \frac{JK \text{ Perlakuan}}{\text{db Perlakuan}} = \frac{0,877}{4} = 0,219$
- KT Acak $= \frac{JK \text{ Acak}}{\text{db Acak}} = \frac{0,002}{10} = 0,0002$
- F. hitung $= \frac{\text{KT Perlakuan}}{\text{KT Acak}} = \frac{0,219}{0,0002} = 1061,40$

Tabel analisis keragaman

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	4	0,88	0,22	1061,40**	3,478	5,99
Acak	10	0,00	0,00		3,478	5,99
Total	14	0,88				

Keterangan : ** = berbeda sangat nyata

Karena didapatkan hasil nilai F hitung lebih tinggi dari F table 5%, maka dilanjutkan dengan uji beda nyata terkecil (BNT).

Menghitung nilai BNT

$$SED = \sqrt{\frac{2 \times KT \text{ Acak}}{\text{ulangan}}} = \sqrt{\frac{2 \times 0,0002}{3}} = 0,117$$

$$\text{BNT } 5\% = t \text{ tabel } 5\% (\text{db acak}) \times SED = 2,23 \times 0,117 = 0,026$$

$$\text{BNT } 1\% = t \text{ table } 1\% (\text{db acak}) \times SED = 3,17 \times 0,117 = 0,037$$

Tabel hasil uji BNT

Rata-rata	A	E	D	B	C	Notasi
1,10	1,10	1,11	1,32	1,49	1,74	
1,10	0,00					a
1,11	0,01	0				a
1,32	0,22	0,213	0			b
1,49	0,39	0,38	0,17	0		c
1,74	0,64	0,63	0,42	0,25	0	d

Selanjutnya untuk mengetahui hubungan antara perlakuan dengan hasil

yang dipengaruhi dengan menggunakan perhitungan analisis regresi.

Lanjutan (Lampiran 10)

► Perhitungan uji polinomial orthogonal

Perlakuan	Total	Pembanding			
		Linier	Kuadratik	Kubik	Kuartik
A	3,30	-2	2	-1	1
B	4,47	-1	-1	2	-4
C	5,22	0	-2	0	6
D	3,97	1	-1	-2	-4
E	3,33	2	2	1	1
$\sum ci^2$	Universitas Brawijaya 10	Universitas Brawijaya 14	Universitas Brawijaya 10	Universitas Brawijaya 70	Universitas Brawijaya
$Q = \sum (ci \times Ti)$	Universitas Brawijaya -0,44	Universitas Brawijaya -5,62	Universitas Brawijaya 1,03	Universitas Brawijaya 4,19	Universitas Brawijaya
$Kr = (ci^2 \times r)$	Universitas Brawijaya 30	Universitas Brawijaya 42	Universitas Brawijaya 30	Universitas Brawijaya 210	Universitas Brawijaya
JK Regresi	Universitas Brawijaya 0,00645333	Universitas Brawijaya 0,75200952	Universitas Brawijaya 0,03536333	Universitas Brawijaya 0,08360047	Universitas Brawijaya 6
Total JK	Universitas Brawijaya 3				Universitas Brawijaya
Regresi	Universitas Brawijaya 4				Universitas Brawijaya
	Universitas Brawijaya 3				Universitas Brawijaya
	Universitas Brawijaya 0,877426667				Universitas Brawijaya

➤ Analisis keragaman regresi

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	4	0,8774	0,2194			
Linier	1	0,0065	0,0065	31,2258	4,9646	10,044
Kuadratik	1	0,7520	0,7520	3638,7558	4,9646	10,044
Kubik	1	0,0354	0,0354	171,1129	4,9646	10,044
Kuartik	1	0,0836	0,0836	404,5184	4,9646	10,044
Acak	10	0,0021	0,0002			
Total	14	0,8795	0,0628			

• Perhitungan R^2

$$R^2 \text{ Linier} = \frac{\text{JK linear}}{\text{JK linear} + \text{JK Kacak}} = \frac{0,0065}{0,0065 + 0,0021} = 0,757$$

$$R^2 \text{ Kuadratik} = \frac{\text{JK kuadratik}}{\text{JK kuadratik} + \text{JK Kacak}} = \frac{0,7520}{0,7520 + 0,0021} = 0,997$$

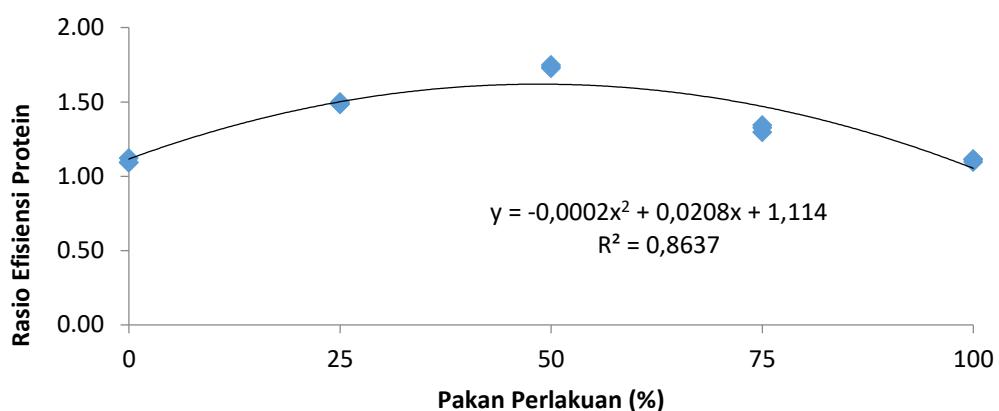
$$R^2 \text{ Kubik} = \frac{\text{JK Kubik}}{\text{JK Kubik} + \text{JK Kacak}} = \frac{0,0354}{0,0354 + 0,0021} = 0,944$$

$$R^2 \text{ Kuartik} = \frac{\text{JK Kuartik}}{\text{JK Kuartik} + \text{JK acak}} = \frac{0,0836}{0,0836 + 0,0021} = 0,975$$

Perhitungan regresi kuadratik di atas, bernilai lebih besar dibanding dengan nilai regresi linier, kubik dan kuartik. Persamaan regresi kuadratik yang diperoleh adalah $y = -0,0002x^2 + 0,0208x + 1,114$ dengan hubungan antara substitusi tepung maggot terhadap rasio efisiensi protein ikan mas dapat dilihat sebagai berikut :



Lanjutan (Lampiran 10)



Persamaan perhitungan sebagai berikut :

$$U_j = \frac{x_j - x}{d} \text{ dimana } x = \frac{0+25+50+75+100}{5} = 50 \text{ dan } d = 25$$

$$\text{Maka } u_j = \frac{x_j - 50}{25}$$

Sehingga didapatkan :

xj	A	B	C	D	E	Total
0	25	50	75	100		250
uj	-2	-1	0	1	2	
uj ²	4	1	0	1	4	
uj ⁴	16	1	0	1	16	
yij	3,30	4,47	5,22	3,97	3,33	20,29
uj.yij	-6,60	-4,47	0,00	3,97	6,66	-0,44
uj ² .yij	13,20	4,47	0,00	3,97	13,32	34,96

$$\text{Persamaan 1 : } \sum u_j \cdot y_{ij} = b_1 * r * \sum u_j^2$$

$$-0,44 = b_1 * 3 * 10$$

$$b_1 = \frac{-0,44}{3*10} = -0,015$$

$$\text{Persamaan 2 : } \sum y_{ij} = (b_0 * n) (b_2 * r * \sum u_j^2)$$

$$20,29 = (b_0 * 15) (b_2 * 3 * 10)$$

$$20,29 = 15b_0 30b_2$$

$$\text{Persamaan 3 : } \sum u_j^2 \cdot y_{ij} = (b_0 * r * \sum u_j^2) (b_2 * r * \sum u_j^4)$$

$$34,49 = (b_0 * 3 * 10) (b_2 * 3 * 34)$$

$$34,49 = 30b_0 102b_2$$



Substitusi persamaan 2 dan 3 untuk mencari b_2 :

$$20,29 = 15b_0 + 30b_2 \quad [*2] \quad 40,58 = 30b_0 + 60b_2$$

$$34,96 = 30b_0 + 102b_2 \quad [*1] \quad 34,96 = 30b_0 + 102b_2$$

$$5,62 = -42b_2$$

$$b_2 = -0,134$$

Substitusi persamaan 3 untuk mencari b_0 :

$$34,96 = 30b_0 + 102b_2$$

$$34,96 = 30b_0 + 102(-0,134)$$

$$34,96 = 30b_0 - 13,668$$

$$b_0 = \frac{34,96 + 13,668}{30} = 1,620$$

Persamaan regresi kuadratik adalah $y = b_0 + b_1x + b_2x^2$, sehingga didapatkan :

$$y = 1,620 - 0,015(x-50/25) - 0,134(x-50/25)^2$$

$$y = 1,620 - 0,015(0,04x - 2) - 0,134(x^2 - 100x + 2500 / 625)$$

$$y = 1,620 - 0,0006x + 0,03 - 0,134 - 0,0002x^2 + 0,0214x - 0,536$$

$$y = -0,0002x^2 + 0,0208x + 1,114$$

Untuk menentukan x maksimum maka didapatkan dari turunan rumus y, yaitu :

$$y = -0,0002x^2 + 0,0208x + 1,114$$

$$y = 2(-0,0002x) + 0,0208$$

$$y = -0,0004x + 0,0208$$

$$x = 52\%$$

Sehingga y maksimum yang didapat adalah :

$$y = -0,0002x^2 + 0,0208x + 1,114$$

$$y = -0,0002(52)^2 + 0,0208(52) + 1,114$$

$$y = 1,65$$



Lampiran 11. Perhitungan retensi protein pada ikan mas (*Cyprinus carpio L.*) selama penelitian.

Perlakuan	Ulangan	BERAT RATA-RATA HARI KE					PKn (tekr/ lo)	Σ (%)	KKO (%)	KKt (%)	pakan %	KK %	n ₀	Protei nt (%)	PP nt (%)	Σ Po	Σ Pt	Σ F (%)	RP (%)	Rata- rata	SD	
		0	10	20	30																	
A	1	9,75	11,44	13,10	15,34	17,15	21,80	19,92	90,46	60,87	61,41	31,54	1,88	1,29	4,89	11,92						
	2	9,38	11,58	12,80	14,88	16,88	21,80	20,05	90,46	60,87	61,99	31,54	1,85	1,24	4,82	12,55	12,34	0,36				
	3	9,59	11,74	13,29	15,39	17,31	21,80	19,94	90,46	60,87	61,69	31,54	1,89	1,27	4,94	12,55						
B	1	7,88	10,27	11,22	14,48	14,69	21,80	20,08	90,79	60,87	62,45	34,97	1,82	1,05	4,66	16,50						
	2	7,35	9,80	11,24	13,66	14,19	21,80	21,15	90,79	60,87	62,21	34,97	1,80	0,98	4,51	18,24	17,36	0,87				
	3	7,47	9,75	10,90	13,75	14,06	21,80	20,68	90,79	60,87	62,12	34,97	1,77	0,99	4,46	17,36						
C	1	8,21	11,27	13,61	16,85	16,55	21,80	19,55	91,07	60,87	63,32	36,26	2,09	1,09	5,46	18,22						
	2	9,06	12,28	14,71	18,42	18,03	21,80	20,29	91,07	60,87	63,3	36,26	2,37	1,20	5,95	19,55	19,88	1,84				
	3	7,54	10,16	12,50	15,47	15,10	21,80	21,3	91,07	60,87	63,4	36,26	2,09	1,00	4,98	21,86						
D	1	9,39	11,91	14,09	16,57	17,70	21,80	20,19	91,46	60,87	62,2	34,55	2,08	1,25	5,59	14,92						
	2	9,06	11,21	13,41	15,65	16,84	21,80	20,43	91,46	60,87	62,17	34,55	1,99	1,20	5,32	14,77	14,53	0,55				
	3	8,72	10,90	13,11	15,27	16,37	21,80	19,81	91,46	60,87	62,02	34,55	1,88	1,16	5,17	13,91						
E	1	9,71	12,06	13,75	15,64	17,76	21,80	19,47	90,99	60,87	61,73	35,34	1,88	1,29	5,71	10,34						
	2	9,50	11,99	13,63	15,28	17,56	21,80	18,93	90,99	60,87	61,52	35,34	1,78	1,26	5,65	9,18	9,55	0,68				
	3	9,42	11,71	14,05	15,31	17,59	21,80	18,77	90,99	60,87	61,47	35,34	1,77	1,25	5,66	9,14						

Lanjutan (Lampiran 11)

Rumus :

$$P = \frac{\Sigma Pt - \Sigma P0}{\Sigma PP} \times 100\%$$

Keterangan :

<u>RP</u>	= Retensi Protein (%)
<u>W0</u>	= Berat rata-rata ikan pada awal pemeliharaan (gr)
<u>Wt</u>	= Berat rata-rata ikan pada akhir pemeliharaan (gr)
<u>P0</u>	= Protein Tubuh Awal (%) <i>R</i>
<u>Pt</u>	= Protein Tubuh Akhir (%)
$\Sigma P0$	= Jumlah Protein Tubuh Awal (gr)
ΣPt	= Jumlah Protein Tubuh Akhir (gr)
ΣF	= Jumlah pakan yang diberikan selama pemeliharaan (gr)
<u>PP</u>	= Protein Pakan (%)
ΣPF	= Jumlah protein pakan kering yang dimakan (gram)

Lampiran 12. Analisis keragaman berdasarkan one-way ANOVA retensi protein pada ikan mas (*Cyprinus carpio L.*) selama penelitian.

Uji normalitas data

		One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test		RP
N				
Normal Parameters ^{a,b}		Mean		14,733445
		Std. Deviation		3,8544805
Most Extreme Differences		Absolute		,114
		Positive		,114
		Negative		-,086
Kolmogorov-Smirnov Z				,442
Asymp. Sig. (2-tailed)				,990

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Data Retensi Protein

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata	Stdev
	1	2	3			
A	11,92	12,55	12,55	37,02	12,34	0,364
B	16,50	18,24	17,36	52,10	17,37	0,870
C	18,22	19,55	21,86	59,63	19,88	1,842
D	14,92	14,77	13,92	43,61	14,54	0,539
E	10,34	9,18	9,14	28,66	9,55	0,682
Total	71,90	74,29	74,83	221,02		

$$\bullet \text{ FK} = \frac{G^2}{n} = \frac{221,02}{15} = 3256,65$$

$$\bullet \text{ JK Total} = (A1^2) + (A2^2) + (A3^2) + \dots + (E3^2) - FK \\ = (11,92^2 + 12,55^2 + 12,55^2 + \dots + 9,14^2) - 3256,65 \\ = 208,3064$$

$$\bullet \text{ JK Perlakuan} = \frac{\sum A^2 + \sum B^2 + \sum C^2 + \sum D^2 + \sum E^2}{r} - FK \\ = \frac{37,02^2 + 52,10^2 + 59,63^2 + 43,61^2 + 28,66^2}{15} - 3256,65 \\ = 197,9623$$

$$\bullet \text{ JK Acak} = \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan}$$

$$= 3256,65 - 197,9623$$

$$= 10,0741$$

$$\bullet \text{ Derajat Bebas (db) Total} = (t)*(r) - 1 = (5)*(3) - 1 = 14$$

$$\bullet \text{ db Perlakuan} = (t) - 1 = (5) - 1 = 4$$

$$\bullet \text{ db Acak} = \text{db total} - \text{db acak} = 14 - 4 = 10$$

Lanjutan (Lampiran 12)

► KT Perlakuan

$$\frac{JK \text{ Perlakuan}}{db \text{ Perlakuan}} = \frac{197,96}{4} = 49,49$$

► KT Acak

$$\frac{JK \text{ Acak}}{db \text{ Acak}} = \frac{10,07}{10} = 1,01$$

► F. hitung

$$\frac{KT \text{ Perlakuan}}{KT \text{ Acak}} = \frac{49,49}{1,01} = 49,13$$

► Tabel analisis keragaman

Sumber Keragaman	db	JK	KT	hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	4	197,96	49,49	49,13*	3,48	5,99
Acak	10	10,07	1,01		3,48	5,99
Total	14	208,04				

Keterangan : * = berbeda nyata

Karena didapatkan hasil nilai F hitung lebih tinggi dari F table 5%, maka

dilanjutkan dengan uji beda nyata terkecil (BNT).

► Tabel hasil uji BNT

Perlakuan	Rata-rata	E	A	D	B	C	Notasi
E	9,55	0,00					a
A	12,34	2,79	0				b
D	14,54	4,98	2,20	0			c
B	17,37	7,81	5,03	2,830	0		d
C	19,88	10,32	7,54	5,34	2,510	0	e

Selanjutnya untuk mengetahui hubungan antara perlakuan dengan hasil yang dipengaruhi dengan menggunakan perhitungan analisis regresi.

► Menghitung nilai BNT

$$SED = \sqrt{\frac{2 \times KT \text{ Acak}}{ulangan}} = \sqrt{\frac{2 \times 1,01}{3}} = 0,819$$

BNT 5% = t tabel 5% (db acak) \times SED = $2,23 \times 0,819$ = 1,825

BNT 1% = t table 1% (db acak) \times SED = $3,17 \times 0,819$ = 2,597

► **Tabel hasil uji BNT**

Perlakuan	Rata-rata	E	A	D	B	C	Notasi
		9,55	12,34	14,54	17,37	19,88	
E	9,55	0,00					a
A	12,34	2,79	0				b
D	14,54	4,98	2,20	0			c
B	17,37	7,81	5,03	2,830	0		d
C	19,88	10,32	7,54	5,34	2,510	0	e

Selanjutnya untuk mengetahui hubungan antara perlakuan dengan hasil yang dipengaruhi dengan menggunakan perhitungan analisis regresi.

Lampiran 12

► **Perhitungan uji polinomial orthogonal**

Perlakuan	Total	Pembanding			
		Linier	Kuadratik	Kubik	Kuartik
A	37,02	-2	2	-1	1
B	52,10	-1	-1	2	-4
C	59,63	0	-2	0	6
D	43,61	1	-1	-2	-4
E	28,66	2	2	1	1
ci^2		10	14	10	70
$Q = \sum (ci \times Ti)$		-25,21	-83,61	8,62	40,62
$Kr = (ci^2 \times r)$		30	42	30	210
JK Regresi		21,1848	166,4436	2,4768	7,8571
Total JK Regresi	197,9623				

► **Analisis keragaman regresi**

Sumber	Keragaman	db	JK	KT	F hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	4	197,9623	49,4906				
Linier	1	21,1848	21,1848	21,0290	4,9646	10,044	
Kuadratik	1	166,4436	166,4436	165,2199	4,9646	10,044	
Kubik	1	2,4768	2,4768	2,4586	4,9646	10,044	
Kuartik	1	7,8571	7,8571	7,7993	4,9646	10,044	
Acak	10	10,0741	1,0074				
Total	14	208,0364	14,8597				

• Perhitungan R^2

$$R^2 \text{ Linier} = \frac{\text{JK linear}}{\text{JK linear} + \text{JK Acak}} = \frac{21,1848}{21,1848 + 10,0741} = 0,6777$$

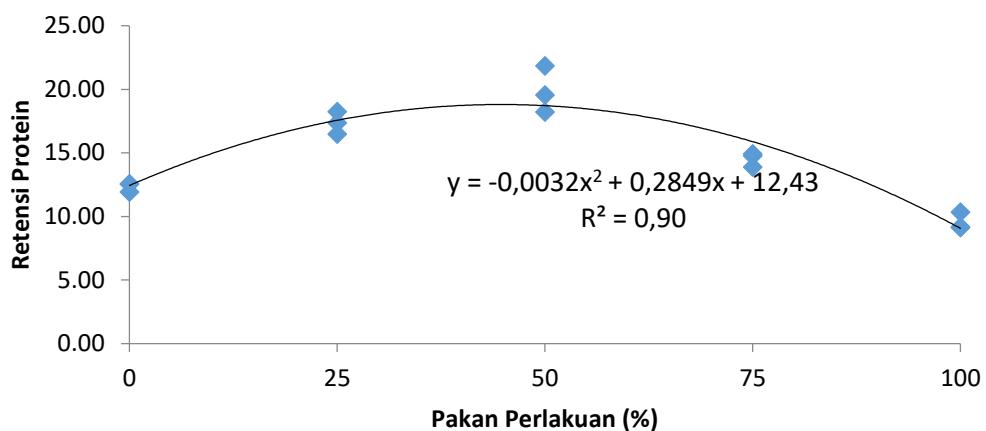
$$R^2 \text{ Kudratik} = \frac{\text{JK kuadratik}}{\text{JK kuadratik} + \text{JK Acak}} = \frac{166,4436}{166,4436 + 10,0741} = 0,9429$$

$$R^2 \text{ Kubik} = \frac{\text{JK Kubik}}{\text{JK Kubik} + \text{JK Acak}} = \frac{2,4768}{2,4768 + 10,0741} = 0,1973$$

$$R^2 \text{ Kuartik} = \frac{\text{JK Kuartik}}{\text{JK Kuartik} + \text{JK Acak}} = \frac{7,8571}{7,8571 + 10,0741} = 0,4381$$



Perhitungan regresi kuadratik di atas, bernilai lebih besar dibanding dengan nilai regresi linier, kubik dan kuartik. Persamaan regresi kuadratik yang diperoleh adalah $y = -0,0032x^2 + 0,2849x + 12,43$ dengan hubungan antara substitusi maggot terhadap retensi protein ikan mas dapat dilihat sebagai berikut :



Persamaan perhitungan sebagai berikut :

$$U_j = \frac{x_j - x}{d} \text{ dimana } x = \frac{0+25+50+75+100}{5} = 50 \text{ dan } d = 25$$

$$\text{Maka } u_j = \frac{x_j - 50}{25}$$

Sehingga didapatkan :

x _j	A	B	C	D	E	Total
0	0	25	50	75	100	250
u _j	-2	-1	0	1	2	0
u _j ²	4	1	0	1	4	10
u _j ⁴	16	1	0	1	16	34
y _{ij}	37,02	52,10	59,63	43,61	28,66	221,02
u _j .y _{ij}	-74,04	-52,10	0,00	43,61	57,32	-25,21
u _j ² .y _{ij}	148,08	52,10	0,00	43,61	114,64	358,43

$$\text{Persamaan 1 : } \sum u_j \cdot y_{ij} = b_1 * r * \sum u_j^2$$

$$-25,21 = b_1 * 3 * 10$$

$$b_1 = \frac{-25,21}{3 * 10} = -0,840$$

$$\text{Persamaan 2 : } \sum y_{ij} = (b_0 * n) (b_2 * r * \sum u_j^2)$$

$$221,02 = (b_0 * 15) (b_2 * 3 * 10)$$

$$221,02 = 15b_0 30b_2$$

$$\text{Persamaan 3 : } \sum u_j^2 \cdot y_{ij} = (b_0 * r * \sum u_j^2) (b_2 * r * \sum u_j^4)$$

$$358,43 = (b_0 * 3 * 10) (b_2 * 3 * 34)$$

$$358,43 = 30b_0 102b_2$$

Substitusi persamaan 2 dan 3 untuk mencari b_2 :

$$221,02 = 15b_0 + 30b_2 \quad [*2] \quad 442,04 = 30b_0 + 60b_2$$

$$358,43 = 30b_0 + 102b_2 \quad [*1] \quad 358,43 = 30b_0 + 102b_2$$

$$83,61 = -42b_2$$

$$b_2 = -1,991$$

Substitusi persamaan 3 untuk mencari b_0 :

$$358,43 = 30b_0 + 102b_2$$

$$358,43 = 30b_0 + 102(-1,991)$$

$$358,43 = 30b_0 - 203,082$$

$$b_0 = \frac{358,43 + 203,082}{30} = 18,716$$

Persamaan regresi kuadratik adalah $y = b_0 + b_1x + b_2x^2$, sehingga didapatkan :

$$y = 18,716 - 0,840(x-50/25) - 1,991(x-50/25)^2$$

$$y = 18,716 - 0,840(0,04x - 2) - 1,991(x^2 - 100x + 2500 / 625)$$

$$y = 18,716 - 0,0336x + 1,68 - 0,0032x^2 + 0,3185x - 7,96$$

$$y = -0,0032x^2 + 0,2849x + 12,43$$

Untuk menentukan x maksimum maka didapatkan dari turunan rumus y, yaitu :

$$y = -0,0032x^2 + 0,2849x + 12,43$$

$$y = 2(-0,0032x) + 0,2849$$

$$y = -0,0064x + 0,2849$$

$$x = 44,72\%$$

Sehingga y maksimum yang didapat adalah :

$$y = -0,0032x^2 + 0,2849x + 12,43$$

$$y = -0,0032(44,72)^2 + 0,2849(44,72) + 12,43$$

$$y = 18,80$$



Lampiran 13. Data perhitungan retensi energi pada ikan mas (*Cyprinus carpio L.*) selama penelitian

Rumus :

Keterangan :

$$RE = \frac{\Sigma GE_t - \Sigma GE_0}{\Sigma GE_P} \times 100\%$$

RE = Retensi Energi

W₀ = Berat rata-rata ikan pada awal pemeliharaan (gram)

Wt_{wijaya} = Berat rata-rata ikan pada akhir pemeliharaan (gram)

GE0 = Energi Tubuh Awal (

GE t = Energi Tubuh Akhir (%)

$\Sigma GE_0 = \text{Jumlah Energi Tubuh Awal (gram)}$

Σ GE t = Jumlah Energi Tubuh Akhir (gram)

ΣF = Jumlah pakan yang diberikan selama pemeliharaan (gram)

GE P = Kandungan Energi Pakan (%)

$\Sigma GE P =$ Jumlah energi pakan yang dikonsumsi (gram)

Uji normalitas data**One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test**

N

Normal Parameters^{a,b}

Mean

9,853859

Std. Deviation

2,6130492

Absolute

,196

Positive

,196

Negative

-,118

Kolmogorov-Smirnov Z

,758

Asymp. Sig. (2-tailed)

,614

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Data Retensi Energi

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata	Stdev
	1	2	3			
A	7,69	7,60	7,21	22,50	7,50	0,255
B	10,79	11,81	11,10	33,70	11,23	0,523
C	12,75	13,60	14,86	41,21	13,74	1,062
D	10,04	9,83	9,56	29,43	9,81	0,241
E	7,41	6,78	6,76	20,95	6,98	0,370
Total	48,68	49,62	49,49	147,79		

• FK $= \frac{G^2}{n} = \frac{147,79}{15} = 1456,1256$

• JK Total $= (A1^2) + (A2^2) + (A3^2) + \dots + (E3^2) - FK$
 $= (7,69^2 + 7,60^2 + 7,21^2 + \dots + 6,76^2) - 1456,1256$
 $= 95,6051$

• JK Perlakuan $= \frac{\sum A^2 + \sum B^2 + \sum C^2 + \sum D^2 + \sum E^2}{r} - FK$
 $= \frac{17,11^2 + 26,56^2 + 33,02^2 + 22,60^2 + 18,26^2}{3} - 1456,1256$

$= 92,2849$

• JK Acak $= JK Total - JK Perlakuan$

$= 95,6051 - 92,2849$

$= 3,3202$

• Derajat Bebas (db) Total $= (t)*(r) - 1 = (5)*(3) - 1 = 14$

• db Perlakuan $= (t) - 1 = (5) - 1 = 4$

• db Acak $= db total - db acak = 14 - 4 = 10$

Lanjutan (Lampiran 14)

► KT Perlakuan = $\frac{JK \text{ Perlakuan}}{\text{db Perlakuan}} = \frac{92,28}{4} = 23,07$

► KT Acak = $\frac{JK \text{ Acak}}{\text{db Acak}} = \frac{3,32}{10} = 0,33$

► F. hitung = $\frac{KT \text{ Perlakuan}}{KT \text{ Acak}} = \frac{23,07}{0,33} = 69,49$

► Tabel analisis keragaman

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hitung	F 5%
Perlakuan	4	92,28	23,07	69,49*	3,48
Acak	10	3,32	0,33		3,48
Total	14	95,61			

Keterangan : * = berbeda nyata

Kerena didapatkan hasil nilai F hitung lebih tinggi dari F table 5%, maka dilanjutkan dengan uji beda nyata terkecil (BNT).

► Menghitung nilai BNT

$$SED = \sqrt{\frac{2 \times KT \text{ Acak}}{\text{ulangan}}} = \sqrt{\frac{2 \times 0,33}{3}} = 0,470$$

BNT 5% = t tabel 5% (db acak) x SED = 2,23 x 0,470 = 1,048

BNT 1% = t table 1% (db acak) x SED = 3,17 x 0,470 = 1,491

► Tabel hasil uji BNT

Perlakuan	Rata-rata	E	A	D	B	C	Notasi
n		6,98	7,50	9,81	11,23	13,74	
E	6,98	0,00					a
A	7,50	0,52	0				a
D	9,81	2,83	2,31	0			b
B	11,23	4,25	3,73	1,42	0		c
C	13,74	6,75	6,24	3,93	2,50	0	d

Selanjutnya untuk mengetahui hubungan antara perlakuan dengan hasil yang dipengaruhi dengan menggunakan perhitungan analisis regresi.

Lanjutan (Lampiran 14)

► Perhitungan uji polinomial orthogonal

Perlakuan	Total	Pembanding			
		Linier	Kuadratik	Kubik	Kuartik
A	22,50	-2	2	-1	1
B	33,70	-1	-1	2	-4
C	41,21	0	-2	0	6
D	29,43	1	-1	-2	-4
E	20,95	2	2	1	1
ci ²	10	14	10	70	
Q = $\sum (ci \times Ti)$	-7,37	58,65	6,99	38,19	
Kr = (ci ² x r)	30	42	30	210	
JK Regresi	1,8106	81,9005	1,6287	6,9451	
Total JK Regresi	92,2849				

► Analisis keragaman regresi

Sumber	db	JK	KT	F hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	4	92,2849	23,0712			
Linier	1	1,8106	1,8106	5,4532	4,9646	10,044
Kuadratik	1	81,9005	81,9005	246,6735	4,9646	10,044
Kubik	1	1,6287	1,6287	4,9053	4,9646	10,044
Kuartik	1	6,9451	6,9451	20,9178	4,9646	10,044
Acak	10	3,3202	0,3320			
Total	14	95,6051	6,8289			

• Perhitungan R²

R² Linier

$$R^2 \text{ Linier} = \frac{\text{JK linear}}{\text{JK linear} + \text{JK acak}} = \frac{1,8106}{1,8106 + 3,3202} = 0,3528$$

R² Kudratik

$$R^2 \text{ Kudratik} = \frac{\text{JK kuadratik}}{\text{JK kuadratik} + \text{JK acak}} = \frac{81,9005}{81,9005 + 3,3202} = 0,9610$$

R² Kubik

$$R^2 \text{ Kubik} = \frac{\text{JK Kubik}}{\text{JK Kubik} + \text{JK acak}} = \frac{1,6287}{1,6287 + 3,3202} = 0,3290$$

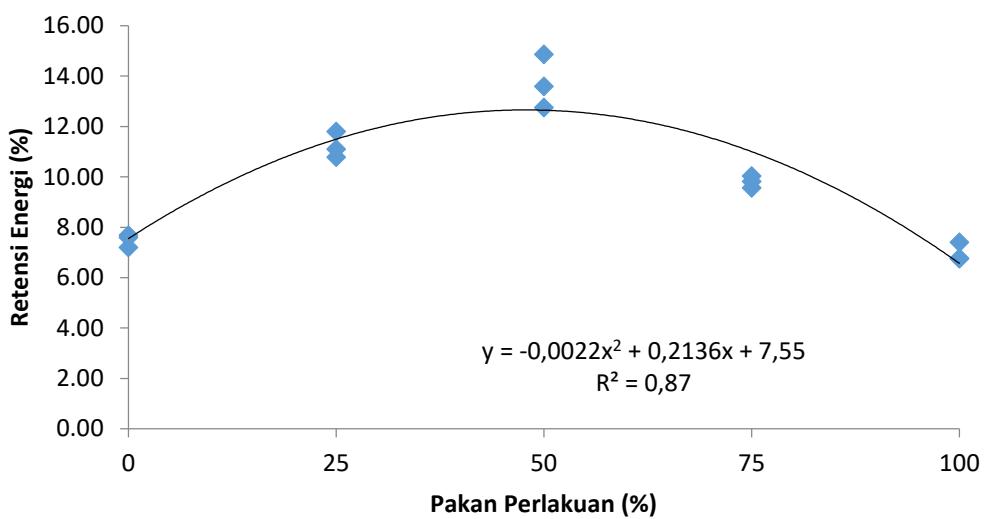
R² Kuartik

$$R^2 \text{ Kuartik} = \frac{\text{JK Kuartik}}{\text{JK Kuartik} + \text{JK acak}} = \frac{6,9451}{6,9451 + 3,3202} = 0,6765$$

Perhitungan regresi kuadratik di atas, bernilai lebih besar dibanding dengan nilai regresi linier, kubik dan kuartik. Persamaan regresi kuadratik yang diperoleh adalah $y = -0,0022x^2 + 0,2136x + 7,55$ dengan hubungan antara substitusi tepung maggot terhadap retensi energi ikan mas dapat dilihat sebagai berikut :



Lanjutan (Lampiran 14)



Persamaan perhitungan sebagai berikut :

$$U_j = \frac{x_j - x}{d} \text{ dimana } x = \frac{0+25+50+75+100}{5} = 50 \text{ dan } d = 25$$

$$\text{Maka } u_j = \frac{x_j - 50}{25}$$

Sehingga didapatkan :

x _j	A	B	C	D	E	Total
0	25	50	75	100	250	
u _j	-2	-1	0	1	2	0
u _j ²	4	1	0	1	4	10
u _j ⁴	16	1	0	1	16	34
y _{ij}	22,50	33,70	41,21	29,43	20,95	147,79
u _j .y _{ij}	-45,00	-33,70	0,00	29,43	41,90	-7,37
u _j ² .y _{ij}	90,00	33,70	0,00	29,43	83,80	236,93

$$\text{Persamaan 1 : } \sum u_j \cdot y_{ij} = b_1 * r * \sum u_j^2$$

$$-7,37 = b_1 * 3 * 10$$

$$b_1 = \frac{-7,37}{3 * 10} = -0,246$$

$$\text{Persamaan 2 : } \sum y_{ij} = (b_0 * n) (b_2 * r * \sum u_j^2)$$

$$147,79 = (b_0 * 15) (b_2 * 3 * 10)$$

$$147,79 = 15b_0 * 30b_2$$

$$\text{Persamaan 3 : } \sum u_j^2 \cdot y_{ij} = (b_0 * r * \sum u_j^2) (b_2 * r * \sum u_j^4)$$

$$236,93 = (b_0 * 3 * 10) (b_2 * 3 * 34)$$

$$236,93 = 30b_0 * 102b_2$$



Subtitusi persamaan 2 dan 3 untuk mencari b_2 :

$$147,79 = 15b_0 - 30b_2 \quad [*2] \quad 295,58 = 30b_0 + 60b_2$$

$$236,93 = 30b_0 - 102b_2 \quad [*1] \quad 236,93 = 30b_0 + 102b_2$$

$$58,65 = -42b_2$$

$$b_2 = -1,396$$

Subtitusi persamaan 3 untuk mencari b_0 :

$$236,93 = 30b_0 - 102(-1,396)$$

$$236,93 = 30b_0 - 142,392$$

$$b_0 = \frac{236,93 + 142,392}{30} = 12,64$$

Persamaan regresi kuadratik adalah $y = b_0 + b_1x + b_2x^2$, sehingga didapatkan :

$$y = 12,64 - 0,246(x-50/25) - 1,396(x-50/25)^2$$

$$y = 12,64 - 0,246(0,04x - 2) - 1,396(x^2 - 100x + 2500 / 625)$$

$$y = 12,64 - 0,0098x + 0,492 - 0,0022x^2 + 0,2234x - 5,585$$

$$y = -0,0022x^2 + 0,2136x + 7,55$$

Untuk menentukan x maksimum maka didapatkan dari turunan rumus y, yaitu :

$$y = -0,0022x^2 + 0,2136x + 7,55$$

$$y = 2(-0,0022x) + 0,2136$$

$$y = -0,0044x + 0,2136$$

$$x = 48,5\%$$

Sehingga y maksimum yang didapat adalah :

$$y = -0,0022x^2 + 0,2136x + 7,55$$

$$y = -0,0022(48,5)^2 + 0,2136(48,5) + 7,55$$

$$y = 12,73$$



Kadar Cr ₂ O ₃ (X)	Optical Density (Y)
0,000	0,012
0,667	0,020
1,083	0,025
1,417	0,029
2,083	0,037
2,750	0,045
Total	0,168
Rata – rata	0,028

Persamaan menjadi:

$$y = 0,0126x + 0,0123$$

$$x = (y - 0,0123) / 0,0126$$

Dimana Y = Optical Density
X = Kadar Cr₂O₃

Dengan menggunakan persamaan di atas dan rumus untuk mencari nilai daya cerna protein maka diperoleh data berikut:

Perlakuan	Ulangan	CP (%)	Cf (%)	PP (%)	Pf (%)	DCP (%)
A	1	0,51	1,27	31,54	18,73	76,12
	2	0,51	1,27	31,54	18,75	76,18
	3	0,51	1,27	31,54	18,74	76,03
B	1	0,35	1,25	34,97	25,98	79,52
	2	0,34	1,25	34,97	25,05	80,34
	3	0,35	1,26	34,97	25,99	79,59
C	1	0,41	1,43	36,26	21,44	83,18
	2	0,41	1,44	36,26	21,44	83,31
	3	0,41	1,43	36,26	21,44	83,21
D	1	0,36	1,31	34,55	24,44	80,72
	2	0,35	1,31	34,55	24,44	80,96
	3	0,35	1,31	34,55	24,43	80,91
E	1	0,58	1,28	35,34	20,45	73,77
	2	0,58	1,29	35,34	20,52	73,74
	3	0,58	1,29	35,34	20,51	73,72

Rumus :

$$DCP = \frac{(Cf: Cp)}{(Pf: PP)} \times 100\%$$

Keterangan :

- DCP = Daya Cerna Protein (%)
- Cf = Persentase Cr₂O₃ dalam feses (%)
- Cp = Persentase Cr₂O₃ dalam pakan (%)
- Pf = Persentase protein dalam feses (%)
- PP = Protein pakan (%)

Lampiran 16. Analisis keragaman berdasarkan one-way ANOVA daya cerna protein pada ikan mas (*C. carpio L.*) selama penelitian.

Uji normalitas data

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

KP

N	15
Normal Parameters ^{a,b}	
Mean	78,753491
Std. Deviation	3,5224988
Absolute	,186
Most Extreme Differences	,168
Positive	
Negative	-,186
Kolmogorov-Smirnov Z	,721
Asymp. Sig. (2-tailed)	,677

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Data Daya Cerna Protein

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata	Stdev
	1	2	3			
A	76,12	76,18	76,03	228,32	76,11	0,076
B	79,52	80,34	79,59	239,45	79,82	0,458
C	83,18	83,31	83,21	249,70	83,23	0,066
D	80,72	80,96	80,91	242,60	80,87	0,126
E	73,77	73,74	73,72	221,23	73,74	0,022
Total	393,32	394,53	393,45	1181,30		

$$\bullet \text{ FK} = \frac{G^2}{n} = \frac{1181,30}{15} = 93031,68$$

$$\bullet \text{ JK Total} = (A1^2) + (A2^2) + (A3^2) + \dots + (E3^2) - \text{FK}$$

$$= (76,12^2 + 76,18^2 + 76,03^2 + \dots + 73,72^2) - 93031,68$$

$$= 173,71$$

	JK Perlakuan	$\frac{\sum A^2 + \sum B^2 + \sum C^2 + \sum D^2 + \sum E^2}{r} - FK$	$\frac{228,32^2 + 239,45^2 + 249,70^2 + 242,60^2 + 221,23^2}{3} = 93031,68$	$r = 173,23$	$JK Total - JK Perlakuan = 173,71 - 173,23 = 0,47$	$Derajat Bebas (db) Total = (t)^*(r) - 1 = (5)^*(3) - 1 = 14$	$db Perlakuan = (t) - 1 = (5) - 1 = 4$	$db Acak = db total - db perlakuan = 14 - 4 = 10$
► JK Acak								
► KT Perlakuan		$= \frac{JK Perlakuan}{db Perlakuan} = \frac{173,2399}{4} = 43,31$						
► KT Acak		$= \frac{JK Acak}{db Acak} = \frac{0,4721}{10} = 0,0472$						
► F. hitung		$= \frac{KT Perlakuan}{KT Acak} = \frac{43,31}{0,0472} = 69,49$						
► Tabel analisis keragaman								
Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hitung	F 5%	F 1%		
Perlakuan	4	173,24	43,31	917,42*	3,48	5,99		
Acak	10	0,47	0,05		3,48	5,99		
Total	14	173,71						

Keterangan : * = berbeda sangat nyata

Karena didapatkan hasil nilai F hitung lebih tinggi dari F tabel 5%, maka dilanjutkan dengan uji beda nyata terkecil (BNT).

► Menghitung nilai BNT

$$SED = \sqrt{\frac{2 \times KT Acak}{ulangan}} = \sqrt{\frac{2 \times 0,04}{3}} = 0,177$$

$$BNT\ 5\% = t\ tabel\ 5\% \times SED = 2,23 \times 0,177 = 0,395$$

$$BNT\ 1\% = t\ tabel\ 1\% \times SED = 3,17 \times 0,177 = 0,562$$

► **Tabel hasil uji BNT**

Perlakuan	Rata-rata	E	A	B	D	C	Notasi
	73,74	76,11	79,82	80,87	83,23		
E	73,74	0,00					a
A	76,11	2,36	0				b
B	79,82	6,07	3,71	0			c
D	80,87	7,12	4,76	1,05	0		d
C	83,23	9,49	7,12	3,41	2,37	0	e

Selanjutnya untuk mengetahui hubungan antara perlakuan dengan hasil yang dipengaruhi dengan menggunakan perhitungan analisis regresi.

Lampiran 16

► **Perhitungan uji polinomial orthogonal**

Perlakuan	Total	Pembanding			
		Linier	Kuadratik	Kubik	Kuartik
A	228,32	-2	2	-1	1
B	239,45	-1	-1	2	-4
C	249,70	0	-2	0	6
D	242,60	1	-1	-2	-4
E	221,23	2	2	1	1
ci^2	10	10	14	10	70
$Q = \sum (ci \times Ti)$		-11,040533	-82,3322	13,37473202	19,54364
$Kr = (ci^2 \times r)$		30	42	30	210
JK Regresi		4,06311255	161,3952	5,962781887	1,818828
Total JK Regresi		173,239881			



➤ Analisis keragaman regresi

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	4	173,2399	43,3100			
Linier	1	4,0631	4,0631	86,0675	4,9646	10,044
Kuadratik	1	161,3952	161,3952	3418,7756	4,9646	10,044
Kubik	1	5,9628	5,9628	126,3075	4,9646	10,044
Kuartik	1	1,8188	1,8188	38,5276	4,9646	10,044
Acak	10	0,4721	0,0472			
Total	14	173,7120	12,4080			

- Perhitungan R^2

$$R^2 \text{ Linier} = \frac{\text{JK linear}}{\text{JK linear} + \text{JK acak}}$$

$$= \frac{4,0631}{4,0631 + 0,4721} = 0,8959$$

$$R^2 \text{ Kuadratik} = \frac{\text{JK kuadratik}}{\text{JK kuadratik} + \text{JK acak}}$$

$$= \frac{161,3952}{161,3952 + 0,4721} = 0,9970$$

$$R^2 \text{ Kubik} = \frac{\text{JK Kubik}}{\text{JK Kubik} + \text{JK acak}}$$

$$= \frac{5,9628}{5,9628 + 0,4721} = 0,9266$$

$$R^2 \text{ Kuartik} = \frac{\text{JK Kuartik}}{\text{JK Kuartik} + \text{JK acak}}$$

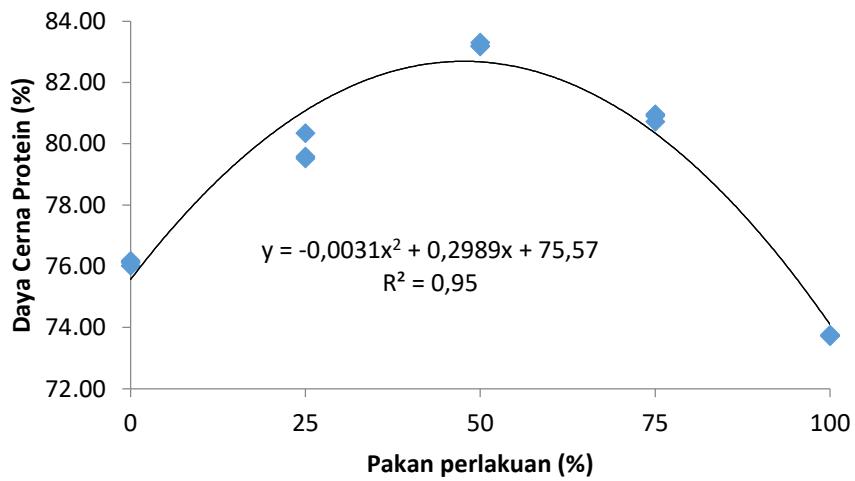
$$= \frac{1,8188}{1,8188 + 0,4721} = 0,7939$$

Perhitungan regresi kuadratik di atas, bernilai lebih besar dibanding dengan

nilai regresi linier, kubik dan kuartik. Persamaan regresi kuadratik yang diperoleh

adalah $y = -0,0031x^2 + 0,2989x + 75,57$ dengan hubungan antara substitusi tepung

maggot terhadap daya cerna protein ikan mas dapat dilihat sebagai berikut :



Lanjutan (Lampiran 16)

Persamaan perhitungan sebagai berikut :

$$U_j = \frac{xj - x}{d} \text{ dimana } x = \frac{0+25+50+75+100}{5} = 50 \text{ dan } d = 25$$

$$\text{Maka } U_j = \frac{xj - 50}{25}$$

Sehingga didapatkan :

	A	B	C	D	E	Total
x_j	0	25	50	75	100	250
U_j	-2	-1	0	1	2	0
U_j^2	4	1	0	1	4	10
U_j^4	16	1	0	1	16	34
y_{ij}	228,32	239,45	249,70	242,60	221,23	1181,30
$U_j \cdot y_{ij}$	-456,65	-239,45	0,00	242,60	442,46	-11,04
$U_j^2 \cdot y_{ij}$	913,29	239,45	0,00	242,60	884,93	2280,27

$$\begin{aligned} \text{Persamaan 1 : } \sum U_j \cdot y_{ij} &= b_1 * r * \sum U_j^2 \\ -11,04 &= b_1 * 3 * 10 \\ b_1 &= \frac{-11,04}{3 * 10} = -0,368 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Persamaan 2 : } \sum y_{ij} &= (b_0 * n) (b_2 * r * \sum U_j^2) \\ 1181,30 &= (b_0 * 15) (b_2 * 3 * 10) \\ 1181,30 &= 15b_0 30b_2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Persamaan 3 : } \sum U_j^2 \cdot y_{ij} &= (b_0 * r * \sum U_j^2) (b_2 * r * \sum U_j^4) \\ 2280,27 &= (b_0 * 3 * 10) (b_2 * 3 * 34) \\ 2280,27 &= 30b_0 102b_2 \end{aligned}$$

Subtitusi persamaan 2 dan 3 untuk mencari b_2 :

$$\begin{aligned} 1181,30 &= 15b_0 30b_2 & [*2] 2362,6 &= 30b_0 + 60b_2 \\ 2280,27 &= 30b_0 102b_2 & [*1] 2280,27 &= 30b_0 + 102b_2 \end{aligned}$$

$$82,33 = -42b_2$$

$$b_2 = -1,960$$

Subtitusi persamaan 3 untuk mencari b_0 :

$$\begin{aligned} 2280,27 &= 30b_0 102b_2 \\ 2280,27 &= 30b_0 102 (-1,960) \end{aligned}$$



$$2280,27 = 30b_0 - 199,95$$

$$b_0 = \frac{2280,27 - 199,95}{30} = 82,674$$

Persamaan regresi kuadratik adalah $y = b_0 + b_1x + b_2x^2$, sehingga didapatkan :

$$y = 82,674 - 0,368 (0,04x - 2) - 1,960 (x^2 - 100x + 2500 / 625)$$

$$y = 82,674 - 0,0147x + 0,736 - 0,0031x^2 + 0,3136x - 7,84$$

$$y = -0,0031x^2 + 0,2989x + 75,57$$

Untuk menentukan x maksimum maka didapatkan dari turunan rumus y, yaitu :

$$y = -0,0031x^2 + 0,2989x + 75,57$$

$$y' = 2 (-0,0031x) + 0,2989$$

$$y' = -0,0061x + 0,2989$$

$$x = 49\%$$

Sehingga y maksimum yang didapat adalah :

$$y = -0,0031x^2 + 0,2989x + 75,57$$

$$y = -0,0031(49)^2 + 0,2989(49) + 7,55$$

$$y = 82,77\%$$



Kadar Cr ₂ O ₃ (X)	Optical Density (Y)
0,000	0,012
0,667	0,020
1,083	0,025
1,417	0,029
2,083	0,037
2,750	0,045
Total	0,168
Rata – rata	0,028

Persamaan menjadi:

$$y = 0,0126x + 0,0123$$

$$x = (y - 0,0123) / 0,0126$$

Dimana Y = Optical Density
 X = Kadar Cr₂O₃

Dengan menggunakan persamaan di atas dan rumus untuk mencari nilai daya cerna protein maka diperoleh data berikut:

Perlakuan	Ulangan	CP (%)	Cf (%)	EP (%)	EF (%)	DCE (%)
A	1	0,08	0,19	293,40	237,13	67,51
	2	0,08	0,20	293,40	237,16	67,61
	3	0,08	0,19	293,40	237,17	67,38
B	1	0,09	0,22	273,19	264,26	73,33
	2	0,09	0,22	273,19	263,69	73,51
	3	0,09	0,22	273,19	264,44	73,42
C	1	0,10	0,26	312,57	264,16	75,97
	2	0,10	0,25	312,57	263,80	76,17
	3	0,10	0,24	312,57	263,93	76,01
D	1	0,08	0,18	276,07	264,35	73,91
	2	0,08	0,19	276,07	264,13	74,25
	3	0,08	0,20	276,07	264,34	74,14
E	1	0,09	0,19	280,19	260,94	57,77
	2	0,09	0,19	280,19	260,77	57,90
	3	0,09	0,21	280,19	260,72	57,86

Rumus :

$$DCP = 1 - \frac{(Cf : Cp)}{(Pf : Pp)} \times 100\%$$

DCP = Daya Cerna Protein (%)

Cf = Persentase Cr₂O₃ dalam feses (%)

Cp = Persentase Cr₂O₃ dalam pakan (%)

Pf = Persentase protein dalam feses (%)

PP = Protein pakan (%)

Lampiran 18. Analisis keragaman berdasarkan one-way ANOVA daya cerna energi pada ikan mas (*Cyprinus carpio L.*) selama penelitian.

e. Uji normalitas data

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

N	KE
15	
Normal Parameters ^{a,b}	
Mean	69,782996
Std. Deviation	6,8501209
Absolute	,298
Most Extreme Differences	,175
Positive	,175
Negative	-,298
Kolmogorov-Smirnov Z	1,154
Asymp. Sig. (2-tailed)	,140

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

f. Data Daya Cerna Energi

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata	Stdev
	1	2	3			
A	67,51	67,61	67,38	202,50	67,50	0,115
B	73,33	73,51	73,42	220,26	73,42	0,090
C	75,97	76,17	76,01	228,15	76,05	0,106
D	73,91	74,25	74,14	222,30	74,10	0,173
E	57,77	57,90	57,86	173,53	57,84	0,067
Total	348,49	349,44	348,81	1046,74		

$$\bullet \text{ FK} = \frac{G^2}{n} = \frac{1046,74}{15} = 73044,3085$$

$$\bullet \text{ JK Total} = (A_1^2) + (A_2^2) + (A_3^2) + \dots + (E_3^2) - FK$$

$$= (67,51^2 + 67,61^2 + 67,38^2 + \dots + 57,86^2) - 73044,3085$$

$$= 656,8561$$

$$\bullet \text{ JK Perlakuan} = \frac{\sum A^2 + \sum B^2 + \sum C^2 + \sum D^2 + \sum E^2}{r} - FK$$

$$= \frac{202,50^2 + 220,26^2 + 228,15^2 + 222,30^2 + 173,53^2}{3} - 73044,3085$$

$$= 656,7218$$

$$\bullet \text{ JK Acak} = \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan}$$

$$= 656,8561 - 656,7218$$

$$= 0,1343$$

$$\bullet \text{ Derajat Bebas (db) Total} = (t)*r - 1 = (5)*(3) - 1$$

$$= 14$$

$$\bullet \text{ db Perlakuan} = (t) - 1 = (5) - 1$$

$$= 4$$

$$\bullet \text{ db Acak} = \text{db total} - \text{db acak} = 14 - 4 = 10$$

► KT Perlakuan

$$\frac{JK \text{ Perlakuan}}{\text{db Perlakuan}} = \frac{656,721}{4} = 164,180$$

► KT Acak

$$\frac{JK \text{ Acak}}{\text{db Acak}} = \frac{0,134}{10} = 0,0134$$

► F. hitung

$$\frac{KT \text{ Perlakuan}}{KT \text{ Acak}} = \frac{164,180}{0,0134} = 12227,94$$

Tabel analisis keragaman

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	4	656,72	164,18	12227,94**	3,478	5,994
Acak	10	0,13	0,01		3,478	5,994
Total	14	656,86				

Keterangan : ** = berbeda sangat nyata

Karena didapatkan hasil nilai F hitung lebih tinggi dari F table 5%, maka

dilanjutkan dengan uji beda nyata terkecil (BNT).

► Menghitung nilai BNT

$$SED = \sqrt{\frac{2 \times KT \text{ Acak}}{\text{ulangan}}} = \sqrt{\frac{2 \times 0,0134}{3}} = 0,0946$$

$$\text{BNT } 5\% = t \text{ tabel } 5\% (\text{db acak}) \times SED = 2,23 \times 0,0946 = 0,210$$

$$\text{BNT } 1\% = t \text{ table } 1\% (\text{db acak}) \times SED = 3,17 \times 0,0946 = 0,299$$

► Tabel hasil uji BNT

Perlakuan	Rata-rata	E	A	B	D	C	Notasi
E	57,84	0,00					a
A	67,50	9,66	0				b
B	73,42	15,58	5,92	0,00			c
D	74,10	16,26	6,60	0,68	0		d
C	76,05	18,21	8,55	2,63	1,950	0	e

Selanjutnya untuk mengetahui hubungan antara perlakuan dengan hasil yang

dipengaruhi dengan menggunakan perhitungan analisis regresi.

Lanjutan (Lampiran 18)

► Perhitungan uji polinomial orthogonal

Perlakuan	Total	Pembanding			
		Linier	Kuadratik	Kubik	Kuartik
A	202,50	-2	2	-1	1
B	220,26	-1	-1	2	-4
C	228,15	0	-2	0	6
D	222,30	1	-1	-1	-4
E	173,53	2	2	1	1
c_i^2		10	14	10	70
$Q = \sum (c_i^2 x_i^2)$		-55,9	-146,8	-33,05	-25,31
$Kr = (c_i^2 x_i^2) / JK$		30	42	30	210
Regresi		104,160333	513,1009524	36,41008333	3,050458
Total JK		656,721827			

► Analisis keragaman regresi

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	4	656,7218	164,1805			
Linier	1	104,1603	104,1603	7757,7210	4,9646	10,044
Kuadratik	1	513,1010	513,1010	38215,0660	4,9646	10,044
Kubik	1	36,4101	36,4101	2711,7738	4,9646	10,044
Kuartik	1	3,0505	3,0505	227,1940	4,9646	10,044
Acak	10	0,1343	0,0134			
Total	14	656,8561	46,9183			

• Perhitungan R^2

R^2 Linier

$$R^2 \text{ Linier} = \frac{JK \text{ linear}}{JK \text{ linear} + JK \text{ acak}} = \frac{104,160}{104,160 + 0,1343} = 0,9987$$

R^2 Kuadratik

$$R^2 \text{ Kuadratik} = \frac{JK \text{ kuadratik}}{JK \text{ kuadratik} + JK \text{ acak}} = \frac{513,101}{513,101 + 0,1343} = 0,9997$$

R^2 Kubik

$$R^2 \text{ Kubik} = \frac{JK \text{ Kubik}}{JK \text{ Kubik} + JK \text{ acak}} = \frac{36,410}{36,410 + 0,1343} = 0,9963$$

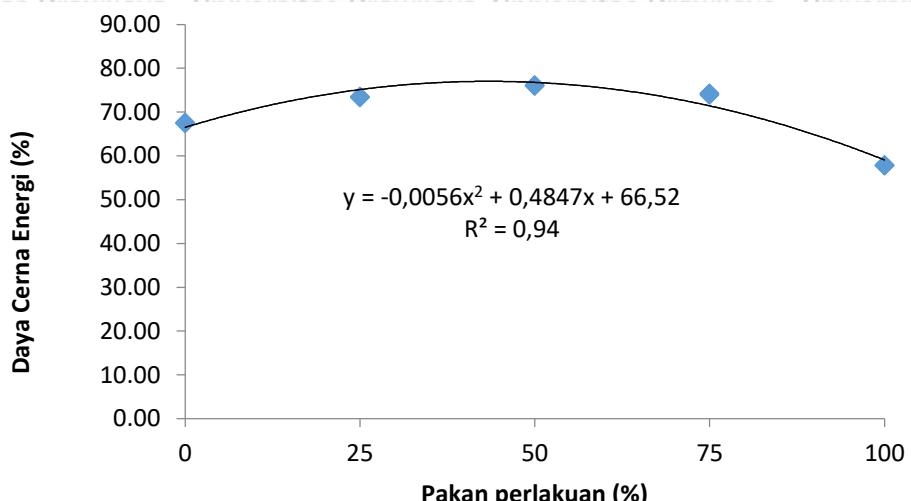
R^2 Kuartik

$$R^2 \text{ Kuartik} = \frac{JK \text{ Kuartik}}{JK \text{ Kuartik} + JK \text{ acak}} = \frac{3,0505}{3,0505 + 0,1343} = 0,957$$

Perhitungan regresi kuadratik di atas, bernilai lebih besar dibanding dengan nilai regresi linier, kubik dan kuartik. Persamaan regresi kuadratik yang diperoleh adalah $y = -0,0056x^2 + 0,4847x + 66,52$ dengan hubungan antara substitusi tepung maggot terhadap daya cerna energi ikan mas dapat dilihat sebagai berikut :



Lanjutan (Lampiran 18)



Persamaan perhitungan sebagai berikut :

$$U_j = \frac{x_j - x}{d} \text{ dimana } x = \frac{0+25+50+75+100}{5} = 50 \text{ dan } d = 25$$

$$\text{Maka } u_j = \frac{x_j - 50}{25}$$

Sehingga didapatkan :

xj	A	B	C	D	E	Total
0	0	25	50	75	100	250
uj	-2	-1	0	1	2	0
uj ²	4	1	0	1	4	10
uj ⁴	16	1	0	1	16	34
yij	202,50	220,26	228,15	222,30	173,53	1046,74
uj.yij	-405,00	-220,26	0,00	222,30	347,06	-55,90
uj ² .yij	810,00	220,26	0,00	222,30	694,12	1946,68

$$\text{Persamaan 1 : } \sum u_j \cdot y_{ij} = b_1 * r * \sum u_j^2$$

$$-55,90 = b_1 * 3 * 10$$

$$b_1 = \frac{-55,90}{3 * 10} = -1,863$$

$$\text{Persamaan 2 : } \sum y_{ij} = (b_0 * n) (b_2 * r * \sum u_j^2)$$

$$1046,74 = (b_0 * 15) (b_2 * 3 * 10)$$

$$1046,74 = 15b_0 30b_2$$

$$\text{Persamaan 3 : } \sum u_j^2 \cdot y_{ij} = (b_0 * r * \sum u_j^2) (b_2 * r * \sum u_j^4)$$

$$1946,68 = (b_0 * 3 * 10) (b_2 * 3 * 34)$$

$$1946,68 = 30b_0 102b_2$$

Subtitusi persamaan 2 dan 3 untuk mencari b_2 :

$$1046,74 = 15b_0 + 30b_2 \quad [*2] \quad 2093,48 = 30b_0 + 60b_2$$

$$1946,68 = 30b_0 + 102b_2 \quad [*1] \quad 1946,68 = 30b_0 + 102b_2$$

$$146,8 = -42b_2$$

$$b_2 = -3,495$$

Subtitusi persamaan 3 untuk mencari b_0 :

$$1946,68 = 30b_0 + 102b_2 \quad [*1] \quad 1946,68 = 30b_0 + 102b_2$$

$$1946,68 = 30b_0 + 102(-3,495)$$

$$1946,68 = 30b_0 - 356,514$$

$$b_0 = 76,773$$

Persamaan regresi kuadratik adalah $y = b_0 + b_1x + b_2x^2$, sehingga didapatkan :

$$y = 76,773(x-50/25) - 3,495(x-50/25)^2$$

$$y = 76,773 - 0,0745x + 3,726 - 0,0056x^2 + 0,5592x - 13,98$$

$$y = -0,0056x^2 + 0,4847x + 66,52$$

Untuk menentukan x maksimum maka didapatkan dari turunan rumus y, yaitu :

$$y = -0,0056x^2 + 0,4847x + 66,52$$

$$y' = 2(-0,0056x) + 0,4847$$

$$y' = -0,0112x + 0,4847$$

$$x = 43,28\%$$

Sehingga y maksimum yang didapat adalah :

$$y = -0,0056x^2 + 0,4847x + 66,52$$

$$y = -0,0056(43,28)^2 + 0,4847(43,28) + 66,52$$

$$y = 77,01\%$$



Lampiran 19. Kualitas air selama masa pemeliharaan ikan mas (*Cyprinus carpio L.*) (Suhu)

hari ke-	A1		A2		A3		B1		B2		B3		C1		C2		C3	
	pagi	siang																
1	25	26	25	26	25	26	25	26	25	26	25	25	25	25	25	26	25	25
2	26	26	25	26	26	26	26	26	25	26	25	26	25	25	26	26	25	26
3	26	26	25	26	25	26	25	26	25	26	25	25	25	25	25	25	25	25
4	25	26	25	26	26	26	26	26	25	26	25	25	25	25	25	25	25	25
5	25	26	25	26	24	26	26	26	25	26	25	25	25	25	25	25	25	25
6	25	26	25	26	25	26	25	26	25	26	25	25	25	25	25	25	25	25
7	25	26	25	25	25	26	25	26	25	26	24	25	25	25	25	26	25	26
8	25	26	25	26	25	26	26	26	25	26	25	25	25	25	26	24	26	27
9	26	26	25	26	26	26	26	26	26	26	25	26	26	26	26	26	26	26
10	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	25	26	26	26	26	26	26	26
11	25	26	25	26	26	26	26	26	26	27	25	26	26	26	25	26	26	26
12	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	25	26	26	26	26	26	26	25
13	25	26	25	26	25	26	26	26	26	25	25	25	25	26	25	25	25	26
14	26	25	25	26	25	26	25	26	26	26	25	26	26	26	25	26	26	26
15	26	26	26	26	25	26	25	26	26	26	25	26	25	26	25	25	25	26
16	27	27	26	27	26	26	26	27	27	27	26	27	26	26	26	26	26	28
17	26	26	26	26	26	27	25	26	26	27	25	26	26	26	25	26	26	26
18	26	26	26	26	27	27	27	26	27	27	26	26	27	26	25	26	26	26
19	26	26	25	26	26	27	26	26	25	27	25	26	25	26	25	26	25	26
20	26	26	25	26	26	26	26	25	25	27	25	25	25	25	26	25	25	25
21	25	27	25	27	25	26	25	26	25	27	26	26	27	27	26	26	26	27
22	26	25	25	25	26	25	26	25	26	27	25	24	26	25	25	25	25	25
23	25	25	23	24	24	24	24	24	24	27	23	24	23	24	24	24	24	24
24	25	25	25	25	26	26	25	25	25	27	26	26	26	26	25	25	25	25
25	25	25	25	25	25	26	25	25	25	27	25	26	26	26	25	25	25	25
26	24	25	25	26	25	26	25	25	24	27	25	26	25	26	24	25	24	25
27	24	25	26	25	26	25	25	25	25	27	25	26	25	27	25	25	24	25
28	24	26	25	26	25	26	25	25	25	27	25	27	25	27	24	26	24	26
29	25	27	25	27	26	27	26	26	25	27	26	27	26	28	25	26	25	26
30	26	26	27	26	27	28	26	26	27	27	27	27	27	28	25	26	25	27

Lanjutan Lampiran 19

D1	D2	D3	E1	E2	E3
pagi	siang	pagi	siang	pagi	siang
25	26	25	26	25	25
26	26	26	26	24	25
26	26	25	26	25	25
25	26	26	26	25	26
25	26	25	26	25	25
25	26	25	26	25	26
25	26	25	26	26	26
25	26	25	26	26	26
25	26	25	26	25	25
25	26	25	26	25	25
26	27	26	26	25	26
26	26	26	26	26	27
26	27	26	26	25	25
26	26	26	26	26	26
26	26	26	26	26	26
26	26	26	26	26	26
26	26	26	26	26	26
26	27	26	26	25	25
26	27	26	27	26	26
25	26	26	26	25	25
27	26	26	27	26	26
25	26	25	26	25	25
25	25	25	25	25	25
25	27	26	27	25	26
24	25	25	26	26	26
24	24	24	24	26	26
25	26	25	25	26	27
26	26	25	25	25	26
25	26	24	25	24	24
25	26	25	25	25	26
25	27	24	26	26	24
26	27	25	27	26	25
27	27	26	27	25	26

Lampiran 20. Kualitas air selama masa pemeliharaan ikan mas (*Cyprinus carpio L.*) (pH)

hari ke-	A1		A2		A3		B1		B2		B3		C1		C2		C3	
	Pagi	Siang																
1	8,3	7,6	8,3	7,6	8,3	7,6	8,3	7,6	8,3	7,9	8,3	7,7	8,3	7,8	8,3	7,5	8,3	7,6
2	8,2	7,6	8,2	7,8	8,1	7,7	8,2	7,7	8,2	7,9	8,2	7,9	8,2	7,9	8,2	7,6	8,3	7,7
3	8,1	8,0	8,3	8,4	8,2	7,7	8,2	8,0	8,4	8,2	8,3	8,2	8,3	8,2	8,2	8,0	8,3	8,0
4	7,7	8,1	7,9	8,0	7,6	8,1	7,8	8,1	8,0	8,0	7,9	8,0	8,0	8,0	8,1	7,8	8,1	8,0
5	7,9	8,3	7,8	8,2	7,9	8,3	8,0	8,1	7,7	8,3	7,8	8,2	7,8	8,2	8,0	8,3	7,8	8,1
6	8,2	8,2	8,3	8,1	8,3	8,2	8,3	8,2	8,3	8,2	8,4	8,1	8,3	8,2	8,3	8,2	8,3	8,2
7	8,1	8,3	8,0	8,4	8,1	8,3	8,1	8,3	8,2	8,3	8,2	8,3	8,2	8,3	8,1	8,3	8,1	8,4
8	8,2	8,0	8,4	8,0	8,4	7,9	8,3	8,0	8,0	7,1	8,2	8,1	8,1	8,0	8,2	8,0	8,1	8,9
9	8,0	8,2	8,1	8,3	8,0	8,4	8,0	8,6	7,7	8,1	8,0	8,2	7,9	8,1	7,9	8,3	7,9	8,1
10	8,3	7,9	8,2	8,5	8,1	8,0	8,4	7,6	7,7	8,1	8,2	8,3	8,0	8,5	8,3	8,5	8,2	8,2
11	8,2	8,1	8,2	8,0	8,1	8,0	7,9	8,1	7,8	8,2	8,2	8,3	8,0	8,1	8,1	8,3	7,9	8,0
12	8,0	8,0	8,2	7,9	8,0	8,0	8,1	7,9	8,1	8,0	8,0	8,1	8,1	8,2	8,1	8,0	8,1	8,1
13	8,4	8,0	8,4	7,9	8,4	7,8	8,5	7,9	8,5	8,1	8,4	7,9	8,4	8,1	8,4	7,9	8,4	7,9
14	8,1	7,8	8,2	7,6	8,2	7,7	8,3	7,8	8,2	7,5	8,1	7,6	8,2	7,5	8,2	7,6	8,8	7,7
15	8,1	8,1	8,1	8,0	8,1	8,0	8,2	7,9	8,2	8,1	8,2	8,1	8,1	8,1	8,2	8,1	8,2	8,0
16	8,3	8,0	8,3	8,0	8,3	8,0	8,3	7,8	8,1	8,0	8,2	7,8	8,2	8,0	8,2	8,0	8,3	8,0
17	8,5	7,7	8,5	7,9	8,4	7,8	8,5	7,9	8,4	7,6	8,4	7,8	8,4	7,9	8,4	7,7	8,4	8,0
18	8,0	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	8,0	7,9	7,9	7,4	8,0	8,0	7,9	7,9	8,1	7,9	8,1	8,0
19	8,2	8,1	8,1	7,9	8,0	8,1	8,1	7,9	8,6	7,9	8,2	8,0	8,5	8,0	8,1	8,0	8,1	7,1
20	8,1	8,0	8,1	7,9	8,1	7,8	8,1	7,8	8,0	8,0	8,2	7,9	8,1	7,9	8,2	7,9	8,2	7,9
21	7,9	7,8	7,9	7,8	7,9	7,8	7,9	7,9	7,6	7,9	7,9	7,6	7,8	7,9	7,9	8,0	7,9	7,9
22	8,0	8,1	7,9	8,0	7,9	8,1	7,9	8,0	7,9	8,0	7,9	8,1	8,0	8,2	8,0	8,0	7,9	7,9
23	8,1	8,3	8,1	8,1	8,1	8,2	8,1	8,2	8,0	8,2	8,1	8,2	8,0	7,9	8,2	8,1	8,1	8,5
24	7,5	7,8	7,8	7,7	7,9	7,7	8,0	7,7	8,0	7,9	7,6	8,1	7,7	7,9	7,5	7,9	7,7	
25	8,0	7,5	8,0	7,7	8,0	7,7	7,9	7,8	8,0	7,3	8,0	7,7	8,0	7,5	8,0	7,9	7,8	7,7
26	8,0	7,9	8,0	7,9	8,1	7,9	8,1	8,0	7,8	8,0	7,8	8,1	7,9	8,0	8,1	8,1	8,1	8,0
27	8,2	8,0	8,3	7,9	8,2	7,9	8,1	7,9	8,1	8,0	8,4	7,9	8,3	7,9	8,2	7,9	8,3	7,9
28	8,1	7,4	8,0	7,3	8,1	7,3	8,1	7,5	8,1	7,1	8,1	7,1	8,1	7,2	8,2	7,5	8,1	7,8
29	8,5	8,1	8,2	8,2	8,3	8,1	8,5	8,1	8,1	8,1	8,0	8,0	8,1	8,0	8,5	8,0	8,4	8,0
30	8,1	8,1	8,1	8,1	8,3	8,1	8,2	8,1	8,5	8,2	8,4	8,2	8,3	8,2	8,4	8,2	8,4	8,2

Lanjutan lampiran 20

	D1		D2		D3		E1		E2		E3	
	Pagi	Siang										
	8,4	7,5	8,3	7,6	8,3	7,6	6,8	7,6	7,8	6,5	7,6	7,8
	8,3	7,7	8,2	7,8	8,2	7,7	6,2	7,2	7,3	7,2	8,3	8,0
	8,2	8,2	8,2	8,2	8,1	8,0	7,6	7,4	7,2	7,1	7,5	7,2
	7,8	8,1	7,8	8,0	7,8	8,1	7,5	7,5	8,5	8,4	8,1	8,2
	8,0	8,3	7,9	8,1	8,0	8,4	7,2	7,2	7,9	6,3	8,7	7,5
	8,3	8,2	8,3	8,1	8,3	8,2	7,6	7,6	8,1	8,0	8,2	7,9
	8,0	8,3	8,1	8,4	8,2	7,9	8,2	8,2	7,2	8,1	8,2	8,0
	8,2	8,0	8,3	8,0	8,0	8,1	8,4	7,3	7,6	8,1	8,1	8,2
	7,9	8,4	8,0	8,4	8,2	8,2	8,2	8,1	8,2	8,1	8,1	7,9
	8,1	8,3	8,2	8,3	7,9	8,0	7,2	7,1	8,2	8,1	8,1	7,9
	7,2	8,0	8,1	8,1	7,9	8,0	8,2	8,2	8,2	8,1	8,2	7,9
	8,1	8,0	8,2	8,1	8,0	8,0	6,4	6,2	7,3	7,5	8,1	7,3
	8,4	7,8	8,4	7,9	8,5	7,9	6,5	6,2	7,2	8,2	8,3	8,1
	8,2	8,0	8,2	7,9	8,2	7,8	7,2	7,5	7,2	8,0	7,2	7,3
	8,2	8,0	8,2	8,0	8,0	8,1	6,2	6,4	7,2	8,2	6,3	6,5
	8,3	8,5	8,2	8,0	8,2	8,0	8,7	8,6	8,5	8,0	8,7	8,6
	8,4	7,9	8,3	7,8	8,2	8,1	8,7	8,6	7,7	7,4	8,6	8,5
	8,0	8,0	7,9	8,0	7,9	7,7	7,2	7,3	7,6	7,5	8,5	8,5
	8,2	8,1	8,0	8,0	8,3	8,0	7,2	7,5	7,5	7,2	8,4	8,2
	8,1	7,6	8,1	7,7	8,0	8,0	8,2	8,1	7,2	7,1	8,3	8,2
	7,9	8,0	7,9	7,8	7,9	8,0	7,5	7,4	6,5	6,2	8,2	8,2
	7,9	7,9	7,9	8,0	8,1	7,9	8,5	8,1	7,7	7,5	8,2	8,1
	8,1	8,2	8,1	8,1	8,0	8,3	7,2	7,1	7,1	7,1	7,5	7,4
	7,9	7,7	7,8	7,8	7,1	7,8	7,3	7,2	7,1	7,1	7,2	7,2
	8,0	7,9	7,9	7,8	8,1	7,3	7,7	7,8	7,6	7,8	7,8	7,7
	7,9	8,0	8,3	8,0	8,1	8,0	8,3	8,0	8,6	7,9	8,3	7,9
	8,3	7,9	8,3	7,9	8,1	7,9	8,0	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1
	8,1	7,3	8,2	7,5	8,1	7,3	8,0	7,9	8,1	8,1	8,0	8,0
	8,1	8,1	8,2	8,0	8,4	8,1	8,2	8,0	8,7	7,9	8,2	7,8
	8,3	8,2	8,4	8,2	8,4	8,1	8,2	8,0	8,7	7,9	8,2	7,8



Lampiran 21. Kualitas air selama masa pemeliharaan ikan mas (*Cyprinus carpio L.*) (DO)

hari ke-	A1		A2		A3		B1		B2		B3		C1		C2		C3	
	pagi	siang																
1	9,8	8,4	9,1	8,4	9,4	7,8	8,8	7,5	9,2	7,3	9,4	7,3	9,7	8,2	9,5	8,4	9,3	
2	8,4	7,9	7,8	8,0	8,2	7,1	8,0	6,1	6,5	6,3	6,5	5,4	7,5	7,4	8,4	7,7	7,7	
3	8,6	7,3	9,4	5,7	8,3	7,1	8,4	4,4	7,7	6,4	8,3	7,4	8,2	5,8	8,7	5,8	8,2	
4	7,9	8,2	8,3	9,2	8,5	8,5	8,3	8,5	8,9	8,0	7,8	7,1	7,0	8,3	6,9	8,9	8,1	
5	9,1	9,2	7,2	7,9	8,7	7,3	8,8	6,0	8,1	7,7	7,7	7,2	8,1	5,3	8,9	7,4	7,2	
6	9,4	8,2	9,4	8,4	9,6	8,7	9,8	6,5	9,3	7,8	9,4	8,7	9,4	8,3	9,3	7,9	9,3	
7	8,9	6,9	8,5	8,1	8,6	8,0	8,9	6,8	8,7	7,4	9,1	7,5	8,8	7,2	9,4	8,1	8,8	
8	8,0	7,6	7,4	7,3	7,9	7,9	6,9	7,1	6,6	7,9	7,5	7,0	6,8	7,2	7,6	7,1	6,9	
9	8,9	8,5	9,0	7,3	8,8	8,0	8,5	6,6	8,5	7,0	8,4	7,6	8,1	8,3	9,0	7,1	7,6	
10	8,9	7,7	9,0	7,7	9,2	7,5	8,0	7,4	8,9	7,0	9,1	7,5	8,5	7,8	9,1	7,4	8,6	
11	8,9	6,1	9,5	7,4	9,6	7,2	9,5	6,6	10,0	6,5	8,7	7,4	8,6	6,8	8,6	8,6	7,7	
12	8,5	7,1	7,8	7,3	8,0	7,2	5,2	7,2	7,8	7,4	7,1	7,1	8,0	7,5	7,8	7,1	7,1	
13	8,5	7,2	6,7	5,8	8,6	6,6	6,2	5,6	7,7	5,3	7,1	6,6	8,3	5,0	6,2	5,7	5,7	
14	8,0	6,7	8,3	6,9	7,9	7,5	8,0	7,8	8,3	6,5	7,7	5,9	8,0	6,9	7,5	6,6	6,6	
15	7,0	6,5	7,1	6,2	7,2	6,3	6,7	5,9	8,2	7,2	7,2	6,2	6,5	6,1	7,1	6,1	6,1	
16	8,0	5,9	7,9	6,2	7,8	6,2	7,9	5,9	8,2	5,9	7,0	6,4	8,0	6,4	8,1	6,1	8,5	
17	8,5	5,3	8,5	4,8	8,3	6,5	8,4	6,6	8,0	5,5	7,7	5,7	7,9	5,4	7,9	5,9	8,0	
18	7,1	6,7	7,2	7,0	7,1	6,2	6,2	7,0	6,7	6,4	7,3	7,0	6,7	6,7	7,4	6,9	6,2	
19	8,1	7,3	7,7	6,9	7,7	7,2	7,7	6,2	8,5	6,8	8,2	7,4	8,0	7,0	8,0	7,2	7,4	
20	7,5	8,0	7,2	7,6	7,8	7,4	7,5	7,7	7,7	7,9	7,7	8,3	7,6	8,0	7,7	8,1	7,4	
21	7,2	6,9	8,0	6,2	6,9	6,7	7,4	6,8	7,7	7,2	7,8	7,0	7,2	7,0	6,1	7,3	7,6	
22	7,9	7,3	6,9	6,4	7,2	7,2	7,2	7,1	5,9	7,2	9,2	6,4	7,6	6,8	7,6	7,3	7,7	
23	8,1	7,8	7,5	7,1	7,5	7,3	7,7	6,7	6,2	7,7	7,4	7,5	6,9	7,6	8,2	7,4	7,5	
24	8,2	7,8	7,3	7,0	7,8	7,5	7,9	7,8	8,5	7,7	8,0	6,8	8,2	7,6	8,2	7,0	7,8	
25	8,3	7,8	7,1	6,1	8,0	8,0	7,7	7,6	7,5	8,5	6,5	6,5	7,3	7,3	7,5	7,9	8,4	
26	7,9	8,3	7,2	6,4	7,6	7,8	8,6	7,7	8,1	6,0	8,7	6,8	7,7	6,4	8,5	6,4	7,6	
27	8,1	8,6	7,3	7,7	8,4	8,4	8,7	7,6	8,4	8,0	7,6	8,2	7,9	7,6	8,1	6,3	7,8	
28	8,6	7,5	8,8	6,7	8,6	7,5	8,2	7,8	8,3	7,7	7,1	7,7	8,2	6,1	8,7	8,2	8,9	
29	9,2	6,7	9,3	6,5	9,2	6,8	9,5	6,5	9,4	6,5	9,3	6,7	9,2	6,9	8,6	6,1	9,0	
30	8,7	6,6	8,5	6,7	8,7	7,0	8,8	7,0	8,2	6,9	8,9	6,8	9,5	7,0	8,3	7,8	8,4	

	D1		D2		D3		E1		E2		E3	
	siang	pagi										
	8,4	6,3	6,3	8,2	8,5	9,8	6,4	7,8	6,3	7,6	7,1	7,7
	7,7	8,6	8,6	8,0	8,4	6,6	8,5	7,5	6,9	7,1	5,7	7,2
	7,8	8,7	8,2	8,5	8,0	8,9	7,2	7,1	6,6	6,5	6,1	8,0
	8,2	8,4	8,4	7,5	8,9	8,4	6,8	6,0	6,6	6,8	5,1	7,4
	7,2	8,6	5,3	7,7	7,9	6,7	5,2	6,1	6,1	5,6	7,1	6,1
	6,8	9,7	7,3	9,4	6,6	9,7	8,7	7,2	6,2	6,9	6,1	6,5
	7,6	8,5	7,6	8,9	7,8	9,0	7,1	5,9	6,5	5,1	5,6	5,9
	7,4	7,4	7,7	8,0	7,0	6,7	7,6	6,2	5,9	5,4	5,3	6,1
	7,4	9,0	7,8	8,8	6,1	8,6	7,8	6,4	5,3	5,3	5,2	6,0
	7,1	9,1	9,3	8,1	7,3	8,0	7,6	5,8	5,8	5,3	6,1	6,2
	9,8	7,4	8,5	6,2	5,4	6,5	8,5	6,1	5,8	5,1	5,1	6,3
	6,4	7,4	7,2	7,2	8,2	5,8	7,1	5,6	6,3	5,3	5,4	5,9
	7,3	6,4	5,8	7,2	5,7	8,2	6,6	6,4	6,6	5,4	5,7	6,1
	7,7	7,0	6,3	7,7	6,9	8,2	7,8	6,4	6,2	6,2	5,1	6,3
	7,1	6,1	6,2	7,3	6,5	6,7	5,4	6,2	6,1	6,2	5,3	6,2
	5,7	8,1	6,2	8,3	6,7	8,2	5,5	6,1	6,1	7,2	7,1	6,1
	6,3	8,0	6,2	7,5	4,3	7,4	5,5	6,1	6,1	7,1	7,1	6,2
	7,0	6,6	6,9	6,6	7,1	6,8	6,4	6,2	7,1	7,1	7,1	6,2
	6,6	7,0	7,9	7,6	7,6	8,3	6,8	7,1	6,3	6,6	6,4	6,4
	7,5	7,5	7,5	7,9	7,6	7,7	7,6	7,2	6,1	6,5	6,4	6,1
	8,0	7,9	7,1	6,8	7,5	5,0	7,3	6,1	5,1	5,8	5,1	5,2
	6,4	7,1	7,4	5,9	6,5	9,5	7,6	6,4	5,2	6,5	6,4	5,3
	6,1	7,6	7,1	7,6	6,8	8,3	7,7	6,3	6,3	6,1	6,1	6,4
	6,7	8,0	6,7	8,1	7,7	7,9	7,6	6,2	6,4	6,3	6,1	6,5
	7,3	7,5	7,0	7,7	7,3	7,8	7,2	6,1	6,1	6,8	5,1	7,6
	6,3	8,5	6,4	7,9	7,2	7,8	6,8	6,0	6,1	5,5	5,1	6,7
	8,2	8,1	8,7	8,6	8,6	8,3	8,7	6,5	5,7	5,6	6,7	7,5
	6,1	8,3	7,1	8,4	7,9	9,0	7,5	5,7	6,4	6,0	5,3	6,4

