



**PEMANFAATAN TEPUNG DAUN TALAS TERFERMENTASI KAPANG
Trichoderma Viride SEBAGAI BAHAN ALTERNATIF DALAM FORMULASI
PAKAN IKAN LELE (*Clarias gariepinus*)**

TESIS



Oleh :

NANDYA FITRI RACHMAWATI

NIM : 146080100111028

**PROGRAM STUDI MAGISTER BUDIDAYA PERAIRAN
MINAT NUTRISI DAN PAKAN IKAN**

**PROGRAM PASCASARJANA
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

MALANG

2018



**PEMANFAATAN TEPUNG DAUN TALAS TERFERMENTASI KAPANG
Trichoderma Viride SEBAGAI BAHAN ALTERNATIF DALAM FORMULASI
PAKAN IKAN LELE (*Clarias gariepinus*)**

TESIS

**Untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Gelar Magister**

Oleh :

**NANDYA FITRI RACHMAWATI
NIM : 146080100111028**

**PROGRAM STUDI MAGISTER BUDIDAYA PERAIRAN
MINAT NUTRISI DAN PAKAN IKAN**

**PROGRAM PASCASARJANA
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG**

2018



TESIS

PEMANFAATAN TEPUNG DAUN TALAS TERFERMENTASI KAPANG
Trichoderma Viride SEBAGAI BAHAN ALTERNATIF DALAM
FORMULASI PAKAN IKAN LELE (*Clarias gariepinus*)

Oleh:

NANDYA FITRI RACHMAWATI
NIM : 146080100111028Telah dipertahankan di depan penguji
pada tanggal 6 Desember 2018
dan dinyatakan telah memenuhi syaratMenyetujui
Komisi Pembimbing

Ketua

Anggota

(Dr. Ir. Arding Wicajeng Ekawati, M. S.)

NIP. 19620805 198603 2 001

Tanggal: 20 DEC 2018

(Dr. Ir. Yahya, M. P.)

NIP. 19630706 199003 1 003

Tanggal: 20 DEC 2018

Komisi Penguji
Penguji 1

(Prof. Dr. Ir. Happy Nursyam, M. S.)

NIP. 19600322 198601 1 001

Tanggal: 20 DEC 2018

Mengetahui,
Dekan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan

(Prof. Dr. Ir. Happy Nursyam, M. S.)

NIP. 19600322 198601 1 001

Tanggal: 20 DEC 2018

**JUDUL TESIS :**

PEMANFAATAN TEPUNG DAUN TALAS TERFERMENTASI KAPANG *Trichoderma viride* SEBAGAI BAHAN ALTERNATIF DALAM FORMULASI PAKAN IKAN LELE (*Clarias gariepinus*)

Nama Mahasiswa : Nandya Fitri Rachmawati

NIM : 146080100111028

Program Studi : Budidaya Perairan

Minat : Nutrisi dan Pakan Ikan

Komisi Pembimbing

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

Anggota : Dr. Ir. Yahya, M. P.

Komisi Penguji

Dosen Penguji 1 : Prof. Dr. Ir. Happy Nursyam, M. S.

Dosen Penguji 2 : Dr. Ir. Anik Martinah Hariati, M. Sc.

Tanggal Ujian Tesis : 6 Desember 2018



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, Desember 2018
Penulis



Nandya Fitri R.
146080100111028



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

**Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan.
(QS. Alam Nasyroh: 6).**

**Hai orang-orang yang beriman, bersabarlah kamu dan kuatkanlah
kesabaranmu dan tetaplah bersiap siaga (di perbatasan negerimu) dan
bertakwalah kepada Allah, supaya kamu beruntung.
(QS. Ali Imron: 200)**

**Karya ilmiah ini dipersembahkan kepada
Kedua Almarhum Orang Tua dan Keluarga Besar Saya**



RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Malang, Jawa Timur pada tanggal 20 April 1992. Putri ketiga dari keluarga Bapak alm. Machfud dan Ibu alm. Rusmiati. Penulis menamatkan pendidikan Sekolah Dasar, Sekolah Menengah Pertama, Sekolah Menengah Atas dan Strata S1 diselesaikan di Malang.

Pada tahun 2014 penulis berkesempatan untuk melanjutkan pendidikan Program Pascasarjana di Universitas Brawijaya Malang, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Jurusan Budidaya Perairan Minat Nutrisi dan Pakan Ikan.

Malang, Desember 2018

Penulis



UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terimakasih 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, selaku Ketua Komisi Pembimbing dan Bapak Dr. Ir. Yahya, M. P, selaku Anggota Komisi Pembimbing yang telah sabar dan membantu memberikan masukan, arahan, nasehat, dan bimbingan ilmu yang diberikan mulai dari penyusunan proposal hingga selesainya laporan tesis ini. Semoga Allah SWT membalas kebaikan beliau dengan berlimpah ganda. Aamiin Ya Rabbalalamin.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Happy Nursyam, M. S dan Ibu Dr. Ir. Anik Martinah H, M. Sc, yang telah bersedia menjadi dosen penguji dan memberikan arahan dan masukan pada saat ujian proposal dan ujian tesis untuk kelengkapan tesis ini.
4. Kepada kedua almarhum orang tua yang telah memberikan pendidikan yang terbaik untuk saya, dan semoga segala perbuatan baik saya dicatat oleh ALLAH SWT sebagai ladang amal untuk kedua orang tua saya serta semoga saya bisa membuat bangga dan mewujudkan cita-cita kedua orang tua saya.
5. Kepada kedua saudara laki-laki (Achmad Frediyanto dan Achmad Fadli Rudiyanto) dan seluruh keluarga besar yang telah memberikan doa, semangat baik moril dan materil serta motivasi selama pengerjaan tesis ini.
6. Kepada semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu, terimakasih atas bantuan dan dukungan yang telah diberikan, semoga Allah SWT membembalas semua kebaikan yang telah diberikan kepada penulis.

Malang, Desember 2018

Penulis

RINGKASAN

Nandya Fitri Rachmawati, Program Pascasarjana Universitas Brawijaya. Tesis. Pemanfaatan Tepung Daun Talas Terfermentasi Kapang *Trichoderma viride* Sebagai Bahan Alternatif Dalam Formulasi Pakan Ikan Lele (*Clarias gariepinus*). Komisi Pembimbing, Ketua : Dr. Ir. Arning Wilujeng Ekawati, MS dan anggota : Dr. Ir. Yahya, M. P.

Ikan lele adalah ikan yang banyak dibudidayakan oleh pembudidaya. Dalam budidaya kualitas pakan sangat diperhatikan, terutama kandungan gizinya. Selama ini gizi protein pakan ikan tinggi diperoleh dari tepung ikan, akan tetapi harganya kurang ekonomis. Maka tepung ikan disubstitusi oleh tepung daun talas yang harganya ekonomis, akan tetapi serat kasar yang dikandung 17 % sedangkan kebutuhan ikan lele akan serat kasar berkisar 3-10 %. Oleh karena itu, tepung daun talas perlu difermentasi dengan *Trichoderma viride* untuk menurunkan serat kasarnya dan dapat menunjang pertumbuhan ikan lele.

Penggunaan bahan baku lokal tepung daun talas terfermentasi diharapkan dapat menjadi alternatif dalam formulasi pakan ikan lele. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Ilmu Teknologi Perikanan Divisi Perekayasaan Hasil Perikanan Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya dengan tujuan untuk mendapatkan waktu fermentasi yang optimal dalam proses fermentasi tepung daun talas dan memperoleh dosis tepung daun talas hasil fermentasi yang dapat dimanfaatkan dalam formula pakan ikan lele.

Jenis bahan fermentasi yang digunakan adalah *Trichoderma viride* yang diperoleh dari Laboratorium Pusat Penelitian Biologi (LIPI). Proses fermentasi dilakukan selama 5, 7 dan 9 hari, dengan dosis 3% dan diinkubasi pada suhu ruang (30°C) untuk memperoleh hasil fermentasi terbaik. Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap dengan lima perlakuan dan tiga ulangan berdasarkan kandungan pakan percobaan dengan iso protein 30,22% dan iso energi 3.600 kkal/kg. Lima perlakuan substitusi tepung daun talas terfermentasi terhadap tepung ikan yang berbeda, meliputi perlakuan A (0%), B (5%), C (10%), D (15%) dan E (20%).

Pada uji coba biologis pakan percobaan, bobot rata-rata benih ikan lele yang digunakan yaitu bobot 5-9 gram selama 30 hari. 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 dan daya cerna nutrisi.

Hasil penelitian tahap 1 diperoleh lama fermentasi tepung daun talas dengan *Trichoderma viride* terbaik dalam menurunkan serat kasar yaitu selama 7 hari. Dengan hasil proksimat protein 22,07 %, lemak 7,13 %, abu 11,34 %, serat kasar 6,88 %, selulosa 16,88 %, aktivitas enzim selulase 3,03 IU/ml, glukosa 0,54 % dan nilai asam amino esensial (histidine 0,31, threonine 0,11, arginine 0,57, methionine 0,48, valine 0,64, phenylalanine 0,65, isoleucine 0,53, leucine 0,86 dan lysine 0,98). Hasil penelitian tahap 2 menunjukkan bahwa penggunaan protein tepung daun talas (*Colocasia esculenta* L.) terfermentasi *Trichoderma viride* untuk mensubstitusi protein tepung ikan dalam formulasi pakan ikan lele (*Clarias gariepinus*) adalah 20 % untuk laju pertumbuhan spesifik 1,85%BB/hari; rasio konversi pakan 1,42%; rasio efisiensi protein 2,19%; retensi protein 29,73%, retensi energi 19,82%; untuk daya cerna protein 79,64% dan daya cerna energi 59,05%.

KATA KUNCI: Fermentasi, *Trichoderma viride*, tepung daun talas, ikan lele.



SUMMARY

Nandya Fitri Rachmawati, Post Graduate Program Universitas Brawijaya.
Thesis. Utilization of Fermented Taro Leaf Flour *Trichoderma Viride* Mold as Alternative Material in Catfish Feed Formulation (*Clarias gariepinus*).
Supervisor Commission Head: Dr. Ir. Arning Wilujeng Ekawati, MS and member : Dr. Ir. Yahya, M. P.

Catfish are fish that are widely cultivated by farmers. In cultivating the quality of feed is very much considered, especially the nutritional content. During this time the high protein nutrition of fish food is obtained from fish meal, but the price is less economical. Then fish flour is substituted by taro leaf flour which is economical in price, but crude fiber is contained 17% while the need for catfish for crude fiber ranges from 3-10%. Therefore, taro leaf flour needs to be fermented with *Trichoderma viride* to reduce its crude fiber and can support the growth of catfish.

The use of local raw materials fermented taro leaf flour is expected to be an alternative in catfish feed formulations. This research was conducted at the Fisheries Technology Laboratory Fisheries Product Engineering Division of the Faculty of Fisheries, Universitas Brawijaya with the aim of obtaining optimal fermentation time in the fermentation process of taro leaf flour and obtaining a dose of fermented taro leaf flour which can be utilized in catfish feed formula.

The type of fermentation material used is *Trichoderma viride* obtained from the Biology Research Center (LIPI). The fermentation process was carried out for 5.7 and 9 days, with a dose of 3% and incubated at room temperature (300C) to obtain the best fermentation results. The experimental design used was a completely randomized design with five treatments and three replications based on the content of experimental feed with 30.22% iso protein and 3,600 kcal / kg iso energy. Five substitution treatments of fermented taro flour to different fish meal, including treatment A (0%), B (5%), C (10%), D (15%) and E (20%).

In the biological trials of experimental feed, the average weight of catfish seeds used was 5-9 grams of weight for 30 days. The main parameters observed included survival rate, specific growth rate, feed conversion ratio, protein efficiency ratio, protein retention, energy retention and nutrient digestibility.

The results of the first phase of the study obtained the best fermentation time for taro leaf flour with *Trichoderma viride* in reducing crude fiber for 7 days. With proximate results of protein 22.07%, fat 7.13%, ash 11.34%, crude fiber 6.88%, cellulose 16.88%, cellulase enzyme activity 3.03 IU / ml, glucose 0.54% and essential amino acid values (histidine 0.31, threonine 0.11, arginine 0.57, methionine 0.48, valine 0.64, phenylalanine 0.65, isoleucine 0.53, leucine 0.86 and lysine 0.98) . The results of phase 2 research showed that the use of *Trichoderma viride* fermented taro flour (*Colocasia esculenta* L.) protein to substitute fish meal protein in catfish feed formulation (*Clarias gariepinus*) was 20% for a specific growth rate of 1.85% BB / day; feed conversion ratio 1.42%; protein efficiency ratio of 2.19%; protein retention of 29.73%, energy retention of 19.82%; for protein digestibility of 79.64% and energy digestibility of 59.05%.

KEY WORDS: Fermentation, *Trichoderma viride*, taro leaf flour, catfish.



KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan proposal tesis yang berjudul “Pemanfaatan Tepung Daun Talas Terfermentasi Kapang *Trichoderma viride* Sebagai Bahan Alternatif dalam formulasi Pakan Ikan Lele (*Clarias gariepinus*). Pokok-pokok bahasan yang disajikan dalam tulisan ini meliputi kadar nutrisi dan tepung daun talas terfermentasi *Trichoderma viride* yang dimasukan ke dalam formulasi pakan untuk pertumbuhan ikan lele (*Clarias gariepinus*).

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, Desember 2018

Penulis



DAFTAR ISI

Halaman

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vii
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
2. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Klasifikasi dan Ciri-ciri Ikan Lele (<i>Clarias gariepinus</i>).....	6
2.2 Kebutuhan Nutrisi Ikan Lele (<i>Clarias gariepinus</i>).....	7
2.3 Tepung Daun Talas (<i>Colocasia esculenta</i>) sebagai Alternatif Bahan Pakan Ikan.....	10
2.4 Fermentasi.....	16
2.5 Peranan Kapang <i>Trichoderma viride</i> sebagai Stater.....	18
2.6 Enzim Selulase.....	20
2.7 Kecernaan Pakan Pada Ikan Lele (<i>Clarias gariepinus</i>).....	22
2.8 Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Ikan Lele (<i>Clarias gariepinus</i>).....	24
2.9 Kualitas Air untuk Pembesaran Ikan Lele (<i>Clarias gariepinus</i>).....	25
3. KERANGKA PENELITIAN DAN OPERASIONAL PENELITIAN	27
3.1 Landasan Teori.....	27
3.2 Kerangka Konseptual.....	29
3.3 Kerangka Operasional.....	30
3.4 Hipotesis.....	31
3.4 Strategi Publikasi.....	32
4. METODE PENELITIAN	33
4.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	33
4.2 Bahan Penelitian.....	33
4.2.1 Alat dan Bahan Pembuatan Pakan.....	33



4.2.2 Alat dan Bahan Uji Biologis.....	34
4.2.3 Alat dan Bahan Analisis Komposisi Kimia.....	34
4.2.4 Alat dan Bahan Analisis Kualitas Air.....	35
4.2.5 Alat dan Bahan Analisis Fermentasi.....	35
4.2.6 Alat dan Bahan Analisis Aktivitas Enzim Selulase.....	35
4.2.7 Alat dan Bahan Analisis Glukosa.....	36
4.2.8 Alat dan Bahan Analisis Van Soest.....	36
4.2.9 Alat dan Bahan Analisis Cr ₂ O ₃ pakan dan Feses.....	36
4.2.10 Alat dan Bahan Analisis Asam Amino	36
4.3 Metode Penelitian.....	36
4.4 Tahapan Penelitian.....	36
4.5 Rancangan Percobaan dan Analisis Data.....	39
4.6 Persiapan Penelitian.....	40
4.6.1 Persiapan Kultur <i>Trichoderma viride</i>	40
4.6.2 Analisis Proksimat.....	43
4.6.3 Parameter Penelitian.....	51
4.7 Analisa Data.....	54
5. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	55
5.1 Tahap 1 : Perlakuan Fermentasi Tepung Daun Talas	55
5.1.1 Nilai Skoring Fisik Fermentasi.....	55
5.1.2 Hasil Analisis Proksimat.....	57
5.1.3 Kandungan Selulosa	62
5.1.4 Aktifitas Enzim Selulase.....	63
5.1.5 Glukosa.....	65
5.1.6 Asam Amino.....	66
5.2 Tahap 2 : Uji Formula Pakan Pada Ikan Lele	69
5.2.1 Kelulushidupan / Survival rate (SR).....	69
5.2.2 Laju Pertumbuhan Spesifik / <i>Specific Growth Rate</i> (SGR).....	71
5.2.3 Rasio Konversi Pakan / <i>Feed Conversion Ratio</i> (FCR)	73
5.2.4 Rasio Efisiensi Protein / <i>Protein Efficiency Ratio</i> (PER).....	75
5.2.5 Retensi Protein.....	76
5.2.6 Retensi Energi.....	78
5.2.7 Daya Cerna Protein.....	80
5.2.8 Daya Cerna Energi.....	82
5.3 Kualitas Air.....	83
6. KESIMPULAN DAN SARAN.....	86
6.1 Kesimpulan.....	86
6.2 Saran.....	86

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Ikan Lele (<i>Clarias gariepinus</i>)	7
2. Tepung daun talas (<i>Colocasia esculenta</i> L.)	11
3. <i>Trichoderma viride</i> dalam media PDA	19
4. Proses interaksi antara substrat selulosa dan enzim selulase	21
5. Mekanisme hidrolisis selulosa	22
6. Kerangka konsep penelitian	30
7. Kerangka operasional penelitian	31
8. Alur pelaksanaan fermentasi	42
9. Nilai skoring pada tepung daun talas (<i>Colocasia esculenta</i> L.) terfermentasi <i>Trichoderma viride</i>	55
10. Perubahan fisik tepung daun talas (<i>Colocasia esculenta</i> L.) terfermentasi <i>Trichoderma viride</i>	56
11. Grafik rata-rata analisis serat kasar tepung daun talas (<i>Colocasia</i> <i>esculenta</i> L.) terfermentasi <i>Trichoderma viride</i> pada lama waktu yang berbeda	59
12. Grafik rata-rata kadar selulosa tepung daun talas (<i>Colocasia</i> <i>esculenta</i> L.) terfermentasi <i>Trichoderma viride</i> pada lama waktu yang berbeda	62
13. Grafik rata-rata analisis aktivitas enzim selulase tepung daun talas (<i>Colocasia esculenta</i> L.) terfermentasi <i>Trichoderma viride</i> pada lama waktu yang berbeda	64
14. Grafik rata-rata kadar glukosa tepung daun talas (<i>Colocasia</i> <i>esculenta</i> L.) terfermentasi <i>Trichoderma viride</i> pada lama waktu yang berbeda	65
15. Grafik rata-rata kelulushidupan ikan lele (<i>Clarias gariepinus</i>) selama penelitian	70
16. Grafik tepung tepung daun talas (<i>Colocasia esculenta</i> L.) terfermentasi <i>Trichoderma viride</i> terhadap rata-rata laju pertumbuhan spesifik pada ikan lele (<i>Clarias gariepinus</i>)	69



17	Grafik rata-rata rasio konversi pakan ikan lele (<i>Clarias gariepinus</i>) selama penelitian.....	73
18	Grafik rata-rata rasio efisiensi protein ikan lele (<i>Clarias gariepinus</i>) selama penelitian.....	75
19	Grafik nilai rata-rata retensi protein pada ikan lele (<i>Clarias gariepinus</i>) pada masing-masing perlakuan.....	77
20	Grafik rata-rata retensi energi pada ikan lele (<i>Clarias gariepinus</i>) selama penelitian.....	79
21	Grafik nilai rata-rata daya cerna protein pada ikan lele (<i>Clarias gariepinus</i>) selama penelitian.....	81
22	Grafik nilai rata-rata daya cerna energi pada ikan lele (<i>Clarias gariepinus</i>) selama penelitian.....	83



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Kebutuhan Nutrisi Ikan Lele Untuk Tumbuh Optimal.....	9
2. Formulasi Pakan Ikan Lele	10
3. Kandungan Nutrisi Daun Talas	13
4. Kandungan Nutrisi Tepung Daun Talas	14
5. Kualitas Air Ikan Lele Selama 30 Hari.....	25
6. Strategi Publikasi	32
7. Format Penelitian	38
8. Komposisi Kimia Bahan Pakan Percobaan	39
9. Formulasi Pakan Percobaan Ikan Lele (<i>Clarias gariepinus</i> .)	40
10. Kriteria penilaian uji fisik hasil fermentasi.....	42
11. Hasil analisis proksimat tepung daun talas (<i>Colocasia esculenta</i> L.) terfermentasi (<i>Trichoderma viride</i>)	58
12. Hasil asam amino esensial dari tepung daun talas tanpa fermentasi, terfermentasi selama 7 hari dan pakan ikan terbaik.....	67
13. Hasil asam amino non esensial dari tepung daun talas tanpa fermentasi, terfermentasi selama 7 hari dan pakan ikan terbaik.....	68
14. Kebutuhan asam amino yang dibutuhkan ikan lele (<i>channel catfish</i>) ...	68
15. Parameter utama selama penelitian tahap 2.....	69
16. Nilai rata-rata kualitas air selama pemeliharaan.....	84
17. Kisaran kualitas air saat pemeliharaan ikan nila dan menurut pustaka	84



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Gambar Pelaksanaan Penelitian.....	95
2. Komposisi Bahan Dan Pakan Percobaan	97
3. Hasil Skoring Lama Waktu Fermentasi	98
4. Analisis Keragaman Serat Kasar	99
5. Analisis Keragaman Selulosa	100
6. Analisis Aktivitas Enzim Selulase	101
7. Analisis Glukosa	102
8. Analisis Kelulusan Hidup (SR)	103
9. Analisis Laju Pertumbuhan Spesifik (SGR)	104
10. Analisis Rasio Konversi Pakan (FCR)	105
11. Analisis Rasio Efisiensi Protein (PER)	106
12. Analisis Retensi Protein	107
13. Analisis Retensi Energi	108
14. Analisis Daya Cerna Protein	109
15. Analisis Daya Cerna Energi	110



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Untuk memenuhi kebutuhan gizinya, manusia sering mengonsumsi bahan makanan yang memiliki kandungan gizi yang tinggi. Salah satunya dengan mengonsumsi ikan. Ikan adalah bahan makanan yang memiliki kandungan gizi yang tinggi terutama protein yang baik untuk kecerdasan manusia. Saat ini ikan yang banyak dikonsumsi manusia salah satunya adalah ikan air tawar. Ikan air tawar yang banyak permintaannya adalah ikan lele (*Clarias gariepinus*). Ikan lele merupakan salah satu jenis ikan yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat dikarenakan harganya yang terjangkau (murah) dan rasanya yang enak. Dengan banyaknya permintaan konsumen akan ikan lele (*Clarias gariepinus*) maka perlu adanya peningkatan budidaya ikan lele (*Clarias gariepinus*) untuk memenuhi permintaan konsumen tersebut.

Permintaan konsumsi ikan lele (*Clarias gariepinus*) tiap tahunnya semakin meningkat. Perkiraan permintaan terhadap ikan lele (*Clarias gariepinus*) rata-rata perhari yaitu 3.500 kg. Pada tahun 2016, diperkirakan permintaan sebesar 1.260.000 kg. Untuk tahun 2017, meningkat menjadi 1.440.000 kg. Oleh karena itu, ada banyak faktor yang perlu diperhatikan untuk memenuhi kebutuhan permintaan konsumsi ikan lele (*Clarias gariepinus*). Salah satu cara untuk memenuhi permintaan tersebut dengan membudidayakan ikan lele (*Clarias gariepinus*) sehingga dapat meningkatkan produksi ikan lele (*Clarias gariepinus*). Keberhasilan dalam produksi ikan lele (*Clarias gariepinus*) juga tergantung pada ketersediaan pakan yang berkualitas (Cecilia, 2016).

Dalam memenuhi ketersediaan pakan yang berkualitas, pakan ikan harus memiliki kandungan gizi yang baik dan dapat menunjang dalam pertumbuhan



ikan. Pakan yang memiliki kandungan gizi tinggi, berkualitas baik, kuantitas, ukuran dan bentuk yang sesuai dengan kebutuhan ikan. Pakan yang berkualitas juga berperan sebagai sumber energi yang mampu meningkatkan daya cerna ikan sehingga pertumbuhannya optimal. Oleh karena itu, para pembudidaya harus memperhatikan setiap bahan yang digunakan dalam formulasi pakannya dari segi ekonomis, kandungan gizi dan ketersediaan bahan untuk meningkatkan efisiensi pakan (Hasrah et al., 2016).

Salah satu yang diperhatikan pembudidaya dalam formulasi pakan yaitu kandungan gizi. Selama ini, pakan ikan yang ada dipasaran banyak memakai tepung ikan dalam komposisi formulasi pakannya. Akan tetapi harga tepung ikan yang relatif mahal membuat pembudidaya kesulitan untuk mengaplikasikannya dalam formulasi pakan. Oleh karena itu, perlu adanya pakan yang berbahan baku lebih murah dan mudah diperoleh. Alternatif pengganti tepung ikan tersebut salah satunya adalah dari tepung daun talas (*Colocasia esculenta* L.).

Daun talas (*Colocasia esculenta* L.) selama ini belum banyak dimanfaatkan dan hanya dijadikan limbah dari pengolahan umbi talas, sedangkan kandungan protein daun talas lebih tinggi dibandingkan dengan umbinya. Pada umbi talas kandungan protein 1,5 %, lemak 0,30 %, karbohidrat 28,20 %, abu 0,80 % dan air 69,20 %. Sedangkan pada daun talas dalam bahan kering 86,94 %, kandungan proteinnya mencapai 16,48%, serat kasar 17,33%, lemak 4,30% dan abu 18,37 %. Selain itu, untuk menghasilkan tepung daun talas sebanyak 1 kg maka dibutuhkan daun talas sebanyak 9-10 kg (Aliyani, 2002).

Tepung daun talas yang mempunyai kandungan serat kasar sebesar 17,33% tidak dapat memenuhi kebutuhan nutrisi ikan lele (*Clarias gariepinus*). Hal ini diperkuat dengan penjelasan Abidin (2015), bahwa pada ikan lele (*Clarias gariepinus*) pertumbuhannya akan terhambat jika diberi pakan yang mengandung serat kasar lebih dari 3-12%. Perbedaan serat kasar dalam pakan akan



mempengaruhi pencernaan, karena serat kasar dapat menghambat kerja enzim pencernaan. Sehingga pencernaan pakan ikan dalam metabolisme ikan dapat terhambat.

Salah satu upaya untuk mengurangi kadar serat kasar dalam tepung daun talas (*Colocasia esculenta* L.) agar dapat memenuhi kebutuhan nutrisi pakan ikan lele (*Clarias gariepinus*) adalah melalui proses fermentasi yang memanfaatkan mikroorganisme. Fermentasi yaitu suatu proses yang dapat menyebabkan sejumlah protein, karbohidrat dan lemak dipecah menjadi fraksi yang lebih kecil sehingga pencernaan dan penyerapan zat-zat gizi tersebut lebih mudah. Bahan pakan yang mengalami fermentasi mempunyai nilai gizi yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan bahan asalnya (Liwe et al., 2014).

Starter yang digunakan untuk fermentasi daun talas adalah *Trichoderma viride*. Penggunaan *Trichoderma viride* dalam fermentasi mampu memberikan hasil lebih baik dalam pakan. Menurut Ainun (2011), *Trichoderma viride* dapat menurunkan serat kasar pada dosis perlakuan 3 % kultur *Trichoderma viride* dengan hasil serat kasar pada perlakuan kontrol 15,69 % menjadi 6,97 %.

Trichoderma viride adalah salah satu jenis kapang yang mempunyai keuntungan dapat menghasilkan enzim selulase, yang dapat menghidrolisa selulosa, sehingga mempertinggi pencernaan di dalam rumen dan memperpendek masa endap di dalam rumen serta dapat menurunkan kandungan serat kasar melalui hidrolisis selulosa oleh enzim yang dihasilkan oleh mikroba. Berdasarkan hal tersebut, perlu dilakukan penelitian penggunaan kapang *Trichoderma viride* pada proses fermentasi tepung daun talas (*Colocasia esculenta* L.) sebagai alternatif bahan pakan dalam formulasi pakan ikan untuk menunjang produktivitas budidaya ikan lele.

Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian guna mengkaji lebih lanjut tentang karakteristik kapang *Trichoderma viride* sebagai *starter* pada media



tepung daun talas (*Colocasia esculenta* L.) untuk menurunkan serat kasar dengan persentase terbaik. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi dan kajian ilmiah tentang karakteristik fermentasi oleh kapang *Trichoderma viride* untuk meningkatkan kualitas nutrisi tepung daun talas (*Colocasia esculenta* L.) yang selanjutnya akan digunakan sebagai pakan bahan formulasi pakan ikan lele (*Clarias gariepinus*).

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini dapat disusun sebagai berikut:

- Berapa lama waktu fermentasi yang terbaik untuk menurunkan serat kasar tepung daun talas (*Colocasia esculenta* L.) yang terfermentasi kapang *Trichoderma viride* berdasarkan uji fisik, komposisi proksimat, serat kasar, glukosa, selulosa dan aktivitas enzim selulase?
- Berapakah komposisi pemberian tepung daun talas (*Colocasia esculenta* L.) terfermentasi kapang *Trichoderma viride* terbaik dalam formulasi pakan yang dapat menunjang pertumbuhan ikan lele berdasarkan kelulushidupan, laju pertumbuhan spesifik, rasio konversi pakan, rasio efisiensi protein, retensi protein, retensi energi dan daya cerna pada ikan lele (*Clarias gariepinus*) ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini dapat disusun sebagai berikut:

- Untuk mendapatkan lama waktu fermentasi terbaik dalam menurunkan serat kasar tepung daun talas (*Colocasia esculenta* L.) yang terfermentasi kapang *Trichoderma viride* berdasarkan uji fisik, komposisi proksimat, serat kasar, glukosa, selulosa dan aktivitas enzim selulase.
- Untuk mendapatkan komposisi pemberian tepung daun talas (*Colocasia esculenta* L.) terfermentasi kapang *Trichoderma viride* terbaik dalam formulasi pakan yang dapat menunjang pertumbuhan ikan



lele berdasarkan kelulushidupan, laju pertumbuhan spesifik, rasio konversi pakan, rasio efisiensi protein, retensi protein, retensi energi dan daya cerna pada ikan lele (*Clarias gariepinus*).

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat untuk :

1. Akademik

Memberikan informasi penggunaan tepung daun talas (*Colocasia esculenta* L.) terfermentasi kapang *Trichoderma viride* sebagai bahan formulasi pakan untuk menunjang pertumbuhan ikan lele (*Clarias gariepinus*).

2. Praktis

Menambah pengetahuan kepada masyarakat tentang tepung daun talas (*Colocasia esculenta* L.) terfermentasi kapang *Trichoderma viride* sebagai bahan alternatif untuk pakan ikan lele (*Clarias gariepinus*).



2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Klasifikasi dan Ciri-ciri Ikan Lele (*Clarias gariepinus*)

Menurut Willy dan Septyan (2013) ikan lele adalah ikan air tawar yang memiliki harga ekonomis yang banyak dibudidayakan secara tradisional maupun intensif. Ikan lele banyak dibudidayakan dikarenakan memiliki banyak kelebihan dalam proses pertumbuhan yang lebih cepat dan dapat hidup pada perairan yang kandungan oksigennya rendah. Adapun taksonomi dari ikan lele menurut Usman *et al.* (2016) sebagai berikut :

Kingdom	: <i>Animalia</i>
Filum	: <i>Chordata</i>
Kelas	: <i>Pisces</i>
Ordo	: <i>Ostariophysi</i>
Famili	: <i>Clariidae</i>
Genus	: <i>Clarias</i>
Spesies	: <i>Clarias gariepinus</i>

Menurut Rachmatika dan Wahyu (2006) ikan lele memiliki nama lokal yaitu ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*). Ikan ini tersebar di perairan Asia dan Afrika, dikarenakan di perairan tersebut sesuai dengan keadaan airnya sesuai untuk pertumbuhan ikan lele. Ikan lele pertama kali ditemukan di perairan Asia yaitu di sungai Cisdane. Sungai Cisdane adalah salah satu sungai besar di Tatar Pasundan, Pulau Jawa, yang bermuara ke Laut Jawa. Selain itu, ikan lele juga memiliki beberapa ciri yaitu ikan lele memiliki sirip anal, caudal, dan dorsal yang tidak bersatu, panjang kepalanya sekitar 2,9-3,8 bagian dari panjang baku serta memiliki kulit yang dihiasi bercak-bercak putih. Ditambahkan pula oleh Suparta *et al.*



(2013), yang menyatakan ikan lele memiliki beberapa keunggulan diantaranya mengandung gizi yang tinggi, harganya murah, rasanya enak, dan mudah dibudidayakan. Gambar ikan lele dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Ikan lele (*Clarias gariepinus*)

Sumber : Budiharjo *et al.* (2007)

Menurut Amalia *et al.* (2011) ikan lele adalah jenis ikan yang banyak dibudidayakan di Indonesia. Ikan memiliki kandungan protein yang tinggi yang digunakan untuk kecerdasan otak pada anak. Ikan lele memiliki kandungan gizi yang tinggi, oleh karena itu banyak dikonsumsi oleh manusia. Selain itu, pada ikan lele memiliki kandungan gizi yang tinggi pada dagingnya juga terdapat komponen utama yang dimiliki pada kepala ikan lele yang terdiri dari protein, lemak, garam kalsium dan fosfat.

2.2 Kebutuhan Nutrisi Ikan Lele (*Clarias gariepinus*)

Dalam menunjang pertumbuhan ikan lele perlu adanya pakan yang memiliki kandungan gizi yang tinggi. Pertumbuhan ikan sangat berkaitan dengan ketersediaan protein dalam pakan, karena protein merupakan sumber energi bagi ikan dan sebagai sumber nutrisi yang sangat dibutuhkan ikan untuk pertumbuhan. Tinggi rendahnya protein dalam pakan dipengaruhi oleh kandungan energi non-protein yaitu yang berasal dari karbohidrat dan lemak. Oleh karena itu, dalam proses pembuatan pakan sebaiknya memilih bahan pakan yang baik dan memiliki kualitas



yang tinggi agar dapat menunjang pertumbuhan ikan.

Menurut Putri (2012) pakan adalah unsur yang penting dalam menunjang budidaya dan pertumbuhan ikan. Pakan yang memiliki kualitas yang baik tergantung pada bahan baku pakan, oleh karena itu, bahan pakan harus terjaga secara kualitas dan kuantitas. Bahan pakan merupakan bahan yang berasal dari bahan organik atau non organik yang diberikan kepada hewan, selain itu bahan tersebut mudah dicerna oleh hewan tersebut tanpa mengganggu proses pertumbuhan atau perkembangannya. Kebanyakan pakan yang memiliki gizi yang tinggi berasal dari bahan pakan yang harganya relatif mahal sedangkan masih ada bahan pakan yang harga yang lebih ekonomis yang berasal dari bahan pakan alami. Bahan pakan yang dibutuhkan untuk memperoleh pakan yang kualitas tinggi sebaiknya memiliki syarat-syarat sebagai berikut : mudah diperoleh, murah harganya, tidak bersaing dengan manusia, tidak beracun, mengandung zat pakan sesuai dengan nutrisi yang optimal bagi ikan.

Menurut Amanta (2012) keseimbangan nutrisi penting dalam formulasi pakan karena berperan besar dalam kesintasan, pertumbuhan, serta ketahanan tubuh ikan, terutama pada benih. Nutrisi adalah bahan baku yang dibutuhkan demi kelangsungan hidup suatu organisme, digunakan oleh sel-sel tubuh untuk pembentukan bagian tubuh dan untuk energi dan metabolisme suatu organisme. Nutrisi untuk ikan dapat diperoleh dari formulasi pakan, oleh karena itu perlu melihat bahan pakan yang digunakan dari segi tingkat efisiensi penggunaan pakan. Tingkat efisiensi penggunaan pakan pada ikan lele ditentukan oleh pertumbuhan dan jumlah pecan yang diberikan, dimana tingkat efisiensi penggunaan pakan dapat menunjukkan nilai pakan tersebut dapat menambah berat badan ikan. Semakin besar nilai efisiensi pemberian pakan, maka semakin baik ikan memanfaatkan pakan



yang diberikan sehingga semakin besar bobot daging yang dihasilkan. Efisiensi pakan yang tinggi menunjukkan penggunaan pakan yang efisien, sehingga hanya sedikit protein yang dirombak untuk memenuhi kebutuhan energi dan selebihnya digunakan untuk pertumbuhan. Penghitungan efisiensi pemberian pakan sangat penting dalam proses budidaya ikan karena dapat menentukan apakah pakan yang diberikan telah digunakan seefisien mungkin. Tingginya kecernaan, maka berdampak pada tingginya nilai efisiensi pemanfaatan pakan oleh lele dumbo, bahwa kecernaan pakan merupakan salah satu indikator yang dapat digunakan untuk menilai tingkat efisiensi pakan yang diberikan kepada ikan. Semakin besar nilai kecernaan suatu pakan, maka semakin banyak nutrisi pakan yang dimanfaatkan oleh ikan tersebut. Semakin tinggi nilai efisiensi pakan maka respon ikan terhadap pakan tersebut semakin baik yang ditunjukkan dengan pertumbuhan ikan yang cepat. Kebutuhan nutrisi ikan lele untuk tumbuh optimal dari beberapa penelitian dapat dilihat pada Tabel 1 sebagai berikut :

Tabel. 1. Kebutuhan Nutrisi Ikan Lele Untuk Tumbuh Optimal

Parameter	Nilai (%)
Protein	< 20
Lemak	> 5
Serat kasar	< 6
Abu	< 14

Sumber : SNI (2006)



Kebutuhan nutrisi perlu diperhatikan untuk mendapatkan pertumbuhan yang optimal pada ikan. Protein optimum perlu diperhatikan, karena kelebihan atau kekurangan protein dapat mengganggu laju pertumbuhan. Lemak menyediakan energi untuk metabolisme, sehingga protein digunakan untuk tumbuh. Formulasi pakan ikan lele tersusun dari 5 bahan dapat dilihat pada Tabel 2 yaitu :

Tabel 2. Formulasi Pakan Ikan Lele (g/100 g pakan)

Formulasi	Bahan
Pakan Ikan Lele	Tepung ikan
	Tepung jagung
	Tepung dedak
	Tepung kedelai
	Tepung terigu
	Vitamin dan mix
	CMC

Sumber : Arini et al. (2013)

2.3 Tepung Daun Talas (*Colocasia esculenta*) sebagai Alternatif Bahan Pakan Ikan

Menurut Pereira (2015) talas [*Colocasia esculenta* (L.) Schott; *Araceae*], adalah tanaman herbal yang hidup didaerah tropis dan sub-tropis dan termasuk anggota dari *superfamili Araceae*. Talas juga merupakan tanaman ekonomis dan banyak dikonsumsi sebagai makanan pokok manusia. Umbi talas mengandung komponen gizi yang penting seperti karbohidrat, protein, tiamin, riboflavin, niasin, asam oksalat, kalsium oksalat, mineral, lemak, asam lemak tak jenuh dan *anthocyanins*. Talas memiliki nilai gizi yang unggul dibandingkan dengan kentang, ubi jalar, singkong dan beras. Selain itu, talas secara tradisional telah digunakan sebagai tanaman obat untuk tujuan kuantitatif. Berbagai senyawa bioaktif banyak terdapat di tanaman ini. Senyawa bioaktif ini memiliki aktivitas farmakologi yang penting termasuk anti kanker, anti hiperlipidaemic / anti hiperkolesterol, anxiolytic,



dapat menyembuhkan luka, antimelanogenic, anti-inflamasi, probiotik, anti hipertensi, anti diabetes, antioksidan, hepatoprotektif, anti-inflamasi, anti mikroba, anti cacing, proliferaatif dan hipolipidemik. Daun talas (*Colocasia esculenta* (L.)) dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Tepung Daun Talas (*Colocasia esculenta* L.)

Sumber : Hasil Analisis Penelitian Laboratorium Fakultas Peternakan Bagian Nutrisi dan Makanan Ternak

Menurut Mathia dan Foreadar (2012) daun talas (*Colocasia esculenta*) telah dipelajari sebagai sumber protein di Negara Vietnam dan Kamboja. Daun talas juga telah sebagian digunakan untuk makanan manusia di sebagian besar negara di Asia, Pasifik dan Afrika. Cara pengolahan daun talas di beberapa Negara tersebut antara lain seperti dikukus, direbus, digoreng, dan dioven. Namun, daun talas ini masih sedikit informasi tersedia mengenai penggunaan daun ini sebagai pakan ikan.

Meskipun demikian, daun talas mengandung faktor anti-nutrisi dalam bentuk kristal yaitu kalsium oksalat. Cara menghilangkan kalsium oksalat dengan pencucian selama perebusan, perendaman, fermentasi, ensiling, dan sampai batas tertentu atau pengeringan dengan cahaya matahari. Daun talas juga memiliki kandungan protein kasar yang tinggi, dan kaya akan kalsium, fosfor, zat besi, vitamin A, C, B1 (tiamin), B2 (riboflavin) dan niasin, yang konstituen untuk makanan manusia dan hewan. Sebagai tambahan, apabila daun ini diaplikasikan pada pakan ikan maka



kapasitas pertumbuhan ikan tersebut akan meningkat cukup tinggi dan dapat mencapai hingga 65-95% dalam waktu 30-40 hari tergantung pada spesies dan musim.

Menurut Aliyani (2002) selama ini daun talas dapat dimanfaatkan sebagai bahan pakan alternatif, dengan kandungan nutrisinya yaitu mengandung protein sebesar 16,48 %, serat kasar 17,33 %, lemak 4,30 %, dan BETN 40 %. Daun talas ini juga mengandung antinutrisi yaitu *condensed* tannin sebesar 0,3 %, *hydrolised* tannin sebesar 0,1 % dan kalsium oksalat sebesar 0,65 %. Pada pemanfaatan daun talas secara langsung dalam pakan ikan telah dilakukan, namun belum optimal dikarenakan pada daun talas masih terkandung kristal kalsium oksalat yang dapat menyebabkan rasa gatal. Untuk menghilangkan rasa gatal tersebut, sebaiknya talas (baik umbi atau daunnya) dicuci atau dikeringkan terlebih dahulu. Pertumbuhan daun talas ini secara cepat pada 3-5 bulan setelah tanam dengan kandungan proteinnya sebesar 4,2 g protein dengan nilai energy umbinya 475 kJ per 100 g bagian umbi segar. Klasifikasi tanaman talas menurut Priskila (2007) adalah sebagai berikut:

Kingdom : *Plantae*
 Sub kingdom : *Tracheobionta*
 Super divisio : *Spermathophyta*
 Divisio : *Magnoliophyta*
 Kelas : *Lilopsidae*
 Sub kelas : *Arecidae*
 Ordo : *Arales*
 Genus : *Colocasia*
 Jenis : *Colocasia esculenta*



Menurut Buntha *et al.* (2008) talas merupakan tanaman yang berada di daerah tropis yang memiliki kandungan gizi yang tinggi pada akar dan daunnya.

Daun talas mengandung tannin, saponin dan asam oksalat. Daun talas memiliki kandungan protein yang tinggi dan mudah dicerna oleh ikan sehingga dapat menunjang pertumbuhan ikan. Dalam penelitian silase daun talas dapat menggantikan tepung ikan hingga 70 – 75 % sehingga asupan pakan yang tinggi.

Kandungan gizi yang terdapat pada 100 gram daun talas terdapat dalam Tabel 3. berikut:

Tabel 3. Kandungan Nutrisi Daun Talas

Kandungan Nutrisi	Daun Talas (*)
Protein	4,88 %
Lemak	0,61 %
Karbohidrat	9,92 %
Abu	1,86 %
Air	82,73 %
Serat Kasar	-
BETN	-

Sumber : Hasil Analisis Laboratorium Pengujian Mutu dan Keamanan Pangan Fakultas Teknologi Pertanian (*)

Menurut Seniwati *et al.* (2013) kandungan dari talas (*Colocasia esculenta*) terbagi menjadi 2 komponen yaitu makronutrien dan mikronutrien. Komponen mikronutrien yang terkandung dalam talas yaitu vitamin A (β -karoten) dan vitamin.

Kandungan vitamin A dan vitamin C dalam 100 gram umbi talas (*Colocasia esculenta*) berturut-turut yaitu 2 % dan 5 %. Kandungan vitamin C pada talas sebesar 9,05 mg/100 g talas, Kandungan β - karoten sebesar 11,066 mg/100 g talas dan vitamin C sebesar 26,930 mg/100 g talas. Tepung daun talas sebanyak 100 gr dihasilkan dari 20 - 25 buah dengan ukuran besar dan untuk menghasilkan 2 kg tepung daun talas memerlukan 18 kg daun talas.



Menurut Fadlila (2015) tanaman talas merupakan tanaman berupa herbal yang termasuk suku talas-talasan (*Araceae*). Tanaman talas diduga memiliki kandungan senyawa kimia diantaranya flavonoid dan saponin. Flavonoid merupakan senyawa polifenol yang mempunyai fungsi sebagai senyawa antibakteri dengan cara mengganggu integritas membran sel bakteri. Flavonoid merupakan senyawa fenol yang dapat bersifat koagulator protein. Dalam tangkai daun talas juga terdapat saponin. Saponin sendiri mempunyai toksisitas yang tinggi melawan fungi, sehingga mampu mempercepat proses penyembuhan luka. Kandungan gizi yang terdapat pada 100 gram tepung daun talas terdapat dalam Tabel 4. berikut:

Tabel 4. Kandungan Nutrisi Tepung Daun Talas

Kandungan Nutrisi	Tepung Daun Talas (**)
Bahan Kering	88,42 %
Protein	20,09 %
Lemak	7,97 %
Karbohidrat	56,54 %
Abu	15,40 %
Serat Kasar	17,24 %
BETN	39,30 %

Sumber : Hasil Analisis Laboratorium Fakultas Peternakan Bagian Nutrisi dan Makanan Ternak (**)

Menurut Retno et al. (2009) komposisi pati pada umumnya terdiri dari amilopektin sebagai bagian terbesar dan sisanya amilosa. Adanya informasi mengenai komposisi pati diharapkan dapat menjadi data pendukung dalam menentukan jenis produk yang akan dibuat dari pati atau tepung talas. Talas mempunyai variasi yang besar baik karakter morfologi seperti umbi, daun dan pembungaan serta kimiawi seperti rasa, aroma dan lain-lain, bentul, talas, keladi. Talas dapat menerima batasan lingkungan yang besar dan system manajemen.



Tanaman ini tumbuh dengan baik di tanah yang basah. Temperatur 25–30°C dan kelembaban yang tinggi memperbaiki pertumbuhan.

Menurut Hasidah *et al.* (2017) daun talas adalah termasuk anggota dari *superfamili Araceae* yang mempunyai warna dan corak daun yang bervariasi. Variasi warna pada daun disebabkan oleh adanya pigmen klorofil, karotenoid dan antosianin dalam jaringan daun. Daun yang memiliki warna dan corak yang bervariasi memiliki struktur anatomi yang berbeda. Ditambahkan oleh Djukri dan Bambang (2003) bahwa daun talas memiliki kandungan klorofil a dan klorofil b. Klorofil b berfungsi sebagai antena yang mengumpulkan cahaya untuk kemudian ditransfer ke pusat reaksi. Pusat reaksi tersusun dari klorofil a. Energi cahaya akan diubah menjadi energi kimia di pusat reaksi yang kemudian dapat digunakan untuk proses reduksi dalam fotosintesis. Akan tetapi kandungan klorofil b lebih tinggi dibandingkan klorofil a pada daun talas.

Menurut Lampheuy dan Lindberg (2013) daun dan akar daun talas banyak mengandung kalsium oksalat (Ca Oksalat) yang menyebabkan gatal-gatal. Namun kalsium oksalat dapat dikurangi dengan beberapa cara yaitu pengeringan, ensiling, penambahan garam sehingga kandungan kalsium oksalat dapat berkurang. Daun talas yang sudah berkurang kandungan kalsium oksalatnya dapat dijadikan silase daun talas untuk pakan hewan.

Menurut Lewu *et al.* (2009) talas adalah tanaman herbal yang banyak ditanam pada daerah tropis. Daun talas dapat digambarkan seperti telinga gajah. Daun ini dapat diolah menjadi sayuran. Akan tetapi kandungan kalsium oksalat yang tinggi dapat dikurangi dengan cara blanching, mengukus, merebus, dan memasak dengan tekanan tinggi sehingga dapat meminimalisir adanya mikroorganisme patogen yang dapat menyebabkan penyakit pada manusia. Selain kalsium oksalat,



daun talas juga mengandung beberapa nutrisi seperti mineral, vitamin seperti kalsium, fosfor, zat besi, vitamin C, tiamin, riboflavin dan niacin.

Menurut Fadlila (2015) kandungan oksalat di dalam talas dapat dikurangi dengan berbagai macam cara sehingga talas aman untuk dikonsumsi. Salah satu cara untuk mengurangi kadar oksalat adalah dengan merendam talas dalam larutan garam, yaitu merendam talas dalam larutan NaCl 1% selama 20 menit yang dilanjutkan dengan pencucian. Garam (NaCl) yang dilarutkan di dalam air akan terurai menjadi ion Na^+ dan Cl^- . Kalsium oksalat (CaC_2O_4) di dalam air akan terurai menjadi ion Ca^{2+} dan $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$. Na^+ yang bermuatan positif akan mengikat $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ yang bermuatan negatif sehingga membentuk senyawa natrium oksalat ($\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$). Begitu pula sebaliknya, ion Cl^- akan mengikat Ca^{2+} dan membentuk senyawa kalsium diklorida (CaCl_2). Kedua senyawa ini bersifat larut dalam air. Setelah perendaman, talas harus dicuci untuk menghilangkan sisa garam mineral dan endapan yang mungkin masih menempel pada talas.

2.4. Fermentasi

Menurut Ray dan Saha (2011) fermentasi adalah proses yang sederhana dan dapat meningkatkan kandungan gizi suatu bahan melalui sintesis mikroba. Fermentasi dalam organisme dapat menurunkan gizi serat kasar yang tinggi dari suatu bahan. Serat kasar itu terutama terdiri dari karbohidrat yang tahan terhadap enzim pencernaan.

Menurut Melati (2010) fermentasi adalah proses yang mudah dan sederhana dalam mengolah bahan. Macam-macam proses fermentasi dengan bantuan enzim dari mikroba sehingga terjadi perubahan kimia pada bahan organik dengan melakukan oksidasi, reduksi, hidrolisa. Mikroba yang banyak digunakan dalam proses fermentasi antara lain seperti kapang, bakteri, khamir, dan ganggang. Di dalam



proses fermentasi dapat meningkatkan gizi protein, menurunkan serat kasar dan megurai karbohidrat kompleks dalam cara dan dosis yang sesuai. Proses fermentasi bahan pakan juga dapat meningkatkan gizi di dalam pakan daripada bahan asalnya.

Menurut Putri (2012) prinsip kerja dalam proses fermenasi adalah memecah bahan yang tidak dapat dicerna menjadi gula sederhana yang mudah dicerna dengan bantuan mikroba. Dengan proses fermentasi dapat meningkatkan kualitas bahan pakan yang digunakan sebagai campuran pakan ikan sehingga pertumbuhan ikan juga meningkat. Seperti contohnya, *Trichoderma sp.* pada proses fermentasi dapat menurunkan kandungan gizi serat kasar dari daun lamtoro sehingga dapat digunakan sebagai alternative bahan pakan ikan dalm formulasi yang dapat meningkatkan produktivitas budidaya perikanan.

Fermentasi ialah proses terjadinya pemecahan struktur yang kompleks menjadi sederhana sehingga membuat daya cerna suatu bahan menjadi lebih efisien. Pada proses fermentasi diperlukan *stater* sebagai perombak. *Stater* merupakan mikrobiotik yang dapat meningkatkan mutu dari bahan. Salah satu *stater* adalah dari jenis kapang yaitu *Trichoderma* ataupun *Aspergillus*. *Trichoderma viride* dapat meningkatkan pencernaan suatu bahan, dimana peningkatan pencernaan ini disebabkan oleh aktivitas selulolitik dari *Trichoderma viride*. *Trichoderma viride* ini berperan mendekomposisi liganoselulosa yang dapat meningkatkan nutrisi dan pencernaan suatu bahan dengan lama waktu fermentasi selama 4 - 7 hari pada kondisi tertutup (Supriyanti, 2010).

Menurut Puspitasari dan Sidik (2009) didalam proses fermentasi diperlukan substrat yang memiliki harga yang murah, mudah tersedia, dan penggunaanya yang efisien. Selain substrat, diperlukan juga sumber energi yang digunakan dalam fermentasi yaitu : sumber karbon (seperti karbohidrat, lipid, dan protein) dan sumber



nitrogen (inorganik dan organik untuk memenuhi kebutuhan mikroorganisme). Dalam proses fermentasi juga terdapat tahapan-tahapan pertumbuhan mikroorganisme yang terdiri dari 4 tahapan utama yaitu :

1. Lag Phase (Fase Adaptasi), dimana pada saat ini posisi pertumbuhan lambat dan cenderung mikroba beradaptasi menyesuaikan lingkungan yang baru.
2. Exponential / Logarithmic Phase (Fase Pertumbuhan).
3. Stationary Phase (Fase stationer / Fase dimana kematian seimbang dengan Pertumbuhan
4. Death Phase (Fase Kematian) Kematian lebih besar daripada pertumbuhan.

2.5 Peranan *Trichoderma Viride* sebagai Stater

Trichoderma viride merupakan stater yang digunakan dalam proses fermentasi. *Trichoderma viride* ini dapat meningkatkan kandungan protein kasar dalam bahan. Penggunaan *Trichoderma viride* pada fermentasi sebagai upaya peningkatan nutrisi kulit pisang khususnya untuk meningkatkan kandungan protein kasar dan menurunkan kandungan serat kasar sebagai alternatif pakan dalam formulasi dalam pakan ikan untuk menunjang produktivitas budidaya ikan. *Trichoderma viride* mampu memproduksi beberapa enzim. Salah satunya enzim protease yang mampu memecah protein menjadi polipeptida yang lebih sederhana dan dipecah lagi menjadi asam amino sehingga asam amino tersebut dapat dimanfaatkan mikroba untuk memperbanyak diri. Meningkatnya jumlah koloni mikroba selama fermentasi juga dapat meningkatkan protein kasar suatu bahan karena mikroba ini adalah sumber protein sel tunggal. Protein sel tunggal adalah protein kasar murni yang berasal dari mikroorganisme bersel satu / banyak yang sederhana (Nurhajati *et al.*, 2011).



Menurut Gunam (2011) *Trichoderma viride* adalah kapang berfilamen yang sangat dikenal sebagai organisme selulolitik dan menghasilkan enzim-enzim selulolitik, termasuk enzim selobiohidrolase, endoglukanase dan β -glukosidase.

Selain enzim-enzim itu juga didapatkan enzim xyloglukanolitik, yang mana enzim ini akan semakin mempermudah enzim selulolitik dalam memecah selulosa. Bentuk

Trichoderma viride dalam media PDA dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. *Trichoderma viride* dalam media PDA

Sumber : Gusnawaty et al. (2014)

Trichoderma viride juga dapat meningkatkan protein yang disebabkan semakin tinggi substrat dan semakin lama waktu fermentasi maka hidrolisis substrat semakin banyak, sehingga kadar protein semakin meningkat dan hal tersebut menunjukkan selulase yang dihasilkan juga meningkat. Dimana pada konsentrasi substrat 3 % dengan lama fermentasi 7 hari menyebabkan proses pertumbuhan kapang *Trichoderma viride* sudah optimal sehingga protein yang dihasilkan juga meningkat. Meningkatnya protein juga diiringi meningkatnya aktivitas selulase. Semakin tinggi konsentrasi substrat dan semakin lama waktu fermentasi maka kadar protein terlarut yang dihasilkan cenderung meningkat.

Menurut Beldman et al. (2005) *Trichoderma sp.* adalah jamur yang dapat menghasilkan enzim selulase. Didalam enzim selulase terdapat 3 enzim yang



berperan yaitu enzim *endoglukanase*, *eksoglukanase* dan β -*glukanase*. Ketiga enzim ini dapat menghidrolisis selulosa menjadi glukosa. Sehingga dapat menurunkan serat kasar yang dikandung.

Menurut Setyawan (2007) *Trichoderma sp.* menghasilkan enzim selulosa lebih banyak dan enzim selulase yang dihasilkan secara bersama-sama menguraikan selulosa menjadi glukosa. *Trichoderma sp.* adalah enzim selulase kompleks yang mempunyai kemampuan untuk menghidrolisa total selulosa murni yang tidak larut menjadi glukosa. Kemudian ikatan hemiselulosa yang terdapat dalam substrat mudah didegradasi sehingga dapat menurunkan kandungan serat kasar.

Menurut Lars dan Pettersson (2003) kultur dari *Trichoderma viride* adalah mikroorganisme selulolitik yang dapat menurunkan serat kasar. Ada tiga enzim yang terlibat didalamnya yaitu *endoglukanase*, *eksoglukanase* dan β -*glukanase*.

Dijelaskan pula oleh Putri (2012) *Trichoderma sp.* adalah mikroorganisme selulolitik yang dapat memproduksi enzim selulase yang dapat mendegradasi selulase dikarenakan mikroorganisme ini mampu memproduksi enzim selulase yang lengkap dengan beberapa komponen penting yang dibutuhkan dalam proses degradasi selulase. Enzim selulase yang dihasilkan terdiri dari :

- a. Endoselulase adalah enzim yang akan memecah selulosa secara acak menjadi selulo-oligosakarida / selulodekstrin.
- b. Eksoselulase adalah enzim yang akan memecah selulo-oligosakarida menjadi selulobisa yang nantinya akan dipecah lagi menjadi glukosa.

2.6 Enzim Selulase

Menurut Safaria (2013) enzim selulase diperoleh dari campuran enzim *endoglukanase*, *eksoglukanase* dan β -*glukosidase*. Selulase dapat diproduksi oleh



jamur, bakteri, tumbuhan, dan ruminansia. Salah satu mikroorganisme utama yang dapat memproduksi selulase adalah kapang atau jamur seperti *Trichoderma sp.* dan *Aspergillus*. Enzim selulase adalah enzim ekstraseluler yang diproduksi di luar sel mikroorganisme selulolitik. Interaksi antara substrat selulosa (S) dan enzim selulase (E) akan membentuk kompleks enzim substrat (ES) dan menghasilkan glukosa (P) sebagai produk akhir sesuai dengan reaksi berikut (Gambar 4):

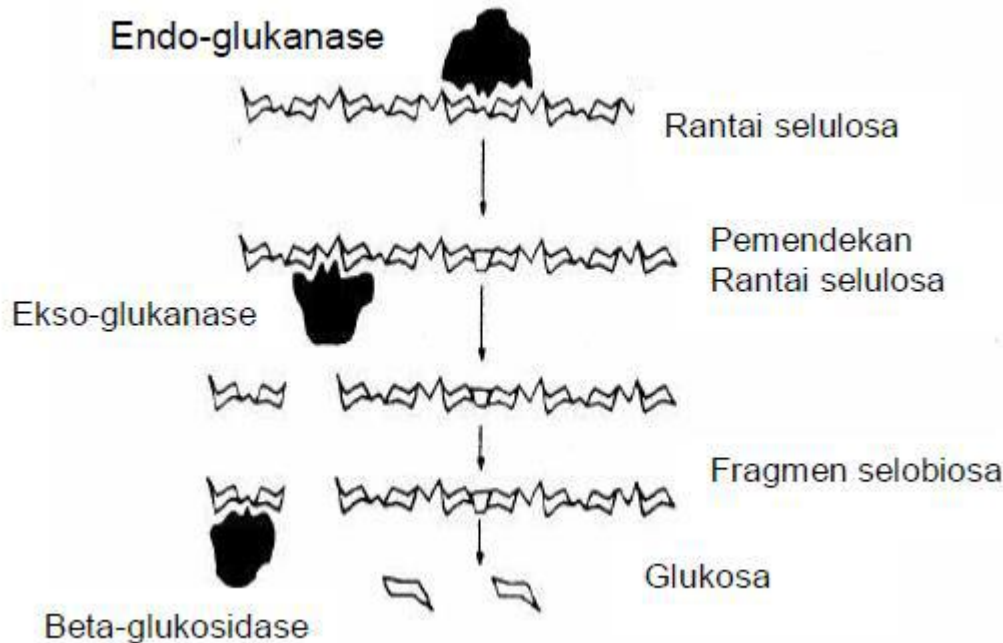


Keterangan : E = enzim selulase, S = substrat selulosa, ES = enzim substrat dan P = glukosa

Gambar 4. Proses interaksi antara substrat selulosa dan enzim selulase

Sumber : Safaria (2013)

Enzim Selulolitik bekerja secara sinergis untuk menghasilkan glukosa melalui hidrolisis. Enzim selulolitik merupakan enzim yang terdiri dari endo- β -1,4-glukanase dan ekso-1,4-glukanase dan β -glukosidase memotong ikatan rantai dalam selulosa menghasilkan molekul-molekul selulosa yang lebih pendek. Ekso-1,4-glukanase memotong ujung rantai selulosa menghasilkan molekul selobiosa, sedangkan β -glukosidase memotong molekul selobiosa menjadi dua molekul glukosa. Mekanisme hidrolisis selulosa dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Mekanisme hidrolisis selulosa

Sumber: Safaria (2013)

Tiga komponen enzim selulase yang berperan penting dalam penguraian selulosa adalah *endo-β-D-1,4-glukanase* (CMCase), *ekso-β-D-1,4-glukanase* (*selobiohidrolase*) dan *β-D-1,4-glukosidase*. Penggunaan ketiga komponen tersebut didalam proses penguraian tergantung pada jenis mikroianya. *β-D-1,4-glukosidase* umumnya bersifat ekstraselular pada kapang tidak pada bakteri. Aktivitas penguraian selulosa pada enzim ekstraselular fungi juga umumnya dilakukan dengan penentuan *filter paper activity* (Ketaren, 2003).

2.7 Kecernaan Pakan Pada Ikan Lele (*Clarias gariepinus*)

Menurut Sepiana *et al.* (2013) pencernaan merupakan bagian pakan yang dikeluarkan dan tidak dikeluarkan melalui feses. Banyaknya komposisi nutrisi dari bahan dan energy yang digunakan oleh ikan dapat mempengaruhi nilai pencernaan pakan. Tingkat pencernaan pakan terbagi menjadi pencernaan total dan protein. Pada



kecernaan total dapat dilihat semakin besar ukuran ikan maka kecernaan komponen seratnya semakin baik. Sedangkan kecernaan protein dapat dilihat seiring dengan proporsi tepung ikan yang digunakan pada formulasi pakan. Untuk pengukuran tingkat kecernaan dengan menggunakan metode tidak langsung yaitu menambahkan indikator dalam pakan Cromium Oxide (Cr_2O_3).

Daya cerna pakan yang tinggi dapat menyebabkan semakin tingginya nutrisi yang tersedia pada pakan yang akan digunakan oleh tubuh ikan. Semakin tinggi hal tersebut maka protein tubuh dan pertumbuhan ikan juga meningkat. Hal ini disebabkan adanya aktivitas bakteri yang terdapat pada pakan yang menciptakan suasana asam pada pencernaan ikan dan membuat sekresi enzim menjadi lebih cepat sehingga mengakibatkan peningkatan kecernaan pakan (Aryani *et al.*, 2016).

Kecernaan merupakan selisih antara nutrisi yang terkandung didalam ransum yang dikonsumsi dikurangi dengan nutrisi yang dikeluarkan dalam feses.

Kecernaan biasanya dinyatakan berdasarkan bahan kering dalam bentuk persen.

Pengukuran kecernaan merupakan usaha menentukan jumlah nutrisi yang diserap didalam saluran pencernaan yang mana pengukurannya ada 2 cara yaitu dengan cara *in vivo* dan *in vitro*. Pengukuran kecernaan secara *in vivo* dengan menggunakan hewan percobaan sedangkan *in vitro* dengan meniru proses pencernaan yang terjadi dalam saluran pencernaan ternak (Wulandari *et al.*, 2013).

Kecernaan pakan adalah salah satu indikator yang dapat digunakan untuk menilai tingkat efisiensi pakan yang diberikan kepada ikan. Semakin tinggi kecernaannya maka juga semakin tinggi tingkat efisiensi pemanfaatan pakan oleh ikan lele. Semakin banyak nutrisi pakan yang dimanfaatkan oleh ikan juga berdampak pada semakin besarnya nilai kecernaan suatu pakan. Sehingga respon



ikan terhadap pakan semakin baik dan pertumbuhan ikan tersebut juga menjadi lebih cepat (Amanta, 2012).

Kecernaan pakan meliputi pencernaan bahan-bahan pakan antara protein, lemak, karbohidrat dan serat kasar. Kecernaan hubungannya dengan laju pakan, semakin cepat ransum meninggalkan saluran pencernaan maka semakin sedikit pula protein yang dapat diserap oleh tubuh. Keadaan ini menyebabkan enzim pencernaan kurang optimal mencerna nutrisi-nutrisi karena tidak terlalu cukup waktu (Setyanto *et al.*, 2012).

2.8 Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Ikan Lele (*Clarias gariepinus*)

Tingkat kelangsungan hidup ikan yang rendah juga mempengaruhi tingginya mortalitasnya. Hal itu dikarenakan ikan mengalami kelaparan, akibat tidak tepenuhnya energi untuk pertumbuhan dan mobilitas karena kandungan gizi pakan yang tidak mencukupi sebagai sumber energi. Akan tetapi hal ini dapat diatasi dengan pemberian pakan yang tepat dari segi ukuran, jumlah, dan kandungan gizi dari pakan yang diberikan. Tingkat kelangsungan hidup ikan lele selama masa pemeliharaan berkisar antara 53 % - 80 %. Apabila selama pemeliharaan terjadi kematian, hal itu dikarenakan stress akibat belum dapat beradaptasi dengan wadah pemeliharaan yang baru, dan dikarenakan ukuran dan umur ikan yang masih rentan untuk dapat bertahan hidup dengan baik (Amanta, 2012).

Menurut Arini *et al.* (2013) pertumbuhan terjadi dikarenakan kelebihan energi setelah energi yang digunakan untuk pemeliharaan tubuh, metabolisme basal, dan aktivitas. Pertumbuhan pada ikan dipengaruhi dari pakan yang diberikan. Pakan yang tercerna dengan baik menghasilkan pasokan energi yang digunakan untuk *maintenance* dan aktivitas tubuh, sehingga kelebihan energi yang digunakan untuk pertumbuhan.



2.9 Kualitas Air untuk Pembesaran Ikan Lele (*Clarias gariepinus*)

Menurut Amanta (2012) pemeliharaan benih ikan lele dumbo tentang pertumbuhan panjang dan bobot akan dipengaruhi oleh kualitas air. Parameter kualitas air yang diamati mencakup suhu, pH, dan DO. Berikut data kualitas air yang diamati selama masa pemeliharaan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Kualitas Air Ikan Lele Selama 30 Hari

Kualitas Air	Kisaran Normal	Pustaka
Suhu	25 - 27°C	
pH	6,5 - 7,5	Amanta (2012)
DO	6 - 8 mg/l	

Pakan yang terakumulasi di dalam wadah akuarium, akan menyebabkan kadar oksigen terlarut menurun. Pakan yang tersisa akan mengendap di dasar akuarium, maka perlu dilakukan kegiatan penyifonan untuk mencegah berkembangnya penyakit dan menjaga kondisi kualitas air tetap stabil. Penurunan kualitas air juga dapat diakibatkan karena jumlah pakan yang diberikan berlebihan sehingga mengakibatkan pakan tersisa dan tidak termakan oleh ikan. Dengan itu perlu dilakukan pergantian air media secara menyeluruh setiap pengamatan agar dapat mengurangi zat-zat yang bersifat toksik bagi pemeliharaan.

Menurut Mulia *et al.* (2015) parameter kualitas air diukur untuk mengetahui kondisi air tempat lele dumbo dipelihara. Umumnya, kondisi perairan sangat berpengaruh terhadap kehidupan ikan, termasuk pertumbuhan bahkan system imun. Parameter berupa suhu air, pH, dan oksigen terlarut diamati setiap hari sampai akhir penelitian. Suhu air berkisar antara 26- 27°C, pH berkisar 7,6-7,8 dan oksigen terlarut berkisar 7,0-7,9 ppm. Suhu tersebut merupakan suhu yang normal dan baik untuk pertumbuhan lele dumbo karena suhu optimal untuk lele dumbo adalah kisaran



25- 30°C. pH optimum untuk pertumbuhan lele dumbo adalah 6,5-8, dan oksigen terlarut minimal 3 ppm.

Menurut Taqwa (2015) nilai oksigen terlarut yang didapat berada di bawah kisaran yang ideal yakni 3,37-3,38 mg.L⁻¹ dan 3,46-4,21 mg.L⁻¹. Nilai kisaran amonia dari hasil pengamatan ini masih memenuhi kisaran yang layak untuk pemeliharaan ikan lele dumbo yaitu kurang dari 1 mg.L⁻¹. Nilai amonia dengan angka yang cukup tinggi terjadi diduga karena pada saat akhir pemeliharaan, air yang digunakan belum diganti dan adanya pengaruh berupa kontaminasi amonia melalui resapan dari dalam tanah ke kolam pemeliharaan, yang berasal dari sisa pupuk (pemupukan) di kawasan kebun sayuran di dekat lingkungan kolam pemeliharaan. Secara keseluruhan dari hasil pengamatan parameter kualitas air selama pemeliharaan mampu mendukung pertumbuhan ikan lele dumbo dengan nilai konversi pakan yang cukup baik dan tingkat kelangsungan hidup diatas 95%.



3. KERANGKA KONSEP PENELITIAN

3.1. Landasan Teori

Menurut Elphawati *et al.* (2015) ikan lele (*Clarias gariepinus*) merupakan salah satu ikan air tawar yang banyak dikonsumsi dan dibudidayakan di Indonesia. Ikan lele memiliki banyak kelebihan yang diantaranya mudah diolah, banyak disukai konsumen, memiliki kandungan protein yang tinggi, dan waktu pertumbuhan yang relatif cepat. Dengan tingginya permintaan pasar membuat pembudidaya banyak membudidayakan ikan lele tersebut. Keberhasilan dalam membudidayakan ikan lele (*Clarias gariepinus*) tergantung pada ketersediaan pakan yang berkualitas.

Menurut Hasrah *et al.* (2016) dalam memenuhi ketersediaan pakan yang berkualitas, pakan ikan harus memiliki kandungan gizi yang baik dan dapat menunjang dalam pertumbuhan ikan. Pakan yang memiliki kandungan gizi tinggi, berkualitas baik, kuantitas, ukuran dan bentuk yang sesuai dengan kebutuhan ikan. Pakan yang berkualitas juga berperan sebagai sumber energi yang mampu meningkatkan daya cerna ikan sehingga pertumbuhannya optimal. Oleh karena itu, para pembudidaya harus memperhatikan setiap bahan yang digunakan dalam formulasi pakannya dari segi ekonomis, kandungan gizi dan ketersediaan bahan untuk meningkatkan efisiensi pakan.

Salah satu yang diperhatikan pembudidaya dalam formulasi pakan yaitu kandungan gizi. Selama ini, pakan ikan yang memiliki kandungan protein yang tertinggi biasanya diperoleh dari tepung ikan. Akan tetapi harga tepung ikan yang relatif mahal membuat pembudidaya kesulitan untuk mengaplikasikannya dalam formulasi pakan. Oleh karena itu, perlu adanya pakan yang berbahan baku lebih



murah dan mudah diperoleh. Alternatif pengganti tepung ikan tersebut salah satunya adalah dari tepung daun talas (*Colocasia esculenta* L.).

Daun talas (*Colocasia esculenta* L.) selama ini belum banyak dimanfaatkan dan hanya dijadikan limbah dari pengolahan umbi talas, sedangkan kandungan protein daun talas lebih tinggi dibandingkan dengan umbinya. Pada umbi talas kandungan protein 1,5 %, lemak 0,30 %, karbohidrat 28,20 %, abu 0,80 % dan air 69,20 %. Sedangkan pada daun talas dalam bahan kering 86,94 %, kandungan proteinnya mencapai 16,48%, serat kasar 17,33%, lemak 4,30% dan abu 18,37 %. Selain itu, untuk menghasilkan tepung daun talas sebanyak 1 kg maka dibutuhkan daun talas sebanyak 9-10 kg (Aliyani, 2002).

Tepung daun talas yang mempunyai kandungan serat kasar sebesar 17,33% tidak dapat memenuhi kebutuhan nutrisi ikan lele (*Clarias gariepinus*). Hal ini diperkuat dengan penjelasan Abidin (2015) bahwa pada ikan lele (*Clarias gariepinus*) pertumbuhannya akan terhambat jika diberi pakan yang mengandung serat kasar lebih dari 3-10% dan umumnya diperoleh dari bahan baku tumbuhan. Perbedaan serat kasar dalam pakan akan mempengaruhi pencernaan, karena serat kasar dapat menghambat kerja enzim pencernaan. Sehingga pencernaan pakan ikan dalam metabolisme ikan dapat terhambat.

Salah satu upaya untuk mengurangi kadar serat kasar dalam tepung daun talas (*Colocasia esculenta* L.) agar dapat memenuhi kebutuhan nutrisi pakan ikan lele (*Clarias gariepinus*) adalah melalui proses fermentasi yang memanfaatkan mikroorganisme. Fermentasi yaitu suatu proses yang dapat menyebabkan sejumlah protein, karbohidrat dan lemak dipecah menjadi fraksi yang lebih kecil sehingga pencernaan dan penyerapan zat-zat gizi tersebut lebih mudah. Bahan pakan yang



mengalami fermentasi mempunyai nilai gizi yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan bahan asalnya (Liwe et al., 2014).

Fermentor yang digunakan untuk fermentasi daun talas adalah *Trichoderma viride*. Penggunaan *Trichoderma viride* dalam fermentasi mampu memberikan hasil lebih baik dalam pakan yaitu dapat meningkatkan protein kasar dan menurunkan serat kasar dari suatu bahan. Menurut Ainun (2011) *Trichoderma viride* dapat menurunkan serat kasar pada perlakuan 3 % kultur *Trichoderma viride* didapatkan penurunan serat kasar 6,97 % dari kandungan awal serat kasar 15,69%. Berdasarkan hal tersebut, perlu dilakukan penelitian penggunaan kapang *Trichoderma viride* pada proses fermentasi tepung daun talas (*Colocasia esculenta* L.) sebagai alternatif bahan pakan dalam formulasi pakan ikan untuk menunjang produktivitas budidaya ikan lele (*Clarias gariepinus*).

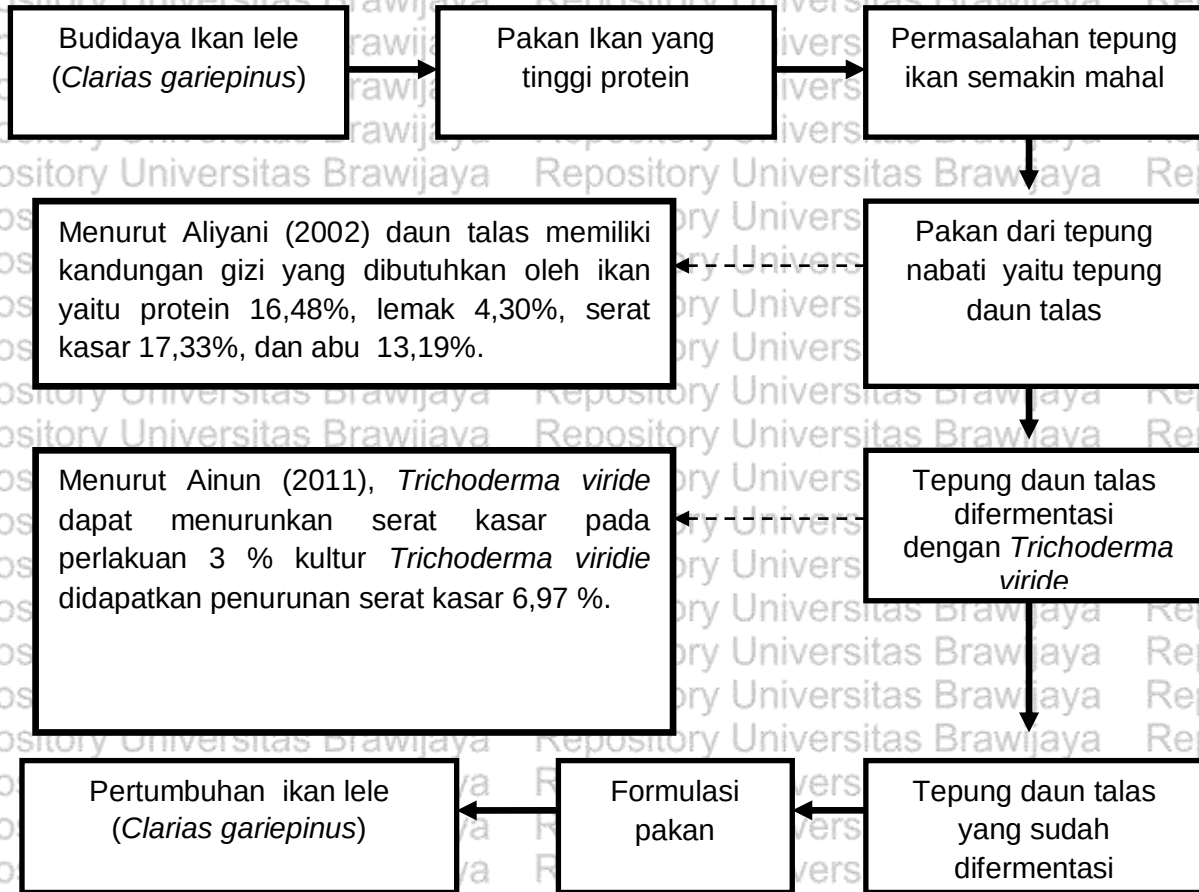
Selanjutnya tepung daun talas (*Colocasia esculenta* L.) terfermentasi *Trichoderma viride*. akan digunakan sebagai pakan bahan formulasi pakan ikan lele (*Clarias gariepinus*) sehingga menunjang pertumbuhan ikan lele (*Clarias gariepinus*) berdasarkan kelulushidupan, laju pertumbuhan spesifik, rasio konversi pakan, rasio efisiensi protein, retensi protein, retensi energi dan daya cerna protein ikan lele (*Clarias gariepinus*) terbaik.

3.2 Kerangka Konsep Penelitian

Berdasarkan landasan teori yang telah dijelaskan, maka pemanfaatan tepung daun talas terfermentasi *Trichoderma viride* dalam pakan ikan lele (*Clarias gariepinus*) sebagai bahan baku untuk menyediakan kebutuhan gizi dalam pakan.

Penelitian ini dilakukan untuk mengkaji penurunan serat kasar dengan fermentasi serta substitusi tepung daun talas (*Colocasia esculenta* L.) terfermentasi sebagai pengganti tepung ikan dalam formulasi pakan ikan lele (*Clarias gariepinus*). Variabel

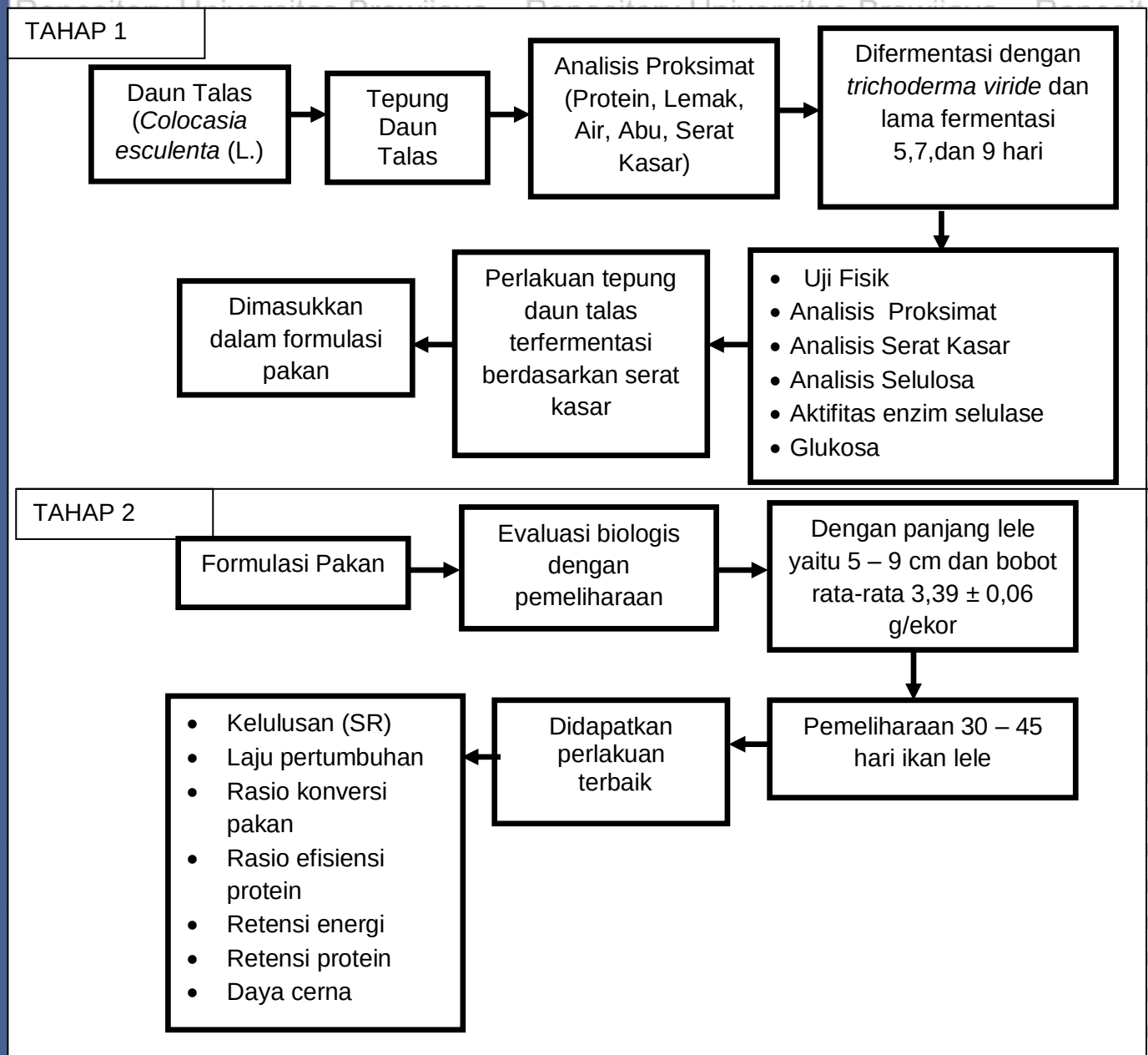
penelitian adalah pertumbuhan ikan, pencernaan protein dan efisiensi pakan ikan lele (*Clarias gariepinus*) serta hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 6. sebagai berikut :



Gambar 6. Kerangka konsep penelitian

3.3 Kerangka Operasional Penelitian

Kerangka operasional terdiri dari 2 tahapan yang akan dilakukan selama penelitian. Tahap pertama yaitu tepung daun talas yang difermentasi *trichoderma viride*. Tahapan kedua yaitu evaluasi biologis ikan lele (*Clarias gariepinus*). Kerangka operasional penelitian dapat dilihat pada Gambar 7. sebagai berikut:



Gambar 7. Kerangka operasional penelitian

3.4. Hipotesis

Hipotesis penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Diduga lama waktu fermentasi terbaik tepung daun talas yang terfermentasi kapang *Trichoderma viride* berpengaruh terhadap penurunan serat kasar



berdasarkan uji fisik, analisis proksimat, aktivitas enzim selulase, analisis selulosa dan analisis glukosa.

- Diduga konsentrasi pemberian tepung daun talas (*Colocasia esculenta* L.) terfermentasi kapang *Trichoderma viride* dalam formulasi pakan berpengaruh terhadap pertumbuhan berdasarkan kelulushidupan, laju pertumbuhan spesifik, rasio konversi pakan, rasio efisiensi protein, retensi protein, retensi energi dan daya cerna pada ikan lele (*Clarias gariepinus*).

3.5. Strategi Publikasi

Publikasi karya ilmiah merupakan tahapan setelah pelaksanaan penelitian.

Publikasi dipersyaratkan pada Pelaksanaan Kurikulum Program Magister Budidaya

Perairan Fakultas Kelautan dan Perikanan Universitas Brawijaya adalah Jurnal

Nasional terakreditasi dan Jurnal Internasional.

Tabel 6. Strategi Publikasi

No.	Judul	Bulan	Jurnal
1.	<i>The crude protein and fiber in taro leaf flour fermented by trichoderma viride as catfish feed</i>	Desember 2018	International Journal of Russian Agricultural and Socio-Economic Sciences (RJOAS)



4. METODE PENELITIAN

4.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan di :

1. Laboratorium Kimia Terpadu Institut Pertanian Bogor : untuk analisa asam amino.
2. Laboratorium Ilmu Teknologi Hasil Perikanan Divisi Perikanan Hasil Perikanan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya untuk analisa proksimat.
3. Laboratorium Nutrisi Ternak, Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya untuk analisa serat kasar dan analisa proksimat.
4. Laboratorium Budidaya Perairan Divisi Penyakit dan Kesehatan Ikan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya untuk fermentasi tepung daun talas.
5. Laboratorium Budidaya Perairan Divisi Reproduksi Ikan; Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya untuk percobaan uji biologis formulasi pakan terhadap ikan lele.
6. UPT Layanan Analisis dan Pengukuran Jurusan Kimia FMIPA Universitas Brawijaya untuk analisa selulosa, glukosa dan aktivitas enzim selulase.
7. Laboratorium Pusat Penelitian Biologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) untuk pengambilan *Trichoderma viride*.

4.2 Alat dan Bahan Penelitian

4.2.1 Alat dan Bahan Pembuatan Pakan

Formulasi pakan percobaan ikan lele (*Clarias gariepinus*) tersusun dari tepung daun talas, tepung dedak, tepung jagung, tepung ikan, tepung kedelai, tapioka, vitamin mineral mix, Cr_2O_3 dan *carboxyl methyl cellulose* (CMC). Semua



bahan dicampur hingga homogen dan dibentuk dalam bentuk pellet dengan isoprotein 30,22 % dan isoenergi 3.600 kkal/kg.

4.2.2 Alat dan Bahan Uji Biologis

Uji biologis pakan menggunakan benih ikan lele sebagai ikan uji. Benih yang digunakan berasal dari balai Punten di Batu. Berat awal ikan yang diseleksi adalah 5-9 gram dan bobot rata-rata $3,39 \pm 0,06$ g/ekor. Ikan dipelihara selama 30-45 hari dalam akuarium yang berukuran $30 \times 30 \times 20$ cm³ yang dilengkapi aerator dan heater dan diberi pakan uji secara *satiation*. Pengamatan pertumbuhan ikan dilakukan selama 30 – 40 hari. Pakan yang digunakan berupa tepung pelet berukuran 0,5 mm dengan pemberian pakan dilakukan secara *at satiation* pada pagi, siang dan sore hari. (Arini et al., 2013).

4.2.3 Alat dan Bahan Analisis Komposisi Kimia

Analisis komposisi kimia bahan pakan dan ikan terdiri dari kadar air, kadar abu, kadar protein, kadar lemak dan serat kasar menurut Gunawan dan Munawwar (2015).

a. Analisis Kadar Air

Alat yang digunakan adalah: cawan porselen, oven 105°C, eksikator (silica gel), penjepit dan timbangan analitis.

b. Analisis Kadar Abu

Alat yang digunakan adalah aluminium disk atau cawan porselen, tanur 550-600°C, eksikator (silica gel), kompor listrik, penjepit, pensil sebagai penanda dan timbangan analitis. Bahan yang digunakan adalah bahan uji yang akan di analisis.

c. Analisis Kadar Protein

Alat-alat yang akan digunakan adalah timbangan analitis, tabung reaksi, pipet, tabung kjedahl, rak desktruksi, stopwatch, vapodest, erlenmeyer 250 ml,



buret, statif dan klem. Bahan yang digunakan adalah tablet kjedahl, 40% NaOH, 96% H₂SO₄, Methyl orange, aquades, 4% asam boraks.

d. Analisis Kadar Lemak

Alat-alat yang digunakan adalah Soxhlet, labu ether, oven, timbangan, desikator, selang dan keran. Bahan-bahan yang digunakan adalah petroleum ether, kapas, kertas saring dan air.

e. Analisis Serat Kasar

Alat – alat yang digunakan dalam analisis ini adalah timbangan analitis, beaker glass khusus untuk serat kasar, alat untuk mendidihkan, cawan filtrasi (crusible) serta alat fitrasinya, desikator (silika gel biro), pompa vacuum, oven 140°C dan tanur 550-660°C. Bahan – bahan yang digunakan dalam analisis ini adalah H₂SO₄ 0,3 N, NaOH, etanol dan aquadest panas.

4.2.4 Alat dan Bahan Analisis Kualitas Air

Analisis kualitas air dilakukan dengan in situ yang menggunakan alat yaitu : thermometer, pH meter, DO meter dan NH₃ test kit.

4.2.5 Alat dan Bahan Analisis Fermentasi

Alat yang digunakan dalam fermentasi yaitu timbangan analitik, nampan, autoklaf, jarum ose, bunsen, *haemocytometer*, mikroskop, pipet tetes, tabung reaksi, laminar flow, *plastic wrap*, saringan 2 mm dan oven. Bahan yang digunakan adalah *Trichoderma viride* , aquades, *Potato Dextrose Agar* (PDA) dan tepung daun talas (*Colocasia esculenta* L.).

4.2.6 Alat dan Bahan Aktifitas Enzim Selulase

Alat yang digunakan dalam pengujian aktifitas enzim selulase yaitu sentrifuse, spektrofotometri, tabung reaksi dan vortex. Bahan yang akan digunakan adalah larutan DNS, eosin, HCL, NaOH, Nelson somogi, arsenomolibdat dan isolat yang digunakan.



4.2.7 Alat dan Bahan Analisis Glukosa

Alat yang digunakan dalam pengujian aktifitas enzim selulase yaitu waterbath, spektrofotometri dan tabung reaksi. Bahan yang akan digunakan adalah larutan nelson, larutan arsenomolibdat dan isolat yang digunakan.

4.2.8 Alat dan Bahan Analisis Cr_2O_3 Pakan dan Feses

Alat yang digunakan dalam pengujian analisis Cr_2O_3 pakan dan feses yaitu labu kjehldalh, lemari destruksi, gelas ukur dan spektrofotometer. Bahan yang akan digunakan adalah asam nitric dan asam perklorat.

4.2.9 Alat dan Bahan Analisis Asam Amino

Alat yang digunakan dalam pengujian analisis asam amino yaitu vortex, filter crucible, labu ukur, pipet, oven dan HPLC. Bahan yang akan digunakan adalah HCL, Akubides, AccQ dan flour borate.

4.3 Metode Penelitian

Metode yang digunakan adalah dengan eksperimen dimana metode ini untuk melihat hubungan antara variabel terikat dan variable bebas. Penelitian yang bersifat eksperimen dilakukan skala laboratorium untuk meminimalisir pengaruh dari luar.

4.4 Tahapan Penelitian

Eksperimen ini dibagi menjadi 2 tahap yaitu tahap 1 (peneitian pendahuluan) dan tahap 2 (penelitian inti).

Tahap 1

Penelitian tahap 1 yaitu pembuatan tepung daun talas (*Colocasia esculenta* L.) yang kemudian diuji analisis proksimat (protein, lemak, abu, dan serat kasar).

Kemudian tepung daun talas (*Colocasia esculenta* L.) difermentasi dengan menggunakan *Trichoderma viride*. Kapang hasil peremajaan disuspensikan dalam 105 ml *Malt Ekstrak Broth* (MEB) untuk mendapatkan larutan spora dengan konsentrasi 10^6 konidia per ml. Pada konsentrasi tersebut kepadatan



spora yang terbaik dan banyak digunakan sebagai inokulum untuk genus *Trichoderma*. Selanjutnya difermentasi dengan lama fermentasi 5, 7 dan 9 hari. Menurut Gunam (2011) konsentrasi 3 % dan lama fermentasi 7 hari maka akan membuat pertumbuhan kapang *Trichoderma viride* menjadi optimal, sehingga kemampuan untuk menghasilkan selulase menjadi meningkat. Aktivitas maksimal filter paperase diperoleh setelah fermentasi selama 7 hari. Proses fermentasi dilakukan di laboratorium budidaya perairan divisi penyakit dan kesehatan ikan. Selanjutnya setelah tepung daun talas (*Colocasia esculenta L.*) terfermentasi *Trichoderma viride* dilakukan uji fisik, analisis proksimat, analisis serat kasar, aktifitas enzim selulase, analisis selulosa dan glukosa. Analisis proksimat dan serat kasar dilakukan di laboratorium Nutrisi Ternak Fakultas Peternakan. Analisis aktifitas enzim selulase, analisis selulosa dan glukosa dilakukan di laboratorium Layanan Analisa dan Pengukuran Jurusan Kimia FMIPA, dan uji lanjutan analisis asam amino dilaksanakan di Laboratorium Kimia Terpadu Institut Pertanian Bogor.

Tahap 2

Uji biologis adalah percobaan pemberian pakan yang mengandung protein tepung daun talas (*Colocasia esculenta L.*) terhadap pertumbuhan ikan lele (*Clarias gariepinus*). Formulasi pakan terdiri dari bahan utama tepung daun talas, tepung dedak, tepung jagung, tepung ikan, tepung kedelai, tapioka, vitamin mineral mix, Cr_2O_3 dan *carboxyl methyl cellulose* (CMC). Bahan utama dan bahan pelengkap dicampur hingga menjadi pakan sesuai dengan kebutuhan nutrisi ikan lele (*Clarias gariepinus*) dengan perbandingan konsentrasi protein hewani : protein nabati yaitu 52 % : 48 %. Perbandingan konsentrasi protein tepung daun talas (*Colocasia esculenta L.*) adalah sebagai berikut :

- A : Perlakuan dengan substitusi 0 % protein tepung daun talas (*Colocasia esculenta L.*) terhadap protein tepung ikan.



- B : Perlakuan dengan substitusi 5 % protein tepung daun talas (*Colocasia esculenta* L.) terfermentasi *Trichoderma viride* terhadap protein tepung ikan.
- C : Perlakuan dengan substitusi 10 % protein tepung daun talas (*Colocasia esculenta* L.) terfermentasi *Trichoderma viride* terhadap protein tepung ikan.
- D : Perlakuan dengan substitusi 15 % protein tepung daun talas (*Colocasia esculenta* L.) terfermentasi *Trichoderma viride* terhadap protein tepung ikan.
- E : Perlakuan dengan substitusi 20 % protein tepung daun talas (*Colocasia esculenta* L.) terfermentasi *Trichoderma viride* terhadap tepung ikan.

Perlakuan percobaan ini dengan 3 kali ulangan dan menempatkan akuarium secara acak. Uji biologis dilaksanakan di Laboratorium Budidaya Perairan Divisi Reproduksi Ikan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya. Data pengamatan diuji secara statistik adalah kelulushidupan, laju pertumbuhan harian, konversi pakan, rasio efisiensi protein, retensi energi, daya cerna ikan lele. Adapun tabel format penelitian dapat pada Tabel 6.

Tabel 6. Format Penelitian

Faktor Konsentrasi Tepung Daun Talas	Ulangan		
	1	2	3
A: 0 %	A1	A2	A3
B: 5 %	B1	B2	B3
C : 10 %	C1	C2	C3
D : 15 %	D1	D2	D3
E : 20 %	E1	E2	E3



4.5 Rancangan Percobaan dan Analisis Data

Rancangan percobaan penelitian pada tahap 2 menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) menggunakan dua perlakuan formulasi pakan, masing-masing perlakuan dengan tiga kali ulangan. Pakan kontrol tanpa penambahan tepung daun talas (*Colocasia esculenta* L.) dibandingkan dengan empat formula pakan dengan penambahan tepung daun talas (*Colocasia esculenta* L.) terfermentasi *Trichoderma viride* yang berbeda. Empat formulasi pakan tersebut, diamati pengaruhnya terhadap kelulushidupan, laju pertumbuhan spesifik, rasio konversi pakan, rasio efisiensi protein, retensi energi, retensi protein dan daya cerna ikan lele yang disebut variable terikat. Komposisi kimia pakan percobaan dan formulasi pakan percobaan ikan lele (*Clarias* sp) dapat dilihat pada Tabel 8 dan 9.

Tabel 8. Komposisi Kimia Bahan Pakan Percobaan

Bahan	Kadar Kering (*)	Protein (*)	Lemak (*)	Abu (*)	Serat Kasar (*)	BETN (**)	Energi (Kkal/G) (***)
Tepung Ikan	85,79	39,50	13,17	24,25	4,63	18,45	3,50
Tepung Jagung	86,46	8,22	4,93	2,09	2,84	81,92	4,05
Tepung Dedak	87,82	10,80	12,27	10,52	11,81	54,60	3,72
Tepung Kedelai	92,98	45,62	27,11	3,50	6,54	17,23	4,95
Tepung Daun Talas	89,07	21,89	6,97	15,40	18,24	37,50	3,00
Tepung Tapioka	89,34	0,25	0,03	0,09	0,43	99,20	3,98

Keterangan :

* : Hasil analisis berdasarkan literatur

** : 100 - protein - lemak - kadar abu - serat kasar

*** : $(4 \times \% \text{protein}) + (9 \times \% \text{lemak}) + (4 \times \% \text{BETN})$ kkal/g


Tabel 9. Formulasi Pakan Percobaan Ikan Lele (*Clarias gariepinus*)

Bahan	Perlakuan (%)				
	A(0)	B(5)	C(10)	D(15)	E(20)
Tepung Ikan	39,78	37,79	35,80	33,82	31,82
Tepung Jagung	8,82	8,82	8,82	8,82	8,82
Tepung Dedak	6,72	6,72	6,72	6,72	6,72
Tepung Kedelai	28,62	28,62	28,62	28,62	28,62
Tepung Daun Talas	0,00	3,59	7,18	10,77	14,36
Tepung Tapioka	5,10	4,03	2,96	1,89	0,82
Vitamin Dan Mineral	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Cr ₂ O ₃	0,50	0,50	0,20	0,50	0,50
Cmc	9,46	8,93	8,70	7,87	7,34
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Hasil Analisis Proksimat					
Protein (%)	29,44	29,51	29,62	29,79	29,86
Lemak (%)	7,94	7,87	7,82	7,78	7,65
Abu (%)	18,64	18,48	18,36	18,23	18,17
Serat Kasar (%)	15,29	15,23	14,98	14,69	14,45
BETN	28,69	28,91	29,22	29,51	29,87
Energi (kkal/g)	303,98	304,51	305,74	307,22	307,77

4.6 Persiapan Penelitian

4.6.1 Persiapan Kultur *Trichoderma viride* (Gunam et al., 2011)

Pembuatan tepung daun talas (*Colocasia esculenta* L.) diawali dengan kultur *Trichoderma viride* terlebih dahulu, prosedur kultur *Trichoderma viride* adalah sebagai berikut :

1. Media PDA ditimbang sebanyak 3,12 gr untuk 4 cawan petri dan ditambahkan 80 ml aquades.
2. Kemudian dimasukkan pada Erlenmeyer 250 ml dan disterilisasi menggunakan autoclave dengan suhu 121⁰C tekanan 1 atm selama 15 – 20 menit
3. Kemudian dinginkan pada suhu ruangan. Setelah itu kapang *Trichoderma viride* diambil menggunakan jarum ose dan ditanam pada media PDA.



4. Diinkubasi selama 4 – 7 hari pada suhu kamar dan diamati pertumbuhannya.

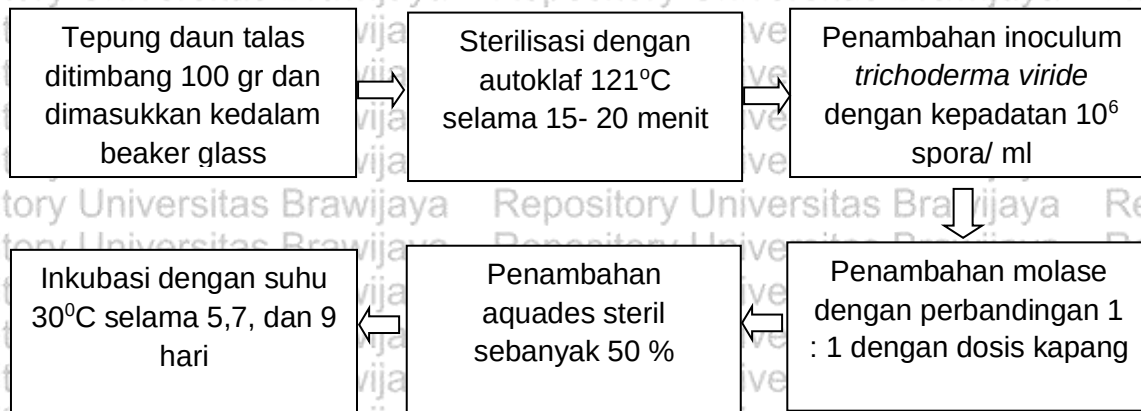
5. Kapang hasil peremajaan ini disuspensikan dalam 105 ml *Malt Ekstrak Broth* (MEB) untuk mendapatkan larutan spora dengan konsentrasi 10^6 konidia per ml.

Menurut Zubaidah dan Widya (2006), perhitungan spora kapang bisa secara mikroskopik yang dilakukan dengan pertolongan kotak-kotak skala pada *haemocytometer*, dimana dalam setiap ukuran skala seluas 1 mm² terdapat 25 buah kotak besar dengan 0.04 mm² dan setiap kotak besar terdiri dari 16 kotak kecil. Tinggi sampel yang terletak diantara *haemocytometer* dan gelas penutup

0,02 mm². Jumlah sel per ml sampel dapat dihitung sebagai berikut :

$$\text{Jumlah sel/ml} = \frac{\text{Jumlah spora rata-rata tiap petak} \times 1000 \times \text{factor pengenceran}}{\text{Luas petak (mm}^2\text{)} \times \text{kedalaman petak (mm}^2\text{)}}$$

Kemudian diberi perlakuan kepadatan dan ditambahkan ke tepung daun talas dan ditambahkan molase dengan perbandingan 1 : 1 terhadap dosis kapang yang diberikan. Lalu diaduk sampai homogen dan ditambahkan air aquades steril hingga kadar air mencapai 50 %. Selanjutnya diletakkan pada beaker glass dan ditutup aluminium foil. Kemudian dilakukan pengamatan lama waktu fermentasi selama 5, 7, dan 9 hari dengan suhu 30°C. Adapun alur pelaksanaan fermentasi dapat dilihat pada Gambar 8 dibawah ini :



Gambar 8. Alur Pelaksanaan Fermentasi

Pengamatan yang dilakukan pada penelitian dalam proses fermentasi ini adalah perubahan tekstur, aroma, jumlah uap air dan pertumbuhan hifa pada fermentasi tepung daun talas yang difermentasi dengan *Trichoderma viride* selama 5, 7 dan 9 hari. Kemudian dibuat scoring untuk menilai tingkat keberhasilan proses fermentasi dalam tiap-tiap perlakuan. Menurut Sukardi dan Purwaningsih (2008) skor dimulai dari 1-4 dengan kriteria tidak baik, kurang baik, baik dan sangat baik dimana semakin besar skor menandakan fermentasi yang dilakukan semakin baik. Pada Tabel 10 berikut merupakan skor media kulit ari kedelai hasil terfermentasi.

Tabel 10. Kriteria Penilaian Uji Fisik Hasil Fermentasi

Nilai skoring	Jumlah gumpalan	Aroma	Jumlah uap air	Jumlah hifa
1 (TidakBaik)	Lembut <10%	Tidak ada aroma >10%	Kering <10%	Tidak ada <10%
2 (KurangBaik)	Ada gumpalan <10 - <25%	Sedikit aroma >10 - <25%	Ada uap air <10 - <25%	Ada sedikit <10 - <25%
3 (Baik)	Sedikit gumpalan >25 - <40%	Banyak aroma >25 - <40%	Sedikit uap air >25 - <40%	Agak Banyak >25 - <40%
4 (SangatBaik)	Banyak gumpalan >40%	Aroma khas <40%	Banyak uap air >40%	Banyak >40%

Sumber : Sukardi dan Purwaningsih (2008).



Selanjutnya dilakukan pengujian analisis untuk menganalisis penurunan serat kasar dari tepung daun talas yang difermentasi dengan *trichoderma viride* dengan analisis kadar protein, kadar lemak, kadar abu, kadar karbohidrat, BETN, kadar serat kasar, aktivitas enzim selulase, analisis selulosa dan glukosa selama 0, 5, 7, dan 9 hari lama waktu fermentasi dan uji lanjutan dari hasil penurunan serat kasar dari fermentasi terbaik di analisis asam amino.

4.6.2 Analisis Proksimat

Analisa proksimat terdiri dari kadar air, kadar protein, kadar lemak, kadar abu dan serat kasar. Adapun langkah-langkah analisa proksimat adalah sebagai berikut :

- **Analisa Kandungan Air (Gunawan dan Munawwar, 2015) :**

1. Botol timbang dioven pada suhu 105°C selama 4 jam
2. Pindahkan botol timbang ke dalam desikator selama 30 menit
3. Setelah dingin, timbang botol timbang
4. Sampel sebanyak 2 gram dimasukkan ke dalam botol timbang
5. Botol timbang beserta isinya kemudian dikeringkan pada oven dengan suhu 105°C selama 4 jam
6. Dinginkan dalam desikator selama 30 menit
7. Timbang sampel dan botol timbang
8. Pekerjaan ini dilakukan hingga diperoleh bobot tetap
9. Perhitungan kadar air dilakukan dengan rumus berikut :

$$\text{Kadar air} = \frac{\text{Bobot sampel segar} - \text{Bobot sampel kering}}{\text{Bobot sampel segar}} \times 100\%$$

- **Analisis Kadar Abu (Gunawan dan Munawwar, 2015)**

1. Timbang cawan porselin yang telah di oven
2. Sampel ditimbang 0,4 gram, dimasukkan ke dalam cawan porselin



3. Cawan yang berisi sampel tersebut diabukan dalam tanur listrik pada suhu maksimal 600°C selama 1 jam
4. Setelah selesai tunggu hingga temperature 140°C
5. Kemudian dinginkan dalam desikator
6. Timbang berat pengabuan
7. Perhitungan kadar abu dilakukan dengan rumus berikut :

$$\text{Kadar abu} = \frac{\text{Bobot abu (g)}}{\text{Bobot sampel segar}} \times 100\%$$

- **Analisis Kadar Protein (Gunawan dan Munawwar, 2015)**

A. Standarisasi H₂SO₄

1. Timbang 0,3 Na₂CO₃ larutkan ke dalam 40-50 ml akuades dan tambahkan 3-4 tetes indikator methyl orange
2. Titrasi dengan asam sulfat (H₂SO₄) yang belum diketahui normalitasnya (Titrasi dianggap selesai bila reaksi berwarna merah)
3. Tentukan normalitas asam sulfat dengan perhitungan dengan rumus:

$$NH^2SO^4 = \frac{1000 \times Na_2CO_3}{53 \times ml H_2SO_4}$$

$$53 = \frac{1}{2} BM Na_2CO_3$$

1.000 = Faktor koreksi dari gram ke milligram

B. Destruksi

1. Timbang 0,3 gram sampel dan masukan ke dalam labu destruksi
2. Tambah $\frac{1}{3}$ tablet kjedhal 2 gram katalis destruksi dan 15 ml asam sulfat 96-98 %. Hal ini dilakukan sama pada blanko tetapi tidak menggunakan sampel



3. Masukan ke dalam rak destruksi, selanjutnya letakan pada alat destruksi
4. Labu ditutup dengan alat yang terdapat saluran asap
5. Kran dibuka, hubungkan dengan stop kontak
6. Dipanaskan antara 200-250 °C dalam waktu 15-25 menit, tunggu warna hingga jernih (3 jam)
7. Panaskan kembali selama 10 menit, kemudian alat dimatikan
8. Keluarkan rak beserta cerobong asap dari pemanas, kemudian letakkan di atasnya, tunggu hingga dingin.
9. Kran ditutup dan lepaskan alat cerobong asap
10. Tambahkan akuades melalui dinding tabung sebanyak 50 ml
11. Selanjutnya siap untuk dilakukan destilasi.

C. Destilasi

1. Dalam Erlenmeyer diisi 100 ml asam borak 3 % dan tabung destruksi dipasang pada alat destilasi
2. Tambah NaOH 40 % sampai volume 90-100 ml dengan menekan knop "add NaOH"
3. Perhatikan volume dalam Erlenmeyer sekitar 150-200 ml, bila belum 150 ml mulai kembali destilasi hingga volume di atas 150 ml.
4. Selanjutnya tahap titrasi



D. Titrasi

1. Tambahkan indikator methylene orange sebanyak 3-5 tetes
2. Sampel (a) dan blanko (b) dititrasi dengan asam sulfat 0,2-0,4 sampai terjadi warna merah
3. Perhitungan kadar protein dilakukan dengan rumus sebagai berikut :

$$N\% = \frac{(ml \text{ titrasi sampel} - ml \text{ titrasi blanko})}{\text{banyak sampel (g)} \times 1000} \times H_2SO_4$$

Kadar protein = N% x Faktor konversi (6,25)

• Analisis Kadar Lemak (Gunawan dan Munawwar, 2015)

1. Kertas saring dipotong dengan panjang 10 cm dan lebar 8 cm
2. Kemudian dioven pada suhu 105°C selama 12 jam
3. Timbang kertas saring yang telah dioven (a)
4. Timbang sampel sebanyak 0,5 gram (b)
5. Bungkuslah sampel dengan kertas saring
6. Masukkan ke dalam soxhlet
7. Labu diisi petroleum ether sebanyak 150 ml
8. Masukkan soxhlet dan labu pada alat ekstraksi, kemudian hubungkan dengan stop kontak dan keran dibuka
9. Atur suhu antara 40-60 °C
10. Ekstraksi berjalan selama 5-6 jam, setelah itu sampel dioven pada suhu 105°C selama 12 jam
11. Sampel dimasukkan ke dalam desikator selama 30 menit setelah itu ditimbang bobotnya (c)
12. Kadar lemak dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\text{Kadar lemak} = \frac{\text{Bobot lemak terakstrak (a+b)-c}}{\text{Bobot sampel kering (b)}} \times 100\%$$



• **Analisis Kadar Serat Kasar (Gunawan dan Munawwar, 2015)**

1. Labu lemak dikeringkan dalam oven, didiamkan dalam desikator dan ditimbang
2. Sampel 2,5-5 g dikeringkan dan dibungkus kertas saring
3. Dilakukan ekstraksi dengan dietil eter selama 6 jam pada soxhlet
4. Sampel dipindahkan ke dalam Erlenmeyer 600 ml, ditambahkan 200 ml larutan H_2SO_4 mendidih dan dididihkan selama 30 menit, suspensi kemudian disaring dengan kertas saring
5. Residu yang tertinggal dalam Erlenmeyer dan kertas saring dicuci dengan air mendidih
6. Residu dicuci kembali dengan 200 ml larutan $NaOH$ dengan perlakuan sama dengan penambahan H_2SO_4
7. Residu disaring kembali dengan kertas saring yang telah diketahui beratnya sambil dicuci dengan larutan K_2SO_4 10%, air mendidih dan kemudian dengan alkohol 95%
8. Kertas saring kemudian dikeringkan dalam oven $110^\circ C$
9. Selanjutnya didinginkan dalam desikator dan ditimbang. Berat residu yang diperoleh merupakan berat serat kasar, sehingga didapatkan rumus :

$$\text{Serat kasar} = \frac{\text{Berat serat kasar}}{\text{Berat awal sampel}} \times 100\%$$

• **Analisis Selulosa (Widya, 2008)**

1. Satu g (a) sampel kering ditambahkan 150 ml H_2O .
2. Direfluk pada suhu $100^\circ C$ dengan water bath selama 1 jam.
3. Hasilnya disaring, residu dicuci dengan air panas (300 mL).
4. Residu kemudian dikeringkan dengan oven sampai konstan kemudian ditimbang (b).



5. Residu ditambahkan 150 mL H_2SO_4 1 N kemudian direfluk dengan water bath selama 1 jam suhu 100°C .
6. Hasilnya disaring sampai netral (300 mL) dan dikeringkan (c).
7. Residu kering ditambahkan 10 mL H_2SO_4 72% dan direndam pada suhu kamar selama 4 jam.
8. Ditambahkan 150 mL H_2SO_4 1 N dan direfluk pada water bath selama 1 jam pada pendingin balik.
9. Residu disaring dan dicuci dengan H_2O sampai netral (400 ml) kemudian dipanaskan dengan oven dengan suhu 105°C dan hasilnya ditimbang (d), selanjutnya residu diabukan dan ditimbang (e).

$$\text{Kadar selulosa} = \frac{c - d}{a} \times 100\%$$

• **Uji Aktifitas enzim selulase (Hidayah dan Hazmi, 2017)**

1. 4 ml substrat diinkubasi pada suhu 37°C selama 5 menit.
2. Tambahkan 0,5 ml eusin kemudian diaduk selama 20 menit.
3. Tambahkan 2 ml HCL 1 N dan disentrifuse pada kecepatan 4000 rpm selama 25 menit.
4. Ambil supernatannya 2ml kemudian tambahkan 2 ml NaOH 1 N.
5. Ambil 1 ml kemudian tambahkan 1 ml H_2O dan 2 ml nelson somogyi dengan perbandingan (A:B) (1:1) selanjutnya dilakukan inkubasi pada suhu 100°C selama 20 menit.
6. Ambil larutan yang telah dipanaskan, didinginkan selanjutnya tambah 2 cc arsenomolibdat dan tambahkan 14 cc H_2O .
7. Ukur absorbansinya pada panjang gelombang 620 nm.
8. Nilai absorbansi yang diperoleh kemudian dimasukan ke dalam persamaan yang diperoleh dari kurva standar glukosa. Kemudian, aktivitas selulase dihitung berdasarkan rumus sebagai berikut:



$$\text{Aktivitas selulase (U/mL)} = \frac{G \times FP}{t}$$

Keterangan : G = Glukosa yang dihasilkan
FP = F Pengenceran
t = Waktu inkubasi

- **Analisis Glukosa (Sudarmadji et al., 2007)**

1. Timbang sampel sebanyak 1-2 gr kemudian sampel dihancurkan.
2. Encerkan sampel dengan akuades sebanyak 50 ml.
3. Saring hasil campuran tersebut dan ambil sebanyak 1 ml.
4. Tambahkan reagen nelson 1 ml kemudian panaskan menggunakan waterbath 100°C selama 20 menit.
5. Ambil dan dinginkan larutan dengan air mengalir kemudian tambah dengan reagen arsenomolibdat 1 ml dan kocok.
6. Tambahkan akuades sebanyak 7 ml kemudian larutan dikocok.
7. Ukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer pada gelombang 540 nm.
9. Nilai absorbansi yang diperoleh kemudian dimasukan ke dalam persamaan yang diperoleh dari kurva standar glukosa. Kemudian, aktivitas selulase dihitung berdasarkan rumus sebagai berikut :

$$\text{Glukosa} = \frac{\frac{\text{Absorbansi}}{5 \text{ lap}} \times \text{pengenceran}}{\text{Berat sampel} \times 10^6} \times 100\%$$

- **Analisis Cr₂O₃ Pakan dan Feses**

1. Sampel sebanyak 0,1-0,2 gram dan 5 ml asam nitric dimasukkan ke dalam labu kjehldahl, kemudian dipanaskan selama 30 menit sampai volume larutan menjadi 1 ml, lalu didinginkan.
2. Larutan asam perklorat sebanyak 3 ml ditambahkan ke dalam labu pada prosedur 1, lalu dipanaskan kembali hingga menimbulkan asap



putih. Larutan yang semula berwarna hijau akan berubah menjadi kuning atau jingga.

3. Kemudian dianaskan kembali selama 10 menit kemudian dinginkan.

4. Larutan yang telah dingin dipindahkan ke dalam gelas ukur bervolume 100 ml, kemudian diencerkan hingga volume larutan tepat 100 ml.

5. Absorban larutan diukur dengan menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 350 nm (y).

- **Analisis Kandungan Asam Amino**

Metode yang digunakan dalam analisis asam amino adalah dengan cara HPLC. Langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut:

a. Larutan Sampel

1. Menimbang sampel tepung kulit ari kedelai terfermentasi sebanyak 0,1 gram.

2. Sampel kemudian dihidrolisis dengan 5 ml HCl konsentrasi 6N dengan cara divortex.

3. Hidrolisis bahan selama 22 jam pada suhu 110°C.

4. Hasil hidrolisis kemudian didinginkan, pindahkan ke labu ukur 50 ml, lalu tambahkan akuabides sampai tanda batas.

5. Selanjutnya dilakukan penyaringan menggunakan filter ukuran 0,45 µm.

6. Hasil penyaringan atau filtrat diambil menggunakan pipet sebanyak 500 µl + 40 µl AABA ± 460 µl akuabides.

7. Kemudian ambil larutan dengan menggunakan pipet sebanyak 10 µl.

8. Lalu tambahkan secara homogen dengan mencampurkan AccQ sebanyak 70 µl dan flour borate.

9. Kemudian ditambahkan 20 µl reagent flour A, dilakukan vortex dan selanjutnya diamkan selama 1 menit.



10. Inkubasi 10° pada suhu 55°C.

11. Kemudian injeksikan sebanyak 5 µl pada HPLC.

b. Larutan Standar/Larutan Baku

1. Ambil dengan menggunakan pipet 40 µl standar mix asam amino.

2. Kemudian campurkan 40 µl internal standar AABA.

3. Lalu kemudian tambahkan 920 µl akuabides.

4. Bahan yang telah dicampurkan kemudian dihomogenkan.

5. Ambil larutan yang telah dihomogenkan sebanyak 10 µl standar.

6. Lalu kemudian tambahkan 70 µl AccQ-flour borate di vortex sampai homogen.

7. Tambahkan 20 µl reagent flour A di vortex kembali dan diamkan.

8. Inkubasi 10° pada suhu 55°C.

9. Injeksikan sebanyak 5 µl pada kolom HPLC dan tunggu sampai pemisahan semua asam amino selesai.

10. Kadar asam amino dalam sampel dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\text{Kadar asam amino} = \frac{\text{Area standar} \times \text{volume akhir (ml)} \times \text{fx konsentrasi standar}}{\text{Area sampel} \times \text{sampel gr contoh}}$$

4.6.3 Parameter Penelitian

A. Kelulushidupan (Survival rate)

Salah satu parameter pada penelitian uji pakan campuran pada pembesaran ikan lele dumbo adalah tingkat kelulushidupan (SR). Menurut Arini *et al.* (2013) kelulushidupan ikan uji didapatkan dengan menghitung jumlah ikan uji yang hidup pada awal sampai akhir penelitian dengan menggunakan rumus :

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



Keterangan :

SR : Kelulushidupan ikan (%)

Nt : Jumlah ikan pada akhir pengangkutan dan pemeliharaan (ekor)

No : Jumlah ikan pada awal pengangkutan dan pemeliharaan (ekor)

B. Laju Pertumbuhan Spesifik (*Specific growth rate*)

Menurut Prayitno *et al.* (2014) *Specific growth rate* (SGR) dapat dihitung dengan rumus :

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

Keterangan :

W₀ = Berat rata-rata ikan lele pada awal penelitian (gram)

W_t = Berat rata-rata ikan lele pada akhir penelitian (gram)

Δt = Lama pemeliharaan (hari)

SGR = *Specific growth rate*/laju pertumbuhan spesifik

C. Rasio Konversi Pakan (*Feed conversion ratio*)

Menurut Prayitno *et al.* (2014) *Feed conversion ratio* (FCR) merupakan suatu gambaran efisiensi penggunaan pakan selama pemeliharaan ikan lele dilakukan. Nilai FCR dapat dihitung dengan rumus :

$$FCR = \frac{\sum P BK}{\Delta W}$$

Keterangan :

ΣP BK = Jumlah pakan kering (gram)

ΔW = Pertambahan berat ikan selama penelitian (gram)

FCR = *Food conversion ratio*/rasio konversi pakan

D. Rasio Efisiensi Protein (*Protein efficiency ratio*)

Menurut Arini *et al.* (2013) *Protein efficiency ratio* (PER) merupakan nilai perbandingan antara rata-rata pertambahan berat ikan selama penelitian dengan jumlah konsumsi protein ikan lele. Nilai PER dihitung dengan rumus :

$$PER = \frac{W_t - W_0}{\sum P BK}$$

Keterangan :

W₀ = Berat rata-rata ikan lele pada awal penelitian (gram)

W_t = Berat rata-rata ikan lele pada akhir penelitian (gram)



ΣP BK = Jumlah pakan kering (gram)

PER = Protein efficiency ratio/ rasio efisiensi protein

E. Retensi Protein

Menurut Aryani *et al.* (2016) retensi protein merupakan presentase dari jumlah protein yang dapat diserap dan dimanfaatkan oleh tubuh ikan lele untuk metabolisme, membangun atau memperbaiki sel-sel tubuh yang rusak. Nilai retensi protein dapat dihitung dengan rumus:

$$RP = \frac{\Sigma P_t - \Sigma P_0}{\Sigma PP} \times 100\%$$

Keterangan :

RP = Retensi protein (%)

ΣP_0 = Jumlah protein tubuh awal penelitian (gram)

ΣP_t = Jumlah protein tubuh akhir penelitian (gram)

ΣPP = Jumlah protein pakan (gram)

F. Retensi Energi

Menurut Aryani *et al.* (2016) retensi energi merupakan suatu gambaran pemanfaatan energi bagi tubuh ikan selama pemeliharaan. Nilai retensi energi dapat dihitung dengan rumus:

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

Keterangan :

RE = Retensi energi (%)

ΣGE_0 = Jumlah energi tubuh awal penelitian (gram)

ΣGE_t = Jumlah energi tubuh akhir penelitian (gram)

ΣGE_P = Jumlah energi pakan (gram)

G. Daya Cerna

Pengukuran daya cerna yang dilakukan pada penelitian ini yaitu dengan menggunakan metode tidak langsung atau melalui pengujian pada uji biologis terhadap ikan lele (*Clarias gariepinus*). Metode yang digunakan dengan cara menambahkan indikator Cr_2O_3 pada pakan yang diberikan. Pengambilan feses dimulai pada hari ke 8, feses mulai dikumpulkan dan pengumpulan feses selama 15 hari. Pengambilan feses dengan penyiponan dilakukan segera setelah ikan



mengeluarkan feces selama 30 menit untuk menghindari pencucian feces. Feces ditampung menggunakan kain saring dan dikeringkan dengan sinar matahari hingga kering. Setelah feces tersebut kering lalu disimpan dalam freezer. Feces yang telah terkumpul dikeringkan di dalam oven bersuhu 110°C selama 4-6 jam. Parameter pencernaan yang diukur adalah pencernaan nutrisi yang meliputi pencernaan protein dan energi. Pengukuran kadar Cr_2O_3 menggunakan spektrofotometer yang memiliki panjang gelombang 350 nm. Nilai pencernaan nutrisi dihitung berdasarkan persamaan yang dikemukakan oleh Takeuchi (1988) :

$$DC = 1 - \frac{(C_f : C_p)}{(N_f : N_p)} \times 100\%$$

Keterangan:

DC = Daya Cerna (%)
 C_f = Persentase Cr_2O_3 dalam feces (%)
 C_p = Persentase Cr_2O_3 dalam pakan (%)
 N_f = Persentase nutrisi dalam feces (%)
 N_p = Persentase nutrisi dalam pakan (%)

H. Analisis Kualitas Air

Menurut Aryani *et al.* (2016) analisis kualitas air meliputi fisika (suhu) dan kimia (derajat keasaman dan oksigen terlarut), pengukuran dilakukan setiap hari selama pemeliharaan pada pagi hari pukul 06.00 dan sore hari pukul 15.00 WIB, sedangkan pengukuran kandungan ammonia dilakukan setiap 10 hari sekali.

4.7 Analisis Data

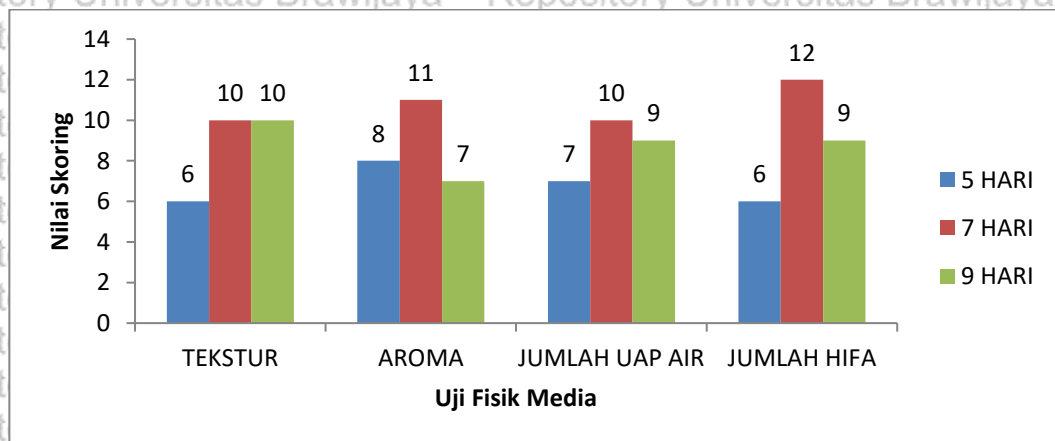
Analisis data dengan metode kuantitatif meliputi kelulushidupan (*survival rate*), laju pertumbuhan spesifik (*specific growth rate*), rasio konversi pakan (*feed conversion ratio*), rasio efisiensi protein (*protein efficiency ratio*), retensi protein, retensi energi dan daya cerna. Pengujian dianalisis menggunakan sidik ragam (ANOVA). Untuk mengetahui perbedaan perlakuan dilanjutkan Uji BNT dengan program excel.

V. HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Tahap I : Perlakuan Tepung Daun Talas Terfermentasi *Trichoderma viride*

5.1.1 Nilai Skoring Fisik Tepung Daun Talas Terfermentasi *Trichoderma viride*

Berdasarkan nilai skoring dari tepung daun talas (*Colocasia esculenta* L.) terfermentasi *Trichoderma viride* dengan perlakuan lama fermentasi 0 hari, 5 hari, 7 hari dan 9 hari yang disajikan pada lampiran 3. Pada nilai skoring tersebut didapatkan hasil terbaik pada perlakuan lama fermentasi selama 7 hari. Nilai skoring didapatkan melalui pengamatan fisik tepung daun talas (*Colocasia esculenta* L.) terfermentasi *Trichoderma viride* yang meliputi aroma, tekstur, jumlah uap air dan jumlah hifa pada masing-masing perlakuan. Semakin besar nilai skoring pada pengamatan fisik tepung daun talas (*Colocasia esculenta* L.) terfermentasi *Trichoderma viride* maka semakin baik hasil fermentasinya. Nilai skoring pada tepung daun talas (*Colocasia esculenta* L.) terfermentasi *Trichoderma viride* dapat dilihat pada Gambar 9 di bawah ini.



Gambar 9. Nilai skoring pada tepung daun talas (*Colocasia esculenta* L.) terfermentasi *Trichoderma viride*.

Dari grafik nilai skoring pada tepung daun talas (*Colocasia esculenta* L.) terfermentasi *Trichoderma viride* didapatkan hasil terbaik pada perlakuan selama 7 hari. Hasil tersebut didapatkan melalui pengamatan fisik yaitu aroma, tekstur,



jumlah uap air yang muncul pada wadah dan jumlah hifa yang tumbuh selama proses fermentasi. Proses fermentasi yang terjadi dengan baik akan memiliki nilai skoring pada pengamatan fisik dengan nilai yang tinggi. Untuk mengetahui perbedaan perubahan fisik pada tepung daun talas (*Colocasia esculenta* L.) terfermentasi *Trichoderma viride* dengan masing-masing perlakuan disajikan pada Gambar 10 di bawah ini.



A. 0 Hari fermentasi



B. 5 Hari fermentasi



C. 7 Hari fermentasi



D. 9 Hari fermentasi

Gambar 10. Perubahan fisik pada tepung daun talas (*colocasia esculenta* L.) terfermentasi *trichoderma viride*

Pada hasil perubahan fisik selama proses fermentasi akan menghasilkan tekstur yang berbeda-beda pada masing-masing perlakuan. Hasil nilai tekstur terbaik pada perlakuan fermentasi selama 7 hari. Perubahan tekstur pada proses fermentasi dapat dilihat dengan terbentuknya gumpalan-gumpalan pada substrat atau media. Menurut Hidayat (2002) yang menyatakan bahwa pada proses fermentasi menyebabkan terjadinya perubahan tekstur dari suatu bahan yang terfermentasi. Hal ini disebabkan pada proses fermentasi terjadi peningkatan pertumbuhan kapang *Trichoderma viride* dan perubahan suhu fermentasi.



Ditambahkan pula oleh Fellows (1992), pembentukan tekstur juga dipengaruhi oleh kandungan air, kadar lemak, jenis dan jumlah karbohidrat produk pangan.

Berdasarkan perubahan fisik yang terdapat pada proses fermentasi terdapat aroma yang dihasilkan. Hasil aroma tepung daun talas (*Colocasia esculenta* L.) terfermentasi *Trichoderma viride* menunjukkan aroma terbaik yaitu sedikit asam dan wangi fermentasi yang khas pada perlakuan fermentasi selama 7 hari. Ditambahkan oleh Mulia *et al.* (2015) semakin lama proses fermentasi yang dilakukan maka semakin tinggi amoniak dihasilkan yang dapat menyebabkan aroma produk fermentasi menjadi tengik.

Pada Gambar 10 secara fisik dapat dilihat terdapat adanya uap air pada wadah fermentasi. Salah satu ciri perlakuan terbaik yaitu banyak uap air yang dihasilkan. Pada nilai skoring terbaik berdasarkan uap air pada perlakuan fermentasi selama 7 hari. Menurut Brata (2008) jumlah uap air meningkat karena dalam proses fermentasi terjadi penurunan kandungan bahan kering dan peningkatan kadar air yang disebabkan oleh tahap ensilase pertama, dimana respirasi masih terus berlangsung, glukosa diubah menjadi CO₂, H₂O dan panas.

Berdasarkan nilai skoring pada fermentasi tepung daun talas (*Colocasia esculenta* L.) terfermentasi *Trichoderma viride* didapatkan jumlah hifa terbanyak pada perlakuan fermentasi selama 7 hari. Menurut Herlina (2009) pertumbuhan hifa *Trichoderma* akan melilit dan tumbuh pada substrat yang mengakibatkan pertumbuhannya semakin cepat. Bersama dengan melilitnya hifa juga dikeluarkannya enzim yang dapat merombak dinding sel hifa jamur.

5.1.2 Hasil Analisis Proksimat

Berdasarkan hasil analisis proksimat dari tepung daun talas (*Colocasia esculenta* L.) terfermentasi *Trichoderma viride* dengan perlakuan lama fermentasi.

Pada perlakuan A (fermentasi selama 0 hari), B (fermentasi selama 5 hari), C

(fermentasi selama 7 hari), dan D (fermentasi selama 9 hari) dapat dilihat pada

Tabel 11 dibawah ini :

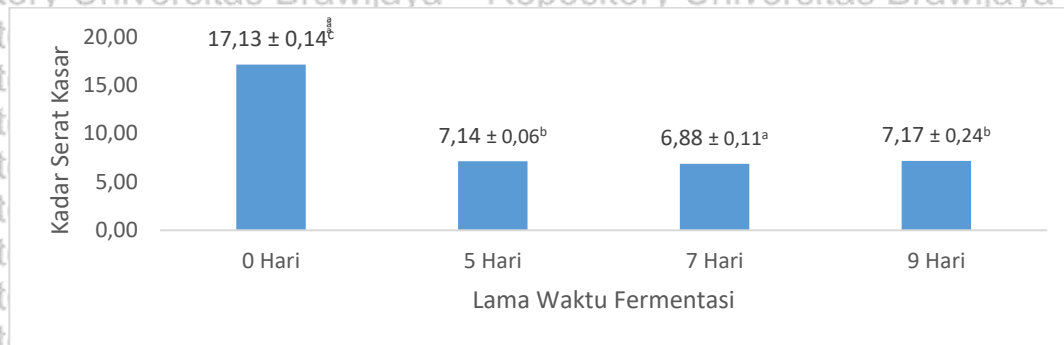
Tabel 11. Hasil analisis proksimat tepung daun talas (*Colocasia esculenta* L.) terfermentasi *Trichoderma viride*

Komposisi	Perlakuan			
	A (0 hari)	B (5 hari)	C (7 hari)	D (9 hari)
Kadar Kering (%)	84,80±0,22 ^a	85,62±0,06 ^b	87,87±0,02 ^c	87,76±0,02 ^c
Protein (%)	19,88±0,15 ^a	20,60±0,15 ^b	22,07±0,09 ^d	20,97±0,11 ^c
Lemak (%)	7,88±0,09 ^c	7,34±0,12 ^b	7,13±0,07 ^a	7,36±0,05 ^b
Abu (%)	13,79±0,09 ^d	12,30±0,04 ^b	11,34±0,07 ^a	12,49±0,22 ^c
Serat Kasar (%)	17,13±0,14 ^c	7,14±0,06 ^b	6,88±0,11 ^a	7,17±0,24 ^b
BETN (%) [*]	41,32±0,24 ^a	52,62±0,22 ^c	52,58±0,03 ^c	52,00±0,09 ^b

Keterangan : Huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf kepercayaan 95%.

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

Berdasarkan hasil proksimat diatas didapatkan hasil terbaik pada waktu fermentasi selama 7 hari. Hal tersebut dapat dilihat dari penurunan serat kasar yang terdapat pada perlakuan fermentasi selama 7 hari (perlakuan C) yaitu sebesar 10 %. Pengujian serat kasar tepung daun talas (*Colocasia esculenta* L.) terfermentasi *Trichoderma viride* yang terbaik didapatkan pada perlakuan C dengan lama fermentasi selama 7 hari sebesar 6,88 %, kemudian untuk perlakuan B sebesar 7,14 %, perlakuan D sebesar 7,17 % dan perlakuan A tanpa fermentasi sebesar 17,13%. Analisis keragaman kadar serat kasar selama penelitian dapat dilihat pada Lampiran 4.



Gambar 11. Grafik rata-rata analisis serat kasar tepung daun talas (*Colocasia esculenta* L.) terfermentasi *Trichoderma viride* pada lama waktu fermentasi yang berbeda.

Pada Gambar 11 dapat dilihat kadar serat kasar mengalami penurunan selama proses fermentasi. Pada lama waktu fermentasi 5 hari dan 9 hari tidak terjadi beda nyata, akan tetapi pada perlakuan lama waktu fermentasi 7 hari terjadi beda nyata. Hasil terbaik waktu fermentasi selama 7 hari yang dapat menghasilkan kadar serat kasar sebesar 6,88 %. Menurut Gunam (2011) hal ini dikarenakan konsentrasi substrat 3 % dan lama fermentasi 7 hari pada pertumbuhan *Trichoderma viride* sudah merupakan waktu optimal. Pada proses tersebut kemampuan untuk menghasilkan selulase meningkat dan aktivitas *filter paperase* mencapai maksimal pada waktu fermentasi 7 hari.

Menurut Rahardjo (2016) penambahan *Trichoderma viride* dapat menurunkan serat kasar dari suatu bahan. *Trichoderma viride* merupakan salah satu mikroba selolitik yang menghasilkan enzim selulase yang dapat mendegradasi selulosa dengan tingkat tinggi dan mensintesis selulosa yang berikatan dengan ikatan hydrogen sehingga terjadi penurunan serat kasar. Ditambahkan oleh Nurhajati *et al.* (2011) yang menyatakan bahwa penurunan serat kasar disebabkan adanya ikatan selulosa dan hemiselulosa dengan lignin membentuk lignoselulosa dan lignohemiselulosa yang dapat dicerna dan adanya perkembangan kapang *Trichoderma viride* yang menyebabkan serat kasar turun.



Pada perlakuan A serat kasar yang dihasilkan sebesar 17,13 %. Hal ini disebabkan karena pada perlakuan tersebut tidak terjadi proses fermentasi pada tepung daun talas. Menurut Ray dan Saha (2011) fermentasi adalah proses yang sederhana dan dapat meningkatkan kandungan gizi suatu bahan melalui sintesis mikroba. Fermentasi dalam organisme dapat menurunkan gizi serat kasar yang tinggi dari suatu bahan. Serat kasar itu terutama terdiri dari karbohidrat yang tahan terhadap enzim pencernaan.

Berdasarkan analisis proksimat terjadi peningkatan kadar protein selama proses fermentasi yaitu sebesar 3 % dari tepung daun talas (*Colocasia esculenta* L.) tanpa fermentasi 19,88 % (perlakuan A) menjadi meningkat selama proses fermentasi selama 7 hari (perlakuan C) menjadi 22,07 %. Sedangkan pada perlakuan B kadar protein yang dihasilkan sebesar 20,60 % dan perlakuan D sebesar 20,97 %. Menurut Rahardjo (2016) *Trichoderma viride* berada di puncak pertumbuhan selama fermentasi yang menyebabkan semakin banyak protein sel tunggal yang terbentuk. Peningkatan pertumbuhan *Trichoderma viride* diikuti dengan banyaknya kandungan N dalam substrat sehingga kandungan protein semakin banyak. Ditambahkan oleh Nurhajati *et al.* (2011) *Trichoderma viride* mampu memproduksi beberapa enzim. Salah satunya enzim protease yang mampu memecah protein menjadi polipeptida yang lebih sederhana dan dipecah lagi menjadi asam amino sehingga asam amino tersebut dapat dimanfaatkan mikroba untuk memperbanyak diri. Meningkatnya jumlah koloni mikroba selama fermentasi juga dapat meningkatkan protein kasar suatu bahan karena mikroba ini adalah sumber protein sel tunggal. Protein sel tunggal adalah protein kasar murni yang berasal dari mikroorganisme bersel satu / banyak yang sederhana.

Pada hasil analisis proksimat kadar tidak terjadi penurunan kadar lemak yang signifikan. Pada perlakuan A dihasilkan kadar lemak sebesar 7,88 % , perlakuan B sebesar 7,34 %, perlakuan C sebesar 7,13 % dan perlakuan D



sebesar 7,36 %. Pada perlakuan C terjadi penurunan kadar lemak yang lebih daripada perlakuan yang lain. Menurut Tilawati (2016) *Trichoderma viride* mampu menghasilkan enzim lipase selama proses fermentasi. Pada substrat yang digunakan mengandung glukosa sehingga memacu pertumbuhan biomassa kapang yang mengakibatkan produksi enzim lipase juga semakin banyak untuk merombak lemak kasar sehingga kadar lemaknya menurun.

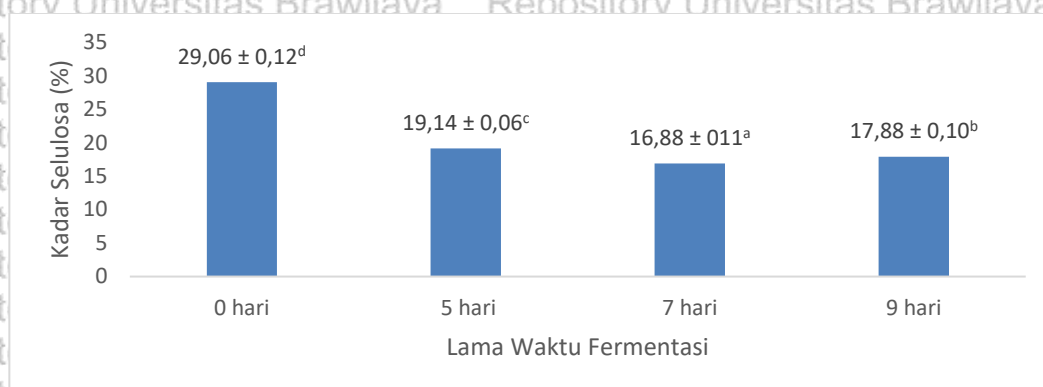
Hasil kadar abu pada analisis proksimat masing – masing perlakuan adalah pada perlakuan A dihasilkan kadar abu sebesar 13,79 %, perlakuan B sebesar 12,30 %, perlakuan C sebesar 11, 34 dan perlakuan D sebesar 12,49 %. Pada perlakuan C didapatkan penurunan kadar abu yang paling banyak. Menurut Liman *et al.* (2015) penurunan kadar abu dikarenakan pada proses fermentasi. *Trichoderma viride* meningkat pertumbuhannya seiring dengan ketersediaan substrat. Jumlah kapang yang dihasilkan semakin banyak maka menyebabkan produksi enzim dari kapang juga meningkat, sehingga jumlah zat organik yang dirombak juga semakin banyak dan mengakibatkan kadar abu dari substratnya semakin turun.

Pada analisis proksimat kadar BETN tidak terjadi berbeda nyata yang signifikan pada masing-masing perlakuan. Hasil kadar BETN pada perlakuan A sebesar 41,32 %, perlakuan B sebesar 52,61 %, perlakuan C sebesar 52,58 % dan perlakuan D sebesar 52,00 %. Menurut Melati (2012) karbohidrat adalah gabungan BETN dan serat kasar. Kapang memanfaatkan karbohidrat untuk sumber energi. Kapang merupakan mikroorganisme yang mampu menghidrolisis pati menjadi glukosa sebagai sumber karbon dalam proses pertumbuhannya.



5.1.3 Kadar Selulosa

Berdasarkan analisis kadar selulosa tepung daun talas (*Colocasia esculenta* L.) terfermentasi *Trichoderma viride* dengan perlakuan lama fermentasi 0 hari, 5 hari, 7 hari dan 9 hari didapatkan hasil kadar selulosa pada perlakuan A sebesar 29,06 %, perlakuan B sebesar 19,14 %, perlakuan C sebesar 16,88 % dan perlakuan D sebesar 17,88 %. Hasil grafik analisis kadar selulosa dapat dilihat pada Gambar 12 dibawah ini



Gambar 12. Grafik rata-rata kadar selulosa tepung daun talas (*Colocasia esculenta* L.) terfermentasi *Trichoderma viride* pada lama waktu fermentasi yang berbeda.

Dari Gambar 11 didapatkan hasil yang berbeda nyata pada masing-masing perlakuan. Pada Perlakuan A (0 hari) didapatkan kadar selulosa sebesar 29,06 %, perlakuan B (5 hari) sebesar 19,14 %, perlakuan C (7 hari) sebesar 16,88 % dan perlakuan D (9 hari) sebesar 17,88 %. Dari hasil tersebut didapatkan kadar selulosa terendah pada perlakuan C (7 hari) sebesar 16,88 %. Menurut Ainun (2011) *Trichoderma viride* adalah kapang yang dapat menghasilkan selulase dalam jumlah yang banyak untuk mendegradasi selulosa. *Trichoderma viride* juga merupakan kapang selulolitik yang dapat menguraikan glukosa dengan menghasilkan enzim selulase.

Selulosa adalah bagian dari serat kasar. Selulosa merupakan polisakarida yang terdiri dari rantai lurus unit glukosa yang mempunyai berat molekul yang

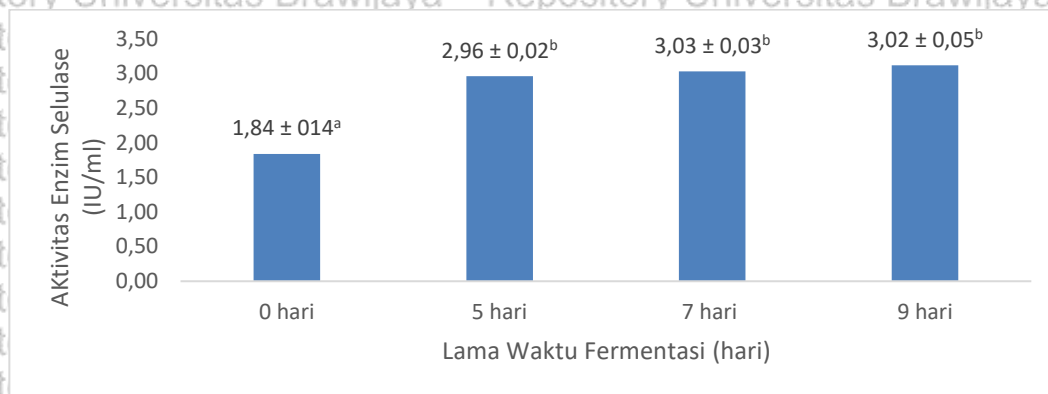


tinggi. Menurut Gunam *et al.* (2011) *trichoderma viride* dapat menghasilkan enzim selulolitik yang lengkap untuk mempermudah memecah selulosa. Jadi semakin tinggi dosis substrat yang diberikan dan semakin lama waktu fermentasi maka hidrolisis substrat meningkat yang menyebabkan semakin banyaknya selulosa yang dihasilkan.

Menurut Arnata (2009) kapang penghasil selulase adalah *Aspergillus niger*, *Trichoderma viride*, dan lain-lain. *Trichoderma viride* adalah kapang berfilamen yang sangat dikenal sebagai organisme selulolitik dan menghasilkan enzim-enzim selulolitik, termasuk enzim selobiohidrolase, endoglukanase dan β -glukosidase. Kelebihan dari *Trichoderma viride* selain menghasilkan enzim selulolitik yang lengkap, juga menghasilkan enzim xyloglukanolitik. Keberadaan enzim ini akan semakin mempermudah enzim selulolitik dalam memecah selulosa.

5.1.4 Aktivitas Enzim Selulase

Aktivitas enzim selulase dihitung dalam satuan International yaitu IU berdasarkan jumlah mikromol glukose yang dibebaskan setiap menit pada kondisi pengujian. Data aktifitas enzim selulase tepung daun talas (*Colocasia esculenta* L.) terfermentasi *Trichoderma viride* berdasarkan lama waktu fermentasi disajikan pada Lampiran 6. Pengujian aktifitas enzim selulase tepung daun talas (*Colocasia esculenta* L.) terfermentasi *Trichoderma viride* pada masing - masing perlakuan didapatkan hasil yang tidak berbeda nyata. Perlakuan A menghasilkan aktivitas enzim selulase sebesar 1,84 IU/ml, perlakuan B sebesar 2,96 IU/ml, perlakuan C sebesar 3,03 IU/ml dan perlakuan D sebesar 3,02 IU/ml. Hasil aktifitas enzim selulase tepung daun talas (*Colocasia esculenta* L.) terfermentasi *Trichoderma viride* dengan masing-masing perlakuan dapat dilihat pada Gambar 13 di bawah ini.



Gambar 13. Grafik rata-rata nilai aktifitas enzim selulase tepung daun talas (*Colocasia esculenta* L.) terfermentasi *Trichoderma viride* pada lama waktu yang berbeda.

Pada Gambar 13 menunjukkan bahwa tepung daun talas (*Colocasia esculenta* L.) terfermentasi *Trichoderma viride* tidak terjadi perbedaan nyata yang signifikan. Pada perlakuan A dihasilkan aktivitas enzim selulase sebesar 1,84 IU/ml, perlakuan B 2,96 IU/ml dan perlakuan D 3,02 IU/ml dan perlakuan C menghasilkan aktivitas enzim selulase sebesar 3,03 IU/ml. Menurut Gunam (2011) pada konsentrasi 3 % dan lama fermentasi 7 hari pertumbuhan *Trichoderma viride* mencapai optimal, sehingga kemampuan menghasilkan selulase meningkat dan aktivitas maksimal filter paperase (aktivitas enzim selulase) diperoleh setelah proses fermentasi selama 7 hari dan pada perlakuan fermentasi 7 hari juga terjadi peningkatan protein. Meningkatnya protein juga diiringi meningkatnya aktivitas selulase. Semakin tinggi konsentrasi substrat dan semakin lama waktu fermentasi maka kadar protein terlarut yang dihasilkan cenderung meningkat.

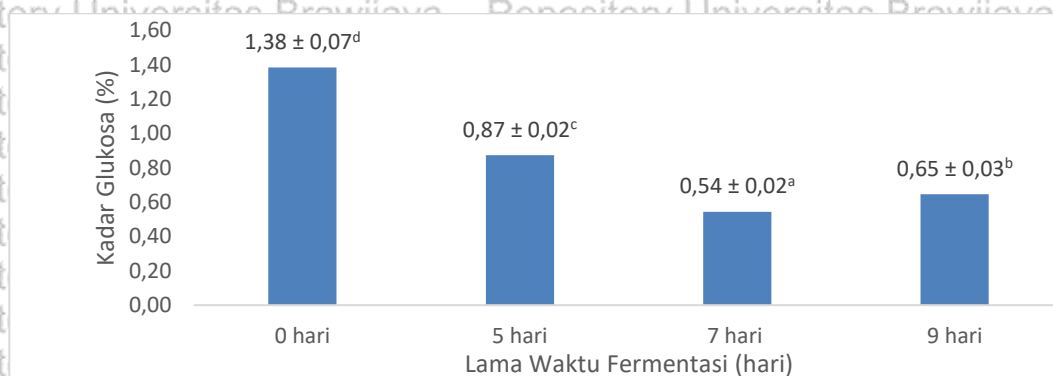
Menurut Safaria (2013) *Trichoderma viride* adalah kapang yang menghasilkan enzim selulolitik yang lengkap. Enzim selulolitik yang bekerja secara sinergis menghasilkan glukosa melalui proses hidrolisis. Enzim selulolitik merupakan enzim yang terdiri dari *endo-β-1,4-glukanase* dan *ekso-1,4-glukanase* dan *β-glukosidase* memotong ikatan rantai dalam selulosa menghasilkan molekul-



molekul selulosa yang lebih pendek. *Ekso-1,4-glukanase* memotong ujung rantai selulosa menghasilkan molekul selobiosa, sedangkan β -glukosidase memotong molekul selobiosa menjadi dua molekul glukosa.

5.1.5 Analisis Glukosa

Berdasarkan analisis glukosa pada tepung daun talas (*Colocasia esculenta* L.) terfermentasi *Trichoderma viride* dengan lama waktu fermentasi dapat dilihat pada lampiran 7. Hasil analisis glukosa pada tepung daun talas (*Colocasia esculenta* L.) terfermentasi *Trichoderma viride* pada masing-masing perlakuan dengan lama waktu fermentasi yang berbeda – beda. Pada perlakuan A waktu fermentasi 0 hari, perlakuan B selama 5 hari, perlakuan C selama 7 hari dan perlakuan D selama 9 hari. Hasil tersebut dapat dilihat pada Gambar 14 di bawah ini.



Gambar 14. Grafik nilai rata-rata glukosa tepung daun talas (*Colocasia esculenta* L.) terfermentasi *Trichoderma viride* pada lama waktu yang berbeda.

Pada Gambar 14 didapatkan hasil analisis glukosa pada perlakuan A sebesar 1,38 %, perlakuan B sebesar 0,87 %, perlakuan C sebesar 0,54 % dan perlakuan D sebesar 0,65 %. Dari hasil analisis glukosa pada masing-masing perlakuan berbeda nyata. Pada perlakuan C terjadi penurunan analisis glukosa. Glukosa adalah bagian dari karbohidrat yang terdapat monosakarida didalamnya. Uji analisis glukosa berkaitan dengan analisis serat kasar. Semakin sedikit glukosa



yang dihasilkan maka serat kasar yang dihasilkan juga sedikit. Semakin lama waktu fermentasi maka kadar glukosanya semakin turun.

Enzim selulase diperoleh dari campuran enzim *endoglukanase*, *eksoglukanase* dan β -glukosidase. Selulase dapat diproduksi oleh jamur, bakteri, tumbuhan, dan ruminansia. Enzim selulase adalah enzim ekstraseluler yang diproduksi di luar sel mikroorganisme selulolitik. Interaksi antara substrat selulosa (S) dan enzim selulase (E) akan membentuk kompleks enzim substrat (ES) dan menghasilkan glukosa (P) (Safaria, 2013).

Menurut Rahardjo (2016) *Trichoderma* merupakan kapang yang dapat menghasilkan selulase dalam jumlah yang banyak. *Trichoderma* juga merupakan kapang yang dapat menguraikan glukosa dengan enzim selulase. *Trichoderma viride* dapat menghasilkan tiga macam enzim selulase yaitu endo- β -1,4-glukanase, ekso- β -1,4-glukanase dan β -glukosidase atau selobiose. Enzim selulase yang dihasilkan oleh mikrobia tersebut akan mendegradasi selulosa menjadi gula. Penurunan kadar glukosa dikarenakan semakin lamanya waktu hidrolisis jumlah substrat akan semakin berkurang karena telah banyak yang terhidrolisis sehingga glukosa yang dihasilkan cenderung menurun atau konstan. Terdapat interaksi positif antara waktu fermentasi dan konsentrasi *Trichoderma* sp. terhadap kadar glukosa.

5.1.6 Asam amino

Menurut Tahpari dan Darmawan (2018) protein adalah nutrient yang penting didalam pakan. Protein digunakan sebagai indikator kualitas pakan. Pakan digunakan untuk pertumbuhan, kesehatan ikan, meningkatkan mutu produksi. Protein yang digunakan untuk ikan dalam memenuhi kebutuhan nutrien dibedakan sesuai umur dan jenis ikannya. Protein terdiri dari asam-asam amino yang nantinya dibutuhkan ikan untuk pertumbuhan. Ditambahkan pula oleh NRC (1993), kandungan asam amino esensial sangat dibutuhkan oleh tubuh



dikarenakan asam amino esensial tidak dapat diproduksi oleh tubuh ikan sehingga diperoleh dari pakan yang dimakan oleh ikan.

Berdasarkan hasil pengujian asam amino menggunakan metode *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC) ditemukan 15 asam amino yang terdiri dari 9 jenis asam amino esensial dan 6 jenis asam amino non esensial.

Asam Amino esensial yang terdapat pada tepung tepung daun talas (*Colocasia esculenta* L.) terfermentasi (*Trichoderma viride*) adalah leusin, metionin, arginin, isoleusin, phenilalanin, valin, threonine, lysine dan histidin. Kandungan asam amino esensial pada tepung daun talas (*Colocasia esculenta* L.) terfermentasi *Trichoderma viride* dan tanpa fermentasi dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Hasil asam amino esensial dari tepung daun talas tanpa fermentasi, terfermentasi selama 7 hari dan pakan ikan terbaik

Asam amino esensial	Tepung daun talas tanpa fermentasi	Tepung daun talas terfermentasi selama 7 hari	Pakan Ikan lele terbaik (Perlakuan E)
Histidine	0,24	0,31	0,75
Threonine	0,46	0,11	1,09
Arginine	0,65	0,57	2,23
Methionine	0,17	0,48	0,76
Valine	0,75	0,64	1,59
Phenylalanine	0,78	0,65	1,48
I-Leucine	0,51	0,53	1,33
Leucine	0,82	0,86	2,26
Lysine	0,61	0,98	1,78

Asam amino non esensial yang terdapat pada tepung daun talas (*Colocasia esculenta* L.) terfermentasi *Trichoderma viride* adalah asam aspartat, asam glutamat, serin, glisin, alanine, dan tirosin. Kandungan asam amino non esensial pada tepung daun talas (*Colocasia esculenta* L.) terfermentasi *Trichoderma viride* dan tanpa fermentasi dapat dilihat pada Tabel 13.



Tabel 13. Hasil asam amino non esensial dari tepung daun talas tanpa fermentasi, terfermentasi selama 7 hari dan pakan ikan terbaik

Asam amino non esensial	Tepung daun talas tanpa fermentasi	Tepung daun talas terfermentasi selama 7 hari	Pakan Ikan lele terbaik (Perlakuan E)
Aspartic acid	1,57	1,97	2,15
Glutamic acid	1,31	1,74	1,98
Serine	0,22	0,35	1,50
Glycine	0,59	0,62	0,75
Alanine	0,55	0,61	1,99
Tyrosine	0,23	0,43	0,80

Fermentasi telah meningkatkan kadar asam amino karena protein sempurna terurai menjadi asam amino. Menurut Winarno (1984) protein tersebut tersusun atas unit-unit molekul kecil asam amino sebagai penyusunnya. Pada makhluk hidup, asam amino juga diperlukan sebagai kerangka molekul-molekul penting. Protein digunakan ikan untuk pertumbuhan, zat pengatur, zat pembangun, pertahanan tubuh dan alat pengangkut. Pakan yang mempunyai komposisi asam amino mirip dengan komposisi kebutuhan asam amino ikan akan memberikan laju pertumbuhan yang baik. Lebih lanjut ditegaskan oleh NRC (1993) kebutuhan asam amino yang dibutuhkan ikan lele dalam pakan dapat dilihat pada Tabel 14.

Tabel 14. Kebutuhan asam amino yang dibutuhkan ikan lele (*channel catfish*)

Asam amino esensial	Kebutuhan Ikan Lele (NRC, 1993)
Histidine	0,42
Threonine	0,56
Arginine	1,20
Methionine	0,64
Valine	0,84
Phenylalanine	1,40
I-Leucine	0,73
Leucine	0,98
Lysine	1,43



5.2 Tahap 2 : Uji Formula Pakan Pada Ikan Lele (*Clarias gariepinus*)

Pada tahap 2 penelitian uji biologis yaitu percobaan pemberian pakan yang mengandung protein tepung daun talas (*Colocasia esculenta* L.) terfermentasi *Trichoderma viride* yang disubstitusi dengan protein tepung ikan dengan dosis yang berbeda (0, 5, 10, 15 dan 20 %) pada ikan lele (*Clarias gariepinus*). Parameter penelitian yang diamati terdiri dari kelulushidupan, laju pertumbuhan spesifik, rasio konversi pakan, rasio efisiensi protein, retensi protein, retensi energi, daya cerna protein dan daya cerna energi. Rata – rata dari perhitungan parameter utama tersaji dalam Tabel 15.

Tabel 15. Parameter utama selama penelitian tahap 2

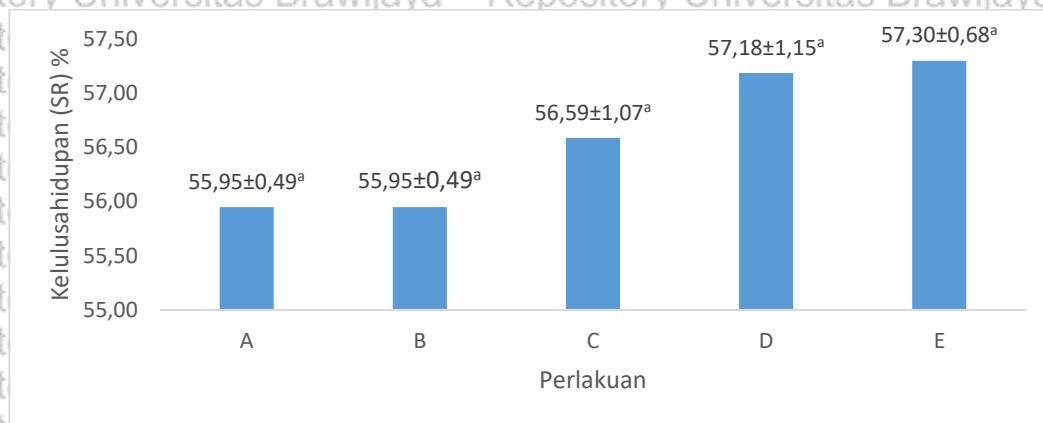
Parameter	Perlakuan				
	A (0%)	B (5%)	C (10%)	D (15%)	E (20%)
SR (%)	55,95±0,49 ^a	55,95±0,49 ^a	56,59±1,07 ^a	57,18±1,15 ^a	57,30±0,68 ^a
SGR (% BB/hari)	1,41±0,02 ^a	1,53±0,03 ^a	1,58±0,07 ^b	1,62±0,12 ^a	1,85±0,06 ^c
FCR	1,81±0,04 ^a	1,67±0,08 ^a	1,66±0,06 ^a	1,64±0,16 ^a	1,42±0,06 ^b
PER	1,70±0,04 ^a	1,85±0,09 ^a	1,87±0,07 ^a	1,89±0,18 ^a	2,19±0,10 ^b
Retensi Protein (%)	22,63±0,52 ^a	24,38±1,16 ^a	24,61±1,15 ^a	26,15±2,10 ^b	29,73±1,22 ^b
Retensi Energi (%)	16,23±0,43 ^a	17,54±0,66 ^a	17,96±0,81 ^b	19,24±1,17 ^c	19,82±1,66 ^c
Daya Cerna Protein (%)	75,50±0,50 ^a	75,84±1,78 ^a	77,57±1,03 ^a	78,22±2,09 ^b	79,64±0,72 ^c
Daya Cerna Energi (%)	49,92±1,52 ^a	51,95±1,54 ^a	52,70±0,79 ^a	57,47±1,71 ^c	59,05±1,25 ^c

Keterangan : Huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf kepercayaan 95%.

5.2.1 Kelulushidupan / Survival rate (SR)

Berdasarkan hasil pengamatan kelangsungan hidup (SR) ikan lele (*Clarias gariepinus*) dan analisis keragaman selama penelitian dapat dilihat pada Lampiran

8. Nilai kelulushidupan dihitung berdasarkan persentase perbandingan antara jumlah individu yang hidup pada akhir penelitian dengan jumlah individu diawal penelitian. Data rata rata kelulushidupan pada ikan lele (*Clarias gariepinus*) untuk tiap-tiap perlakuan selama penelitian dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15. Grafik rata-rata kelulushidupan ikan lele (*Clarias gariepinus*) selama penelitian

Dari Gambar 15 diperoleh hasil bahwa pemberian tepung daun talas (*Colocasia esculenta* L.) terfermentasi *Trichoderma viride* dalam formula pakan untuk pertumbuhan ikan lele (*Clarias gariepinus*) tidak memberikan perbedaan nyata pada perlakuan A sampai perlakuan E. Kelulushidupan tertinggi pada perlakuan E dengan nilai sebesar 57,30 % dan perlakuan A dan B sebesar 55,95%, perlakuan C sebesar 56,59% serta perlakuan D sebesar 57,18%. Perlakuan A hingga perlakuan E tidak mengalami perbedaan yang nyata hal ini disebabkan oleh kandungan gizi dari tiap perlakuan pakan, kualitas air, kemampuan mencerna makanan, dan tingkat kemampuan ikan dalam menyesuaikan diri dengan lingkungan. Menurut Fadhil (2013) kelulushidupan ikan dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu umur, kemampuan ikan menyesuaikan diri, kondisi abiotik, kompetisi anatara spesies, kekurangan makanan dan sifat-sifat biologis lainnya. Ditambahkan oleh Elphawati et al. (2015) ikan lele memiliki beberapa keuntungan dalam budidayanya salah satunya waktu pertumbuhan yang cepat dan dapat hidup pada kondisi air yang kurang baik sekalipun.

Menurut Basuki dan Bahri (2012) kelangsungan hidup adalah jumlah populasi dari jenis makhluk hidup yang bertahan hidup pada rentang waktu tertentu. Kelangsungan hidup ditentukan dengan mengetahui populasi awal ikan uji dan

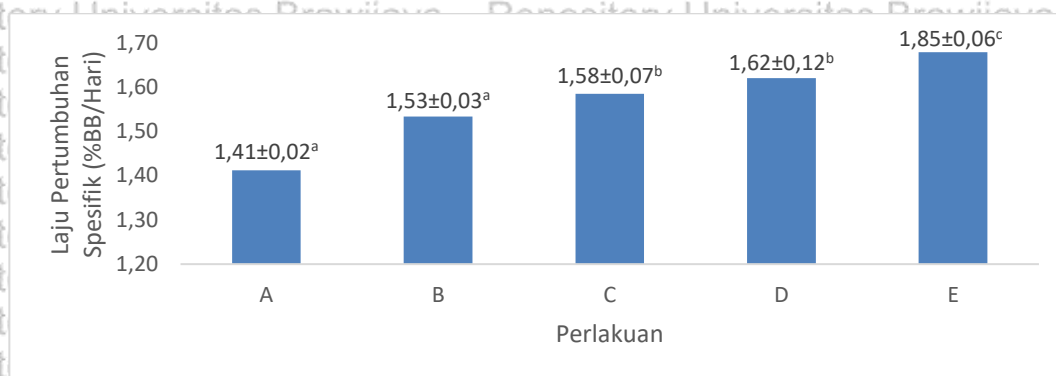


populasi akhir ikan uji. Sehingga kelangsungan hidup ikan dapat dilihat pada banyaknya jumlah ikan pada awal dan akhir penelitiannya.

Menurut Afrebrata *et al.* (2014) kelulushidupan ikan dapat dipengaruhi oleh kualitas air, jumlah pakan yang diberikan dan kepadatan, sedangkan menurut Sari *et al.* (2013) faktor internal yang dapat mempengaruhi kelulushidupan ikan adalah keturunan, umur dan ketahanan terhadap penyakit. Faktor eksternalnya terdiri dari kualitas air, padat tebar dan kandungan nutrisi pakan yang diberikan.

5.2.2 Laju Pertumbuhan Spesifik / *Specific Growth Rate (SGR)*

Laju pertumbuhan spesifik merupakan nilai dari perubahan berat individu ikan selama periode waktu tertentu. Pada penelitian ini didapatkan data berat awal dan berat akhir. Gambaran rata-rata nilai laju pertumbuhan spesifik ikan lele (*Clarias gariepinus*) dapat dilihat pada Gambar 16.



Gambar 16. Grafik penggunaan tepung daun talas (*Colocasia esculenta* L.) terfermentasi *Trichoderma viride* terhadap rata-rata laju pertumbuhan spesifik ikan lele (*Clarias gariepinus*).

Pada Gambar 16, laju pertumbuhan spesifik ikan lele (*Clarias gariepinus*) dengan pemanfaatan tepung daun talas (*Colocasia esculenta* L.) terfermentasi *Trichoderma viride* memberikan hasil yang berbeda nyata. Pada hasil tersebut didapatkan pada perlakuan A sebesar 1,41 (%BB/hari), perlakuan B sebesar 1,53 (%BB/hari), perlakuan C sebesar 1,58 (%BB/hari), perlakuan D 1,62 (%BB/hari), dan perlakuan E sebesar 1,85 (%BB/hari). Perlakuan E dengan menggunakan tepung daun talas (*Colocasia esculenta* L.) sebanyak 20% dalam formulasi pakan



dapat memberikan lelei laju pertumbuhan spesifik yang tertinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

Penelitian ini hasilnya lebih tinggi dari penelitian yang dilakukan oleh Melati (2012) menunjukkan bahwa nilai laju pertumbuhan harian pada perlakuan penggunaan tepung kulit kayu terfermentasi dengan dosis *Trichoderma viride* sebanyak 48% sebesar 1,20 (%BB/hari). Hal serupa sama dengan penelitian yang dilakukan oleh Pinandoyo *et al.* (2015) menunjukkan bahwa nilai laju pertumbuhan harian pada perlakuan penggunaan tepung daun singkong dengan dosis *Trichoderma viride* sebanyak 10 % sebesar 2,72 (%BB/hari).

Menurut Basuki dan Bahri (2012) laju pertumbuhan harian (SGR) merupakan persentase pertambahan berat ikan setiap harinya selama masa pemeliharaan. Banyak faktor yang mempengaruhi laju pertumbuhan harian yaitu umur, sifat genetic, lingkungan hidupnya, ketersediaan makannya dan sebagainya. Dengan berbagai faktor itulah SGR dapat menjadi lebih tinggi atau lebih rendah pada hasilnya.

Menurut Handajani dan Widodo (2010) pertumbuhan ikan dipengaruhi oleh faktor internal dan faktor eksternal. Faktor eksternal yang mempengaruhi pertumbuhan ikan adalah faktor keturunan, umur dan kemampuan fisiologis ikan, sedangkan faktor eksternal yang mempengaruhi pertumbuhan ikan adalah pakan dan air media pemeliharaan ikan. Perlakuan E lebih baik dengan perlakuan yang lain menandakan bahwa penggunaan tepung daun talas (*Colocasia esculenta* L.) terfermentasi *Trichoderma viride* dapat meningkatkan laju pertumbuhan. Hal ini sesuai dengan Pinandoyo *et al.* (2015) ikan dapat tumbuh dengan baik jika asupan nutriennya tercukupi, terutama kebutuhan protein. Kandungan protein dalam pakan berpengaruh pada tinggi rendahnya pertumbuhan ikan. Faktor yang mempengaruhi pertumbuhan ikan adalah kandungan protein dalam pakan, karena

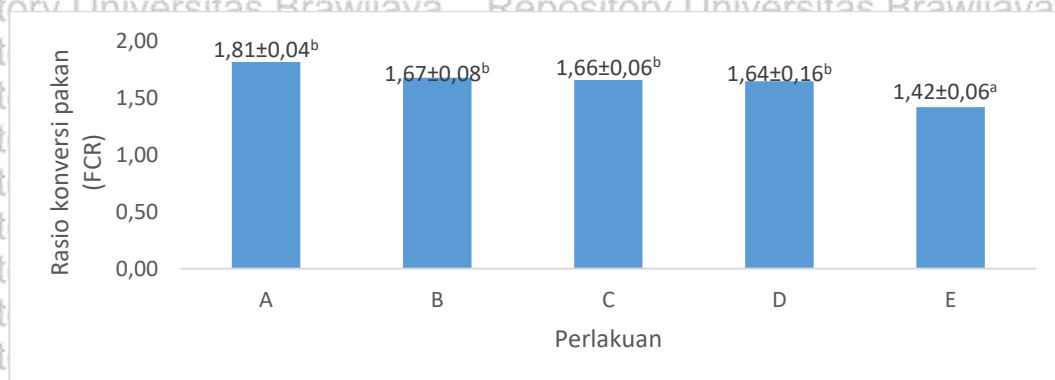


protein berfungsi membentuk jaringan baru untuk pertumbuhan dan pemeliharaan tubuhnya.

Pada perlakuan A menunjukkan laju pertumbuhan terendah dikarenakan tidak adanya bahan tambahan tepung daun talas yang terfermentasi. Menurut Arini et al (2013) proses fermentasi dibantu oleh mikroorganisme sehingga menghasilkan enzim yang dapat membantu dalam proses peningkatan kandungan kimaiwi suatu bahan. Kehadiran enzim dalam pakan buatan dapat membantu dan mempercepat proses pencernaan sehingga nutrisi dapat cukup tersedia untuk pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan.

5.2.3 Rasio Konversi Pakan / Feed Conversion Ratio (FCR)

Hasil perhitungan rasio konversi pakan ikan lele (*Clarias gariepinus*) dan analisis keragaman rasio konversi pakan dapat dilihat pada Lampiran 10. Data perhitungan rasio konversi pakan pada ikan lele (*Clarias gariepinus*) untuk tiap-tiap perlakuan selama penelitian dapat dilihat pada Gambar 17.



Gambar 17. Grafik rata-rata rasio konversi pakan ikan lele (*Clarias gariepinus*) selama penelitian.

Berdasarkan Gambar 17 diketahui bahwa rasio konversi pakan ikan lele (*Clarias gariepinus*) terbaik terdapat pada perlakuan E dengan kandungan tepung daun talas (*Colocasia esculenta* L.) terfermentasi *Trichoderma viride* dalam bahan pakan sebanyak 20% yaitu dengan nilai rata-rata rasio konversi pakan ikan lele sebesar 1,42% dan diikuti perlakuan A sebesar 1,81%, perlakuan B sebesar 1,67



%, perlakuan C sebesar 1,66 % dan perlakuan D sebesar 1,64%. Rendahnya nilai rasio konversi pakan dalam budidaya menunjukkan pakan yang diberikan dapat dimanfaatkan dan diserap tubuh dengan baik untuk pertumbuhan. Nilai konversi pakan yang tinggi disebabkan karena nutrisi yang terkandung didalam pakan yang diberikan tidak dapat dimanfaatkan secara optimal oleh tubuh dan terbuang dalam bentuk feses.

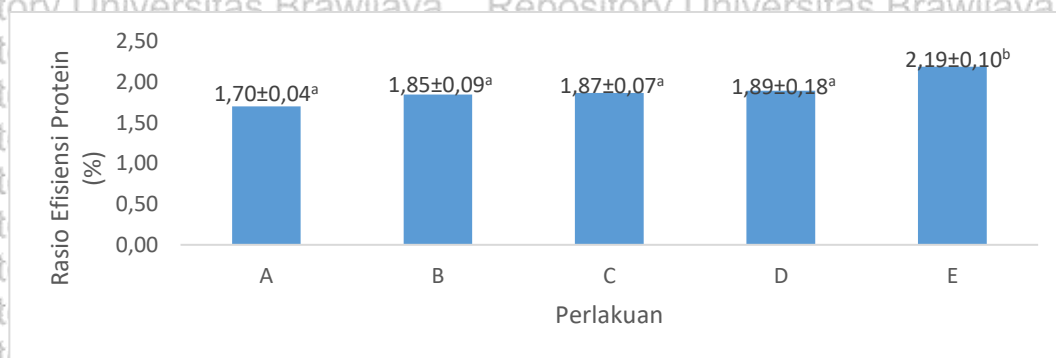
Hasil penelitian lebih baik dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Pinandoyo *et al.* (2015) yang menambahkan tepung daun singkong sebesar 10 % mendapatkan nilai efisiensi pemanfaatan pakan sebanyak 63,66 %. Sedangkan pada penelitian Arini *et al.* (2013) didapatkan efisiensi pemanfaatan pakan sebesar 44, 63 % dengan perlakuan penambahan enzim didalam pakan.

Hasil Gambar 16 pada perlakuan E menunjukkan bahwa ikan dapat memanfaatkan pakan yang diberikan secara optimal sehingga pakan tersebut dapat dicerna dan mudah terserap sehingga diubah menjadi daging. Hal ini sesuai dengan pendapat Fadhil (2013) mengatakakan bahwa makin rendah faktor konversi pakan, makan semakin efisien ikan memanfaatkan pakan yang dikonsumsi. Nilai FCR yang kecil mengindikasikan bahwa pemanfaatan pakan oleh ikan yang baik. Sehingga efisiensi pakan yang tinggi juga akan meningkatkan keuntungan ekonomis dari penghematan pakan.

Menurut Mudjiman (2001) bahwa nilai rasio konversi pakan berhubungan dengan kualitas pakan, sehingga semakin rendah nilainya maka semakin baik kualitas pakan dan makin efisien ikan dalam memanfaatkan pakan yang dikonsumsinya. Ditambahkan oleh Basuki dan Bahri (2012) tingkat efisiensi penggunaan pakan yang terbaik akan dicapai pada nilai perhitungan konversi pakan terendah, dimana perlakuan tersebut kondisi kualitas pakan lebih baik dari perlakuan yang lain.

5.2.4 Rasio Efisiensi Protein / Protein Efficiency Ratio (PER)

Berdasarkan analisis rasio efisiensi protein (PER) didapatkan hasil pada perlakuan. Perhitungan rasio efisiensi protein dan analisis keragaman rasio efisiensi protein dapat dilihat pada Lampiran 11. Data hasil penelitian nilai rata-rata rasio efisiensi protein ikan lele dapat dilihat pada Gambar 18.



Gambar 18. Grafik rata-rata rasio efisiensi protein ikan lele (*Clarias gariepinus*) selama penelitian.

Pada hasil Gambar 18 didapatkan rasio efisiensi pakan pada perlakuan 1,70 %, perlakuan B sebesar 1,85 %, perlakuan C sebesar 1,87 %, perlakuan D 1,89 % dan perlakuan E sebesar 2,19 %. Pada penelitian perlakuan E mendapatkan rasio efisiensi pakan tertinggi dan perlakuan A terendah. Perlakuan E mendapatkan rasio efisiensi sebesar 2,19 %. Hasil penelitian tersebut lebih rendah dari penelitian Pinandoyo *et al.* (2015) penambahan tepung daun singkong yang telah difermentasi dengan dosis 10% sebesar 63,66 %. Ditambahkan pula pada penelitian Putra *et al.* (2015) nilai efisiensi pakan ikan lele sangat tinggi. Nilai efisiensi pakan tertinggi diperoleh pada P3 yaitu 117,22%.

Menurut Fitriani *et al.* (2013) tingginya nilai efisiensi pakan diduga tepung yang terfermentasi yang ditambahkan dalam pakan menyumbangkan protein yang mudah dicerna dibandingkan pakan tanpa penambahan tepung yang terfermentasi. Hal ini disebabkan protein tepung yang terfermentasi dalam pakan



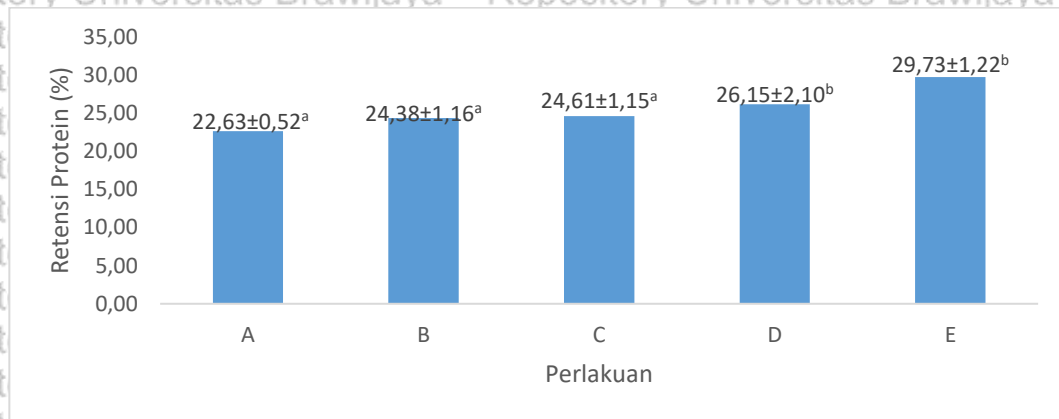
dipecah menjadi asam-asam amino yang lebih mudah diserap ikan sehingga kebutuhan nutriennya akan terpenuhi.

Menurut Pretty (2018) dengan meningkatnya nilai efisiensi pakan, maka tingkat efektifitas pakan yang diberikan pada ikan semakin baik, karena dengan memberikan pakan yang sedikit mendapatkan berat ikan yang lebih baik.

Ditambahkan pula oleh Buwono (2000) menyatakan bahwa kualitas protein suatu bahan pakan ditentukan oleh kandungan asam amino yang terkandung didalamnya khususnya asam amino esensial. Protein berperan sebagai sumber nutrisi untuk perbaikan jaringan tubuh yang rusak, pemeliharaan protein tubuh, pertumbuhan, pembentukan hormon, pertumbuhan sel, tetapi apabila kebutuhan energi yang diperlukan oleh ikan kurang maka protein akan dikatabolisme dan digunakan sebagai sumber energi, sehingga akan mengurangi fungsi dari protein itu sendiri

5.2.5 Retensi Protein

Perhitungan retensi protein dan analisis ragam retensi protein dapat dilihat pada Lampiran 12. Jumlah protein yang mampu diserap dalam pakan untuk disimpan dalam tubuh ikan digambarkan dengan nilai retensi. Hasil penelitian terhadap nilai rata-rata retensi protein ikan lele (*Clarias gariepinus*) pada perlakuan substitusi tepung daun talas (*Colocasia esculenta* L.) terfermentasi *Trichoderma viride* berbeda-beda hasilnya. Pada perlakuan A sebesar 22,63 %,perlakuan B sebesar 24,38%, perlakuan C sebesar 24,61%, perlakuan D 26,15% dan perlakuan E sebesar 29,73%. Data hasil penelitian nilai rata-rata dari retensi protein dapat dilihat pada Gambar 19.



Gambar 19. Grafik nilai rata-rata retensi protein pada ikan lele (*Clarias gariepinus*) pada masing-masing perlakuan.

Berdasarkan Gambar 19 hasil penelitian ini lebih besar pada perlakuan E yaitu sebesar 29,73% dari Pulungsari (2016) yang memperoleh nilai rata-rata retensi protein tertinggi yaitu sebesar 2,13% dengan pemberian pakan 20% dari berat tubuhnya namun lebih besar dari penelitian Melati (2012) yang menggunakan dosis tepung kulit ubi kayu sebesar 10 % mendapatkan nilai retensi protein 41,04 %.

Pada penelitian ini nilai retensi protein tertinggi pada perlakuan E sebesar 29,73%. Hal ini dikarenakan protein dalam tepung daun talas (*Colocasia esculenta* L.) terfermentasi *Trichoderma viride* telah terpecah menjadi senyawa-senyawa sederhana yang lebih mudah diserap oleh tubuh ikan. Banyaknya protein yang dapat diserap oleh tubuh dan semakin sedikit protein yang dikatabolisme menjadi energi, ini merupakan indikator pertumbuhan yang tinggi pada ikan lele (*Clarias gariepinus*). Dijelaskan oleh Handajani (2011) retensi protein pada ikan dipengaruhi oleh kandungan protein yang terkandung di dalam pakan dan kemampuan ikan dalam mencerna protein dalam pakan. Nilai retensi protein dipengaruhi oleh kemampuan ikan dalam mencerna pakan yang diberikan.

Menurut Pulungsari (2016) retensi protein perlu mendapat perhatian khusus dalam melihat kontribusi protein yang dikonsumsi dalam pakan pada pertambahan



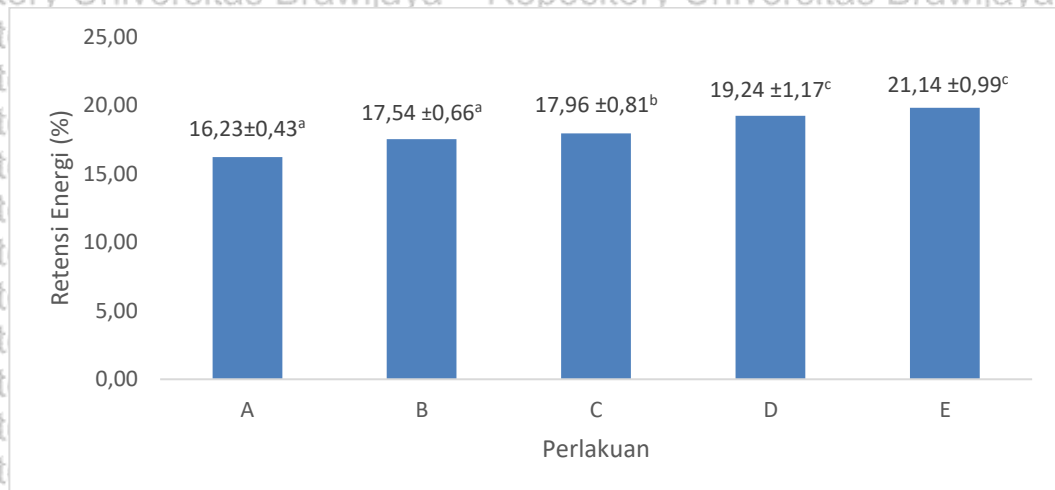
tubuh ikan. Nilai retensi protein menunjukkan kualitas protein dalam pakan, semakin tinggi nilai retensi protein maka pakan semakin baik. Retensi protein berkaitan erat dengan pemanfaatan protein pakan yang diberikan dan kandungan protein yang tersimpan dalam tubuh ikan uji.

Rendahnya retensi protein pada substitusi protein pada formulasi pakan ikan lele (*Clarias gariepinus*) pada perlakuan A disebabkan kandungan serat kasar dan mineral yang masih relatif tinggi. Tingginya serat kasar dan mineral di dalam pakan akan menghambat penyerapan nutrisi dalam tubuh ikan lele (*Clarias gariepinus*).

Handayani dan Widodo (2010) menyatakan tingginya kandungan serat kasar dalam ransum menyebabkan menurunnya daya cerna zat lainnya yang terkandung di dalam pakan serta transport protein menurun sebagai fungsi mineral dikarenakan kelebihan mineral. Ditambahkan oleh Melati (2012) rendahnya retensi protein yang mengakibatkan rendahnya laju tumbuh, disebabkan terbatasnya ketersediaan asam amino tertentu dalam formulasi pakan atau dapat juga terbatasnya asam amino yang dapat diserap dalam sistem pencernaan ikan.

5.2.6 Retensi Energi

Retensi energi dan analisis ragam ikan lele (*Clarias gariepinus*) dapat dilihat pada Lampiran 13. Retensi energi merupakan nutrisi yang dapat diserap dalam pakan yang disimpan dalam tubuh. Rata-rata nilai retensi energi ikan lele (*Clarias gariepinus*) pada perlakuan A sebesar 16,23 %, perlakuan B sebesar 17,54, perlakuan C sebesar 17,96 %, perlakuan D sebesar 19,24 % dan perlakuan E sebesar 21,14%. Nilai rata-rata retensi energi tiap-tiap perlakuan dapat dilihat pada Gambar 20.



Gambar 20. Grafik rata-rata retensi energi pada ikan lele (*Clarias gariepinus*) selama penelitian.

Tingginya retensi energi yang dihasilkan pada perlakuan E sebesar 18,82%, hal ini dikarenakan pakan yang tersedia untuk memenuhi kebutuhan energinya.

Menurut Ali dan Al-Asgah (2001) yang menyatakan bahwa kebutuhan energi pada ikan diperoleh dari protein, lemak dan karbohidrat yang terdapat dalam pakan ikan tetapi kandungan dari protein dan energi pakan yang diberikan harus sesuai dengan kebutuhan ikan itu sendiri dikarenakan apabila kandungan protein atau energi berlebihan akan terbuang melalui urine dan akan mencemari media pemeliharaan. Ditambahkan oleh Pulungsari (2016) retensi energi menunjukkan besarnya kontribusi energi pakan yang dikonsumsi terhadap penambahan energi ikan. Pakan yang diberikan merupakan sumber energi yang digunakan untuk pemeliharaan ikan, aktivitas metabolisme dan pertumbuhan.

Menurut Handayani dan Widodo (2010), menyatakan bahwa keseimbangan antara energi dan kadar protein sangat penting dalam meningkatkan laju pertumbuhan ikan karena apabila kebutuhan energi kurang maka protein akan dipecah dan digunakan sebagai sumber energi sehingga jumlah protein yang seharusnya dapat dimanfaatkan untuk pertumbuhan menjadi berkurang.

Ditambahkan didalam NRC (1993) menyatakan bahwa pemanfaatan energi

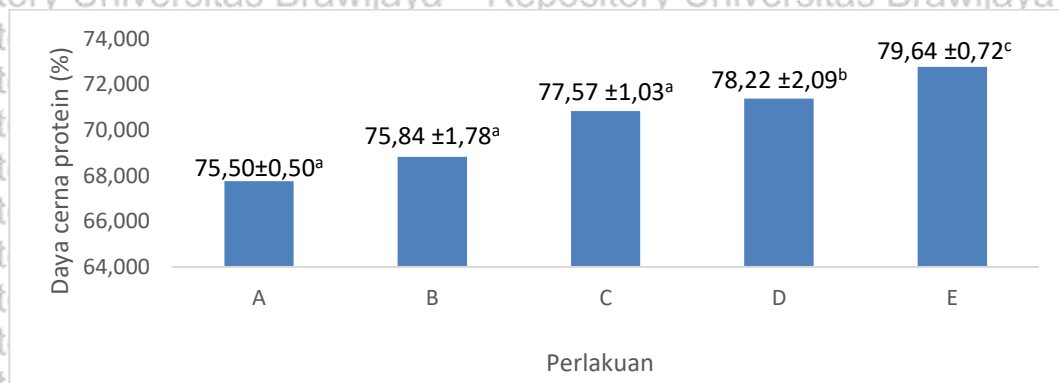


dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu level energi yang dikonsumsi, daya cerna, kandungan energi dalam pakan dan fungsi fisiologis ikan. Kebutuhan energi pada ikan diperoleh dari protein, lemak dan karbohidrat yang terdapat dalam pakan yang dimakan oleh ikan.

5.2.7 Daya Cerna Protein

Menurut Tilman *et al.* (1996) daya cerna adalah kemampuan untuk mencerna suatu bahan, sedangkan bahan yang tercerna adalah bagian dari pakan yang tidak diekskresikan dalam feses. Nilai nutrisi dari suatu makanan bagi ikan bergantung pada sejauh mana ikan tersebut mampu mencerna makanan tersebut. Untuk mengetahui besarnya daya cerna ikan terhadap makanan dapat dilakukan dengan menggunakan Chromix Oxide (Cr_2O_3) sebagai indikator. Selanjutnya feses yang mengandung Cr_2O_3 dikumpulkan dan dianalisis kandungan zat tersebut. Perbandingan Cr_2O_3 dalam pakan dan feses dapat memberikan perkiraan daya cerna pakan.

Hasil pengamatan terhadap perhitungan daya cerna protein ikan lele (*Clarias gariepinus*) dan analisis keragaman daya cerna protein dapat dilihat pada Lampiran 14. Rata-rata nilai daya cerna protein pada penelitian ini di perlakuan A sebesar 75,50 %, perlakuan B sebesar 75,84 %, perlakuan C sebesar 77,57 %, perlakuan D sebesar 78,22 %, dan perlakuan E sebesar 79,64 %. Gambar grafik rata rata daya cerna protein ikan lele (*Clarias gariepinus*) setiap perlakuan dapat dilihat pada Gambar 21 di bawah ini.



Gambar 21. Grafik nilai rata-rata daya cerna protein pada ikan lele (*Clarias gariepinus*) selama penelitian.

Menurut Utomo et al. (2011) rata-rata nilai daya cerna protein pada penelitian ini relatif lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian daya cerna protein ikan lele (*Clarias gariepinus*) ketercernaan protein ikan pada perlakuan tingkat suplementasi fermentasi daun mata lele menggunakan *Trichoderma harzianum* sebanyak 60% sebesar 60,85%. Menurut Mudjiman (2001) dijelaskan bahwa daya cerna protein umumnya sangat tinggi hingga mencapai 90% sedangkan pada penelitian ini hanya mencapai 72,77%. Hal ini mungkin disebabkan proporsi bahan nabati dalam pakan sebesar 20%. Menurut Handajani dan Widodo (2010) bahan pakan yang berasal dari produk hewani secara umum lebih mudah dicerna dibanding produk dari nabati. Dari berbagai macam protein ada yang mempunyai kecernaan lambat, sehingga mengakibatkan asam amino lain yang telah tersedia akan mengalami deaminasi. Menurut Hemre et al. (2002) bahwa pakan yang mengandung serat dapat mengurangi bobot badan ikan, dan memberikan rasa kenyang karena komposisi karbohidrat kompleks yang dapat mengurangi nafsu makan sehingga menyebabkan turunnya konsumsi pakan dan menurunkan pertumbuhan ikan.

Menurut Halver dan Hardy (2002) protein adalah nutrisi yang dibutuhkan dalam jumlah besar pada formulasi pakan ikan. Protein dibutuhkan secara terus menerus oleh ikan untuk membentuk jaringan baru (pertumbuhan dan reproduksi)

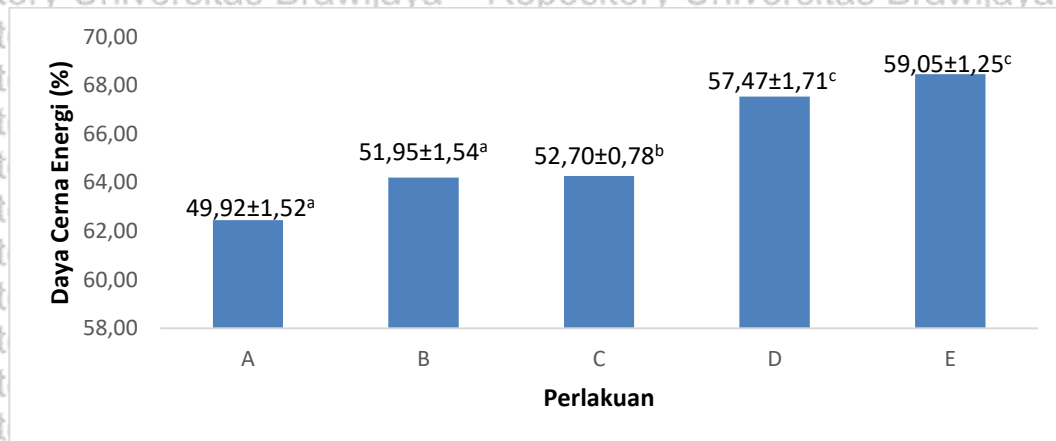


atau untuk mengganti protein yang hilang (pemeliharaan). Ketidak-cukupan protein dalam pakan akan menurunkan pertumbuhan atau hilangnya bobot badan karena diambilnya protein dari jaringan yang kurang penting untuk memelihara jaringan yang lebih penting. Di sisi lain protein yang terlalu banyak disuplai dari pakan hanya sebagian kecil yang akan digunakan untuk membuat protein baru dan sisanya akan dikonversi menjadi energi.

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 (Fuzaya, 2004).

5.2.8. Daya Cerna Energi

Data perhitungan daya cerna energi ikan lele (*Clarias gariepinus*) dan analisis keragaman daya cerna energi dapat dilihat pada Lampiran 15. Berdasarkan data diatas rata-rata nilai daya cerna energi pada penelitian ini didapatkan hasil pada perlakuan A (49,92%), perlakuan B (51,95%), perlakuan C (52,70%) perlakuan D (57,47%) dan perlakuan E (59,05%) . Gambar grafik nilai rata-rata daya cerna energi dapat dilihat pada Gambar 22.



Gambar 22. Grafik nilai rata-rata daya cerna energi pada ikan lele (*Clarias gariepinus*) selama penelitian.

Tingginya nilai kecernaan energi dibandingkan dengan kecernaan protein menunjukkan bahwa penelitian ini ikan lele (*Clarias gariepinus*) mampu memanfaatkan energi dari karbohidrat. Selain itu nilai kecernaan yang meningkat menunjukkan ikan lele (*Clarias gariepinus*) lebih mampu memanfaatkan nutrisi dari bahan baku yang telah difermentasi (Indariyanti dan Rachmawati, 2013)

Karbohidrat digunakan sebagai sumber energi non-protein menggantikan protein sebagai sumber energi. Apabila pakan kekurangan akan energi non-protein maka ikan akan menggunakan sebagian dari protein untuk mencukupi kebutuhan energi. Sebaliknya bila pakan mengandung energi terlalu banyak dalam kaitannya dengan protein maka ikan akan berhenti makan segera setelah kebutuhan energinya terpenuhi (Subandiyono, 2009).

5.3 Kualitas Air

Air merupakan faktor penting dalam media hidup ikan. Kisaran sifat fisika dan kimia air harus selalu dikondisikan dalam keadaan yang optimum selama penelitian. Berdasarkan data kualitas air saat penelitian selama 30 hari (Lampiran 30), didapatkan kisaran dari parameter kualitas air yang disajikan pada Tabel 16 berikut ini.


Tabel 16. Nilai rata-rata kualitas air selama pemeliharaan

Parameter	Perlakuan				
	A (0%)	B (25%)	C (50%)	D (75%)	E (100%)
pH pagi	7,83±0,11	7,95±0,05	7,99±0,13	7,91±0,06	7,74±0,14
pH sore	7,84±0,04	7,91±0,02	7,81±0,07	7,78±0,05	7,67±0,17
Suhu pagi (°C)	28,0±0,03	28,2±0,3	28,1±0,18	28,0±0,04	28,1±0,1
Suhu sore (°C)	30,1±0,13	30,2±0,1	30,2±0,04	30,1±0,03	30,5±0,21
DO Pagi (ppm)	6,48±0,83	6,49±0,21	6,61±0,16	6,53±0,12	6,40±0,26
DO Sore (ppm)	6,24±0,15	6,25±0,14	6,40±0,06	6,32±0,10	6,40±0,31
Amonia (ppm)	0,46 ± 0,02	0,48 ± 0,11	0,45 ± 0,17	0,56 ± 0,06	0,56 ± 0,02

Berdasarkan Tabel 14 kisaran nilai fisika dan kimia air selama penelitian cukup baik untuk mendukung kelangsungan hidup dan pertumbuhan ikan lele (*Clarias gariepinus*). Sebagaimana yang dinyatakan oleh Rosmawati dan Muarif (2016) pH yang optimum untuk ikan lele (*Clarias gariepinus*) berkisar antara 5-9 selama penelitian pH berkisar antara 6,5 - 7. Suhu berkisar antara 28-30°C DO yang dihasilkan 5,50 – 6,77 ppm dan ammonia 0,040 – 0,060 ppm. Kualitas air media pemeliharaan benih ikan lele selama penelitian masih dalam kisaran yang baik untuk pertumbuhan dan kelangsungan hidup, meskipun ada nilai parameter kualitas air yang menurun dengan meningkatnya kepadatan ikan. Kisaran kualitas air selama penelitian dapat dilihat pada Tabel 17.

Tabel 17. Kisaran kualitas air saat pemeliharaan ikan lele dan menurut pustaka

Parameter	Hasil	Normal	Pustaka
Kualitas Air			
pH	7,44 – 7,95	7 – 8	Tania, 2016
Suhu (°C)	28 - 30°	26 – 31	
DO (ppm)	6,24 – 6,61	4,4 - 4,6	
Amonia (ppm)	0,46 - 0,56	< 0,6	

Berdasarkan analisis statistik terhadap data kualitas air selama pemeliharaan, pH, Suhu, DO dan Amonia memiliki notasi yang sama, perlakuan yang diberikan pada penelitian tidak berpengaruh nyata terhadap kualitas air. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan tepung tepung daun talas (*Colocasia esculenta* L.) terfermentasi (*Trichoderma viride*) dalam formulasi pakan tidak



memberikan pengaruh terhadap kualitas air selama pemeliharaan ikan lele
(*Clarias gariepinus*).



6. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Waktu terbaik tepung daun talas (*Colocasia esculenta L.*) terfermentasi *Trichoderma viride* selama fermentasi 7 hari. Dengan hasil proksimat protein 22,07 %, lemak 7,13 %, abu 11,34 %, serat kasar 6,88 %, selulosa 16,88 %, aktivitas enzim selulase 3,03 IU/ml, glukosa 0,54 % dan nilai asam amino esensial (histidine 0,31, threonine 0,11, arginine 0,57, methionine 0,48, valine 0,64, phenylalanine 0,65, isoleucine 0,53, leucine 0,86 dan lysine 0,98).
2. Dosis terbaik protein tepung daun talas (*Colocasia esculenta L.*) terfermentasi *Trichoderma viride* untuk mensubstitusi protein tepung ikan dalam formulasi pakan ikan lele (*Clarias gariepinus*) adalah 20 % untuk laju pertumbuhan spesifik 1,85%BB/hari; rasio konversi pakan 1,42%; rasio efisiensi protein 2,19%; retensi protein 29,73%, retensi energi 19,82%; untuk daya cerna protein 79,64% dan daya cerna energi 59,05%.

6.2 Saran

Perlu adanya penelitian lebih lanjut tentang penurunan serat kasar menggunakan metode selain fermentasi yang dihasilkan maksimal dengan memakai alat yang steril agar tidak terjadi kontaminasi dan perlu adanya uji pH pada tepung daun talas. Berdasarkan hasil penelitian tepung daun talas (*Colocasia esculenta L.*) terfermentasi *Trichoderma viride* sebanyak 20% dapat dijadikan sebagai substitusi tepung ikan dalam formula pakan.



DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Zaenal. 2015. Pertumbuhan dan konsumsi pakan ikan lele (*Clarias sp.*) yang diberi pakan berbahan baku lokal. Depik, 4 (1): 33-39.
- 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.
- Ainun. Tsarroh. 2011. Fermentasi kulit singkong dengan *Trichoderma viride* dan *Bacillus subtilis* terhadap kandungan protein kasar dan serat kasar sebagai bahan pakan alternatif pada ikan. Jurnal Gizi dan Pangan Vol 7 (1) :93-101.
- Ali, A and N.A. Asgah. 2001. *Effect of feeding different carbohydrate to lipid ratios on the growth performance and body composition of Nile Tilapia Oreochromis niloticus* fingerlings. *Journal EDP Sciences*. 50 : 91-100.
- Aliyani, Ade. 2002. Persentase berat karkas dan organ dalam ayam boiler yang diberi tepung daun talas (*Colocasia esculenta* (L.) Schoot) dalam ransumnya. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. 3 : 101-105.
- Amalia, L, Heviana Ferazuma dan S. A. Marliyati. 2011. Substitusi tepung kepala ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*) untuk meningkatkan kandungan kalsium crackers. Jurnal Gizi dan Pangan. 6 (1) :18-27.
- Amanta, Ricky. 2012. Pengaruh kombinasi pakan alami dengan pakan buatan terhadap pertumbuhan benih ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*). Jurnal Gizi dan Pangan. 8 (1) :56-61.
- Arini, Endang, Subandiyono, dan R. Amalia. 2013. Pengaruh penggunaan papain terhadap tingkat pemanfaatan protein pakan dan pertumbuhan lele dumbo (*Clarias gariepinus*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*. 2 (1) : 136-143.
- Arnata, I.W. 2009. Pengembangan alternatif teknologi bioproses pembuatan bioetanol dari ubi kayu menggunakan *Trichoderma viride*, *Aspergillus niger* dan *Saccharomyces cerevisiae*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Biologi 2: 92-98.
- Aryani, N, Adelina, dan M.A. Fajri. 2016. Penambahan probiotik dalam pakan terhadap pertumbuhan dan efisiensi pakan benih ikan baung (*Hemibagrus nemurus*). Jurnal Ilmiah Perikanan Dan Kelautan. 6 (1) : 4.
- Badan Standarisasi Nasional. 2006. SNI 01-4087-2006. Syarat Mutu Pakan Ikan Lele Dumbo.



Basuki dan Bahri. 2012. Pemanfaatan kupang putih (*corbula faba*) pada pakan ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*). Samakia 3 (2) : 13-16.

Beldman, G. Marjo F, Searle V. L, Frank M, Rombouts dan Fons G. J V. 2005. *The cellulase of Trichoderma viride : purification, characterization and comparison of all detectable endoglucanases, exoglucanases and P-glucosidases*. Eur J. Biochem, 146 : 301-308.

Brata, Bieng. 2008. Uji lama fermentasi dan persentase inokulum melalui kapang *Trichoderma harzianum* terhadap peningkatan kualitas isi rumen sebagai pakan ayam. Jurnal Sain Peternakan Indonesia : 3 (2) ISSN 1978-3000

Budiharjo, Agung, Intan Estitaka Alamanda dan Noor Soesanti Handajani. 2007. Penggunaan metode hematologi dan pengamatan endoparasit darah untuk penetapan kesehatan ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*) di kolam budidaya desa Mangkubumen Boyolali. Biodiversitas 8 (1) : 34-38.

Buntha.P, K. Borin, T. R. Preston dan B. Ogle. 2008. *Effect of Taro (Colocasia esculenta) leaf silage as replacement for fish meal on feed intake and growth performance of crossbred pigs*. Livestock Research For Rural Develoelopment. 20 : 1-6.

Buwono, I.D. 2000. Kebutuhan asam amino esensial dalam ransum ikan. Kanisius,Yogyakarta. 56 hlm.

Cecilia, Sindy. 2016. Perencanaan pendirian usaha pembesaran dan budidaya ikan lele. STIE MDP Palembang. 35 hlm.

Djurki dan Bambang, S.P. 2003. Pengaruh naungan paranet terhadap sifat toleransi tanaman talas (*Colocasia esculenta (l.) Schott*). Ilmu Pertanian, 10 (2) : 17 – 25.

Elphawati, D. R. Pratiwi dan N. Radiastuti. 2015. Aplikasi *effective microorganism* 10 (EM₁₀) untuk pertumbuhan ikan lele sangkuriang (*Clarias gariepinus* var. Sangkuriang) di kolam budidaya lele Jombang, Tangerang. Al-Kauniyah Jurnal Biologi. 8 (1) : 1-8.

Fadhil. 2013. Tingkat Pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan lele / keli (*Clarias batrachus*) dalam system akuakultur resirkulasi. Academy of Islamic Studies. 2013: 26-30.

Fadlila, Wildan Nur. 2015. Identifikasi Senyawa AKtif Antibakteri dengan Metode Bioautografi KLT Terhadap Ekstrak Etanol Tangkai Daun Talas (*Colocasia esculenta (L.) Schoot*. Agriculture. 300 : 267–274.



Fellows, P.J. 1992. *Food Processing Technology; Principles and Practice*. Ellis Horwood Limited, England. 206 p.

Fitrani, Mirna, Warasto, Dan Yulisman. 2013. Tepung kiambang (*Salvinia molesta*) terfermentasi sebagai bahan pakan ikan nila (*Oreochromis niloticus*). Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia, 1(2) :173-183 (2013) ISSN : 2303-2960.

Fuzaya, Y. 2004. Fisiologi Ikan. Rineka Cipta: Jakarta. 179. Hlm.

Gunam, Ida Bagus Wayan. 2011. Produksi selulase kasar dari kapang *Trichoderma viride* dengan perlakuan konsentrasi substrat ampas tebu dan lama fermentasi. Jurnal Biologi, XV (2) : 29 - 33.

Gunawan dan Munawwar. 2015. Analisa proksimat formulasi pakan pelet dengan penambahan bahan baku hewani yang berbeda. Acta Aquatica 2 (1) : 23-30.

Gusnawaty, HS, M. Taufik, L. Triana dan Asniah. 2014. Karakterisasi morfologis *Trichoderma spp.* Indigenus Sulawesi Tenggara. Jurnal Agroteknos, 4 (2) : 87-93.

Halver, J.E. and R.W. Hardy. 2002. *Fish Nutrition, Third Edition*. Academic Press, USA. 807 pp.

Handajani. 2011. Optimalisasi substitusi tepung azolla terfermentasi pada pakan ikan untuk meningkatkan produktifitas ikan nila gift. Jurnal Teknik Industri. 12 (2) : 177-181.

Handajani, H., dan W. Widodo. 2010. Nutrisi Ikan. UMM Press. Malang. 271 hlm.

Hasidah, Mukarlina, dan D. W. Rousdy. 2017. Kandungan pigmen klorofil, karotenoid dan antosianin daun *caladium*. Protobiont, 6 (2) : 29 -37.

Hasrah, M.A. Suprayudi, dan N. B. P. Utomo. 2016. Kinerja pertumbuhan dan status kesehatan ikan lele, *Clarias gariepinus* (Burchell 1822) yang diberi tambahan selenium organik kadar berbeda. Jurnal Ikhtiologi Indonesia 16 (3) : 289-297.

Hemre, G.I., T.P. Mommsen. and A. Kroghdahl. 2002. *Carbohydrates in fish nutrition: effects on growth, glucose metabolism and hepatic enzymes*. *Aquaculture Nutrition*. 8 : 175–194.

Herlina, Lina. 2009. Potensi *Trichoderma harzianum* sebagai Biofungisida pada tanaman tomat. BIOSAINTEFIKA, 1 (1) : 62-69.

Hidayah, M dan M. Hazmi. 2017. Isolasi dan uji aktivitas enzim selulase pada bakteri selulolitik asal tanah sampah. Agritrop, 15 (2) : 293 – 308.



Hidayat, R. 2002. Produksi dan pemanfaatan enzim selulase asal kapang *Trichoderma viride* untuk perbaikan mutu nutrisi silase jerami padi. Institut Pertanian Bogor, Bogor. 87 hlm (Thesis).

Indariyanti, N. dan Rakhmawati. 2013. Peningkatan kualitas nutrisi limbah kulit buah kakao dan daun lamtoro melalui fermentasi sebagai basis protein pakan ikan nila. Jurnal penelitian pertanian terapan. 13 (2) : 108-115.

Ketaren, 2003. Perbandingan aktivitas enzim selulase dari bakteri dan kapang hasil isolasi dari rayap. JITV, 8 (4): 1-6.

Lampheuy K. dan J.K. Lindberg. 2013. *Effect of replacing soybean protein by taro leaf (Colocasia esculenta (L.) Schott) protein on growth performance of exotic (Landrace × Yorkshire) and native (Moo Lath) Lao pigs*. Tropical Animal Health Production, 45 (1) : 45- 51.

Lars, E. R. B dan L. G. Pettersson. 2003. *The Mechanism of Enzymatic Cellulose Degradation Purification of a Cellulolytic Enzyme from Trichoderma viride Active on Highly Ordered Cellulose*. Eur. J. Biochem, 37 : 21-30.

Lewu. M.N, Adebola, P.O dan Afolayan, A.J. 2009. *Effect of cooking on the proximate composition of the leaves of some accessions of Colocasia esculenta (L.) Schott in KwaZulu-Natal province of South Africa*. African Journal of Biotechnology, 8 (8) : 1619 -1622.

Liman, Nur Eka Setyawati, Dan Muhtaruddin. 2015. Pengaruh lama fermentasi *Trametes sp.* Terhadap kadar bahan kering, kadar abu, dan kadar serat kasar daun nenas varietas smooth cayene. Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

Liwe, Hengkie, B. Bagau, dan M.R Imbar. 2014. Pengaruh lama fermentasi daun pisang dalam ransum terhadap efisiensi penggunaan pakan ayam boiler. Jurnal Zootek, 34 (2) : 114 -123.

Mathia, Wilson M and Foreadar. 2012. *Evaluation of boiled taro leaves, Colocasia esculenta (L.) Schott, as a freshwater shrimp, Caridina nilotica Roux protein replacement, in diets of Nile tilapia, Oreochromis niloticus (Linnaeus)*. Aquaculture , 2 : 356-357.

Melati. 2012. Pengaruh Fermentasi Menggunakan *Trichoderma Viride* Dan *Phanerochaete Chrysosporium* Serta Gabungan Keduanya Terhadap Komposisi Nutrien Tepung Jagung Sebagai Bahan Baku Pakan Ikan. J. Ris. Akuakultur, 7 (1) : 41-47.

Melati, Irma. 2010. Peningkatan kualitas bahan nabati (dedak padi dan dedak polar) melalui proses fermentasi (*Rhizopus oligosporus*) dan penggunaannya



- dalam pakan ikan mas (*Cyprinus carpio*). Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur : 45-55 hlm.
- Mudjiman, .A. 2001. Makanan Ikan. Penebar swadaya : Jakarta. 182 hlm.
- Mulia, D. S., E. Yulyanti, H. Maryanto dan C. Purbamartono. 2015. Peningkatan kualitas ampas tahu sebagai bahan baku pakan ikan dengan fermentasi *Rhizopus oligosporus*. SAINTEKS 12(1) : 1-6.
- National Research Council. 1993. Nutrient Requirement of Fish. National Academic of Science. Washington, D. C. 104 p.
- Nurhajati, Tri, Winda Hervina, dan Agustono. 2011. Kandungan protein kasar dan serat kasar kulit pisang kepok (*Musa Paradisiaca*) yang difermentasi dengan *Trichoderma Viride* sebagai bahan pakan alternatif pada formulasi pakan ikan mas (*Cyprinus Carpio*). Jurnal Kelautan, 4 (1) : 1907-9931.
- Pereira, Patricia R. 2015. *Crude extract from taro (Colocasia Esculenta) as a natural source of bioactive proteins able to stimulate haematopoietic cells in two murine models*. Journal Of Functional Foods , 8 : 333-343.
- Pinandoyo, Gita Paramadina Putranti, dan Subandiyono. 2015. Pengaruh protein dan energi yang berbeda pada pakan buatan terhadap efisiensi pemanfaatan pakan dan pertumbuhan ikan mas (*Cyprinus Carpio*). Journal of Aquaculture Management and Technology, 4 (3) : 38-45.
- Prayitno, S. B, Teguh, E. S. A. H dan Agung S. 2014. Pengaruh padat tebar berbeda terhadap pertumbuhan dan kelulushidupan benih lele (*Clarias gariepinus*) dalam media bioflok. Journal of Aquaculture Management and Technology, 3 (3) : 35-42.
- Pretty. 2018. Pengaruh pemberian probiotik Em4 dalam pakan buatan dengan dosis yang berbeda terhadap pertumbuhan dan kelulushidupan ikan nila merah (*Oreochromis Niloticus*) di air payau. Jurnal Perikanan dan Kelautan 4 : 1-11.
- Priskila, Fibe. 2007. Pengaruh penggunaan kombucha terhadap kandungan protein kasar dan serat kasar pada fermentasi daun talas (*Colocasia esculenta*). ADLN 4 : 34-40.
- Pulungsari. 2016. Retensi protein dan retensi energi ikan cupang plakot yang mengalami pemuasaan. Jurnal Iktiologi Indonesia. 7 : 1-6.
- Puspitasari, Ninik Dan Sidik, Muhammad. 2009. Pengaruh jenis vitamin b dan sumber nitrogen dalam peningkatan kandungan protein kulit ubi kayu melalui proses fermentasi. Jurnal Gizi Pangan 9 : 1-5.
- Putra. I, T.Yulianingrum dan N. A. Pamukas. 2015. Pemberian pakan yang difermentasikan dengan probiotik untuk pemeliharaan ikan lele dumbo



(*clarias gariepinus*) pada teknologi bioflok. *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 3 (4) : 9-17

Putri, Devy Rahmawati. 2012. Kandungan bahan kering, serat kasar dan protein kasar pada daun lamtoro (*Leucaena Glauca*) yang difermentasi dengan probiotik sebagai bahan pakan ikan. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan* Vol. 4(2) : 1-9.

Rachmatika, Ike dan Wahyu Dewantoro, G. 2006. Jenis-jenis ikan introduksi di perairan tawar Jawa Barat dan Banten : catatan tentang taksonomi dan distribusinya. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 6 : 2 Hal 94 (93-97).

Rahardjo. 2016. Pengaruh level *Trichoderma viride* dan lama fermentasi pada limbah garut terhadap kandungan protein kasar dan serat kasar : alternatif bahan pakan ternak. *Jurnal Penelitian Al-Buhuts (Ilmu-Ilmu Eksakta)* Universitas Islam Malang, 7 (2): 65 – 71.

Ray, Arun Kumay dan Saha. 2011. Evaluation of nutritive value of water hyacinth (*eichhornia crassipes*) leaf meal in compound diets for rohu, *Labeo Rohita* fingerlings after fermentation with two bacterial strains isolated from fish gut. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 11: 199-207.

Retno, Endah, Enny Kriswiyanti dan Adrian Nur. 2009. Bioetanol fuel grade dari talas (*Colocasia Esculenta*). *E K U I L I B R I U M*, 8 (1) : 1–6.

Rosmawati dan Muarif. 2016. Kelangsungan hidup dan pertumbuhan benih ikan lele dumbo (*clarias sp.*) pada system resirkulasi dengan kepadatan berbeda. *Sains Akuatik* 13 (2) ; 1-8.

Safaria, Selviza. 2013. Efektivitas campuran enzim selulase Dari *Aspergillus niger* dan *Trichoderma reesei* dalam menghidrolisis substrat sabut kelapa. *JKK*, 2 (1) : 46-51.

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.

Seniwati, D. A. Tungriani, A. Karim dan Asmawati. 2013. Analisis kandungan β -karoten dan vitamin c pada berbagai varietas talas (*colocasia esculenta*). *Indonesia Chimica Acta*, 5 : 1-10.

Sepiana, L. Santoso dan B. Putri. 2013. Kajian tingkat pencernaan pakan buatan yang berbasis tepung ikan rucah pada ikan nila merah (*Oreochromis niloticus*). *E Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan*, 1 (2) : 1-8.

Setyanto. A, U. Atmomarsono dan R. Muryani. 2012. Pengaruh penggunaan tepung jahe emprit (*Zingiber officinale var amarum*) dalam ransum terhadap



laju pakan dan kecernaan pakan ayam kampung umur 12 minggu. *Animal Agriculture Journal*, 1 (1) : 711 – 720.

Setyawan, Hendi. 2007. Peningkatan kualitas nutrisi duckweed melalui fermentasi menggunakan *Trichoderma harzianum*. *Jurnal Ilmu Ternak*, 7 (2) : 113-116.

Subandiyono. 2009. Diktat Kuliah Nutrisi Ikan: Protein dan Lemak. Universitas Diponegoro. Semarang. 58 hlm.

Sudarmadji, S., B. Haryono. dan Suhardi. 2007. Analisa Bahan Makanan dan Pertanian. Penerbit Liberty: Yogyakarta. 53 hlm.

Sukardi, W. dan I. Purwaningsih. 2008. Uji coba penggunaan inokulum tempe dari kapang *Rhizopus oryzae* dengan substrat tepung beras dan ubikayu pada unit produksi tempe Sanan Kodya Malang. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 9 (3) : 207 – 215.

Suparta, N, W. Arga dan SN. Sudana. 2013. Kelayakan usaha budidaya ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*) dan pengaruhnya terhadap tingkat pendapatan petani ikan lele di Kab. Tabana. *Jurnal Manajemen Argibisnis*, 1 (1) : 1 - 8.

Supriyati. 2010. fermentasi jerami padi menggunakan *Trichoderma viride*. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner 2010. 76 hlm.

Tahpari, Evi Dan Darmawan, Jadmiko. 2018. Kebutuhan protein pakan untuk performa optimal benih ikan patin pasupati (*Pangasiid*). *Jurnal Riset Akuakultur*, 13 (1): 47-56.

Takeuchi T. 1988. *Labortory Work Chemical Evaluation of Dietary Nutrients*. Tokyo. Departement of Aquatic Biosciences Tokyo University of Fisheries. JICA. p : 179-233.

Tania, Serezova Augusta. 2016. Dinamika perubahan kualitas air terhadap pertumbuhan ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*) yang dipelihara di kolam tanah. *Jurnal Ilmu Hewani Tropika*, 5 (1) ISSN : 2301-7783.

Taqwa, Ferdinand H. 2015. Pemanfaatan limbah rumah makan untuk pakan ikan lele di UPR Mltra Cambai Prabumulih. *Jurnal Pengabdian Sriwijaya*, 8 (2): 68 – 77.

Tilawati. 2016. Kandungan protein kasar, lemak kasar dan serat kasar limbah kulit kopi yang difermentasi menggunakan jamur *Aspergillus Niger* Dan *Trichoderma Viride*. Seminar Nasional Teknologi Sains dan Peternakan. 5 : 1-7.

Tillman, A.D., H. Hartadi, S. Reksohadiprodjo. dan S. Lebdosukodjo. 1998. Ilmu Makanan Ternak Dasar. Gajah Mada University Press, Yogyakarta. 422 hlm.



Utomo, N.B.P., Nurfadhilah. dan J. Ekasari. 2011. Fermentasi daun mata lele *Azolla* sp. dan pemanfaatannya sebagai bahan baku pakan ikan nila *Oreochromis* sp. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 10 (2) : 137-143.

Widya, Mudyantini. 2008. Pertumbuhan, kandungan selulosa, dan lignin pada rami (*Boehmeria nivea* L. *Gaudich*) dengan pemberian asam giberelat (GA3). *BIODIVERSITAS*, 9 (4) : 269 – 274.

Willy N. M dan A.Septyan. 2013. Manajemen budidaya ikan lele dumbo (*Clarias* gariepinus) di kampung lele, kabupaten Boyolali, Jawa Tengah. *Media Akuakultur*, 8 (1) : 63-73.

Winarno. 1984. Bahan Pangan Terfermentasi. Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Pangan Institut Pertanian Bogor, Bogor. 27 hlm.

Wulandari, K. H, V.D. Y.B Ismadi dan Tristiarti. 2013. Kecernaan serat kasar dan energi metabolis pada ayam kedu umur 24 minggu yang diberi ransum dengan berbagai level protein kasar dan serat kasar. *Animal Agriculture Journal*, 2 (1) : 9 – 17.

Zubaidah, E. dan D. Widya. 2006. Petunjuk Praktikum Mikrobiologi Pangan. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian. Universitas Brawijaya, Malang. 263 hlm.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Gambar Pelaksanaan Penelitian



Penimbangan Bahan Fermentasi



Penanaman *Trichoderma viride*



Proses Fermentasi



Hasil Fermentasi



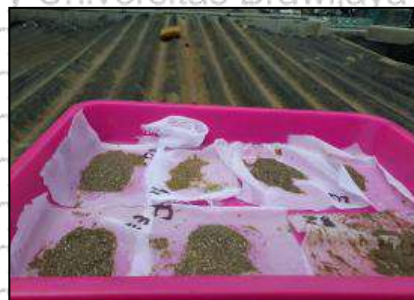
Pakan Ikan Lele



Pemeliharaan Ikan Lele



Penyiponan Aquarium



Pengeringan Feses Ikan Lele



Penimbangan Ikan Lele



Pengujian Daya Cerna



Pengujian Serat Kasar



Pengujian Proksimat



Lampiran 2. Komposisi kimia dan formulasi tiap pakan percobaan

Komposisi Kimia Bahan Pakan Percobaan

Bahan	Kadar Kering (*)	Protein (*)	Lemak (*)	Abu (*)	Serat Kasar (*)	BETN (**)	Energi (Kkal/G) (***)
Tepung Ikan	85,79	39,50	13,17	24,25	4,63	18,45	3,50
Tepung Jagung	86,46	8,22	4,93	2,09	2,84	81,92	4,05
Tepung Dedak	87,82	10,80	12,27	10,52	11,81	54,60	3,72
Tepung Kedelai	92,98	45,62	27,11	3,50	6,54	17,23	4,95
Tepung Daun Talas	89,07	21,89	6,97	15,40	18,24	37,50	3,00
Tepung Tapioka	89,34	0,25	0,03	0,09	0,43	99,20	3,98

Keterangan :

* : Hasil analisis berdasarkan literatur

** : 100 - protein - lemak - kadar abu - serat kasar

*** : $(4 \times \% \text{protein}) + (9 \times \% \text{lemak}) + (4 \times \% \text{BETN})$ kkal/g

Formulasi Pakan Percobaan Ikan Lele (*Clarias gariepinus*)

Bahan	Perlakuan (%)				
	A(0)	B(5)	C(10)	D(15)	E(20)
Tepung Ikan	39,78	37,79	35,80	33,82	31,82
Tepung Jagung	8,82	8,82	8,82	8,82	8,82
Tepung Dedak	6,72	6,72	6,72	6,72	6,72
Tepung Kedelai	28,62	28,62	28,62	28,62	28,62
Tepung Daun Talas	0,00	3,59	7,18	10,77	14,36
Tepung Tapioka	5,10	4,03	2,96	1,89	0,82
Vitamin Dan Mineral	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Cr2O3	0,50	0,50	0,20	0,50	0,50
Cmc	9,46	8,93	8,70	7,87	7,34
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Hasil Analisis Proksimat					
Protein (%)	29,44	29,51	29,62	29,79	29,86
Lemak (%)	7,94	7,87	7,82	7,78	7,65
Abu (%)	18,64	18,48	18,36	18,23	18,17
Serat Kasar (%)	15,29	15,23	14,98	14,69	14,45
BETN	28,69	28,91	29,22	29,51	29,87
Energi (kkal/g)	303,98	304,51	305,74	307,22	307,77

Lampiran 3. Hasil *scoring* fermentasi tepung daun talas

LAMA WAKTU	 K as ar	Tekstur		Aroma		Jumlah Uap Air				Jumlah Hifa				Rata -rata	
		Sedikit gumpal	Banyak gumpal	Te ng ik	Sedikit harum	Sangat Harum	Ke rin g	Le mb ab	Sedikit Uap Air	Banyak Uap Air	Tidak Ada	Ada Sedikit	Agak Banyak		Ban yak
1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	TOT AL			
5 hari (A)	 REPOSITORY.UB.AC.ID	2				3			2			2			
5 hari (B)		2				3			2			2			
5 hari (C)		2				2			3			2		27	
7 hari (A)			3				3			3				4	
7 hari (B)					4			4			4			4	
7 hari (C)			3					4		3				4	
9 hari (A)			3				2			3				3	
9 hari (B)			3				2			3				3	
9 hari (C)					4			3			3			3	

Keterangan :

Nilai skoring	Jumlah gumpalan	Aroma	Jumlah uap air	Jumlah hifa
1 (TidakBaik)	Lembut <10%	Tengik >40%	Kering <10%	Tidak ada <10%
2 (KurangBaik)	Ada gumpalan <10 - <25%	Agak Berbau >25 - <40%	Ada uap air <10 - <25%	Ada sedikit <10 - <25%
3 (Baik)	Sedikit gumpalan >25 - <40%	Sedikit harum >10 - <25%	Sedikit uap air >25 - <40%	Agak Banyak >25 - <40%
4 (SangatBaik)	Banyak gumpalan >40%	Sangat harum <10%	Banyak uap air >40%	Banyak >40%



Lampiran 4. Analisis Serat kasar

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata	Stdev
	1	2	3			
A	17,24	17,18	16,97	51,39	17,13	0,14
B	7,18	7,08	7,17	21,43	7,14	0,06
C	6,77	6,89	6,98	20,64	6,88	0,11
D	6,89	7,34	7,28	21,51	7,17	0,24
Total	38,08	38,49	38,4	114,97		

FK (Faktor koreksi)	1101,508					
JK Total	228,3017					
JK Koreksi	228,1138					
JK Acak	0,187867					
Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	3	228,1138	76,03794	3237,954	4,07	7,59
Acak	8	0,187867	0,023483			
Total	11	228,3017				

SED	0,125122
BNT 5%	0,232727
BNT 1%	0,362354

Perlakuan	Rata-rata	C	B	D	A	Notasi
		6,88	7,14	7,17	17,13	
C	6,88	0,00				a
B	7,14	0,26	0,00			b
D	7,17	0,29	0,03	0,00		b
A	17,13	10,25	9,99	9,96	0,00	c



Lampiran 5. Analisis Selulosa

Perlakuan	Ulangan 1	2	3	Total	Rata-rata	SD
0	28,94	29,18	29,07	87,19	29,06	0,12
5	19,18	19,08	19,17	57,43	19,14	0,06
7	16,77	16,89	16,98	50,64	16,88	0,11
9	17,89	17,98	17,78	53,65	17,88	0,10

FK (Faktor koreksi) = 5163,016

JK Total = 284,7392

JK Koreksi = 284,662

JK Acak = 0,0772

Sumber Keragaman	JK	KT	F hitung	F 5%	F 1%
------------------	----	----	----------	------	------

Perlakuan	3	284,662	94,88734	9832,885	4,07	7,59
-----------	---	---------	----------	----------	------	------

Acak	8	0,0772	0,00965			
------	---	--------	---------	--	--	--

Total	11	284,7392				
-------	----	----------	--	--	--	--

SED = 0,080208

BNT 5 % = 0,149187

BNT 1 % = 0,232283

Tabel hasil uji BNT

Perlakuan	Rata-rata	C	D	B	A	Notasi
		16,88	17,88333	19,14333	29,06333	
C	16,88	0				a
D	17,88333	1,003333	0			b
B	19,14333	2,263333	1,26	0		c
A	29,06333	12,18	11,18	9,92	0	d



Lampiran 6. Analisis Aktivitas Enzim Selulase

Perlakuan	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	Total	Rata-rata	SD
0	1,89	1,68	1,95	5,52	1,84	0,14
5	2,94	2,98	2,96	8,88	2,96	0,02
7	3,00	3,06	3,04	9,10	3,03	0,03
9	2,96	3,06	3,04	9,06	3,02	0,05

FK (Faktor koreksi)

88,34613

JK Total

3,108467

JK Koreksi

3,06

JK Acak

0,048467

Sumber Keragaman

db

JK

KT

F hitung

F 5%

F 1%

Perlakuan

3

3,06

1,02

168,3631

4,07

7,59

Acak

8

0,048467

0,006058

Total

11

3,108467

SED

0,063552

BNT 5%

0,118207

BNT 1%

0,184047

Perlakuan	Rata-rata	A	B	D	C	Notasi
		1,840	2,960	3,020	3,033	
A	1,840	0				a
B	2,96	1,12	0			b
D	3,02	1,18	0,06	0		b
C	3,033333	1,19	0,073333	0,013333	0	b



Lampiran 7. Analisis Glukosa

Perlakuan	Ulangan 1	2	3	Total	Rata- rata	SD
0	1,32	1,45	1,38	4,15	1,38	0,07
5	0,89	0,88	0,85	2,62	0,87	0,02
7	0,53	0,54	0,56	1,63	0,54	0,02
9	0,65	0,62	0,67	1,94	0,65	0,03
FK (Faktor koreksi)	8,909633					
JK Total	1,270567					
JK Koreksi	1,2595					
JK Acak	0,011067					
Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	3	1,2595	0,419833	303,494	4,07	7,59
Acak	8	0,011067	0,001383			
Total	11	1,270567				
SED	0,030368					
BNT 5%	0,056485					
BNT 1%	0,087946					
Perlakuan	Rata-rata	C	D	B	A	Notasi
		0,54	0,65	0,87	1,38	
C	0,54	0				a
D	0,65	0,10	0			b
B	0,87	0,33	0,23	0		c
A	1,38	0,84	0,74	0,51	0	d



Lampiran 8. Survival Rate (SR)

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata	SD
	1	2	3			
A	55,66	55,66	56,52	167,84153	55,95	0,49
B	55,66	55,66	56,52	167,84153	55,95	0,49
C	57,69	56,52	55,55	169,75641	56,59	1,07
D	56,52	58,52	56,52	171,55353	57,18	1,15
E	56,52	57,69	57,69	171,89478	57,30	0,68
TOTAL	282,05	284,05	282,79	848,89		
RATA2	56,41	56,81	56,56	169,78		
FK	48040,7					
JK total	11,89492					
JK perlakuan	5,044519					
JK acak	6,850401					
Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F hitung	F 5 %	F 1 %
Perlakuan	4	5,044519	1,26113	1,8409574	3,478	5,994
Acak	10	6,850401	0,68504		3,478	5,994
Total	14	11,89492				
SED	0,675791					
BNT 5%	1,505662					
BNT 1%	2,141582					
Perlakuan	Rata-rata	A	B	C	D	E
		55,95	55,95	56,59	57,18	57,30
A	55,95	0				
B	55,95	0,00	0			
C	56,59	0,64	0,64	0		
D	57,18	1,24	1,24	0,60	0	
E	57,30	1,35	1,35	0,71	0,11	0



Lampiran 9. Laju Pertumbuhan Spesifik (SGR)

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata	Stdev
	1	2	3			
A	1,39	1,43	1,41	4,23	1,41	0,02
B	1,53	1,56	1,51	4,60	1,53	0,03
C	1,51	1,60	1,64	4,75	1,58	0,07
D	1,67	1,48	1,71	4,86	1,62	0,12
E	1,91	1,79	1,86	5,55	1,85	0,06
Total	8,01	7,86	8,14	24,00		

FK	38,4024
JK total	0,3601
JK perlakuan	0,3116
JK acak	0,0486

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	4	0,31156	0,07789	16,03329	3,478	5,994
Acak	10	0,04858	0,00486		3,478	5,994
Total	14	0,36014				

SED	0,056909639
BNT 5%	0,126794675
BNT 1%	0,180346646

Perlakuan	Rata-rata	A	B	C	D	E	Notasi
		1,41	1,53	1,58	1,62	1,85	
A	1,41	0					a
B	1,53	0,00	0				a
C	1,58	0,17	0,05	0			b
D	1,62	0,21	0,09	0,04	0		b
E	1,85	0,44	0,32	0,27	0,23	0	c



Lampiran 10. Rasio Konversi Pakan (FCR)

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata	Stdev
	1	2	3			
A	1,82	1,77	1,84	5,43	1,81	0,04
B	1,64	1,61	1,77	5,02	1,67	0,08
C	1,63	1,61	1,73	4,97	1,66	0,06
D	1,62	1,81	1,50	4,93	1,64	0,16
E	1,45	1,46	1,35	4,25	1,42	0,06
Total	12,01	12,68	12,76	24,60	8,20	0,40

FK	40,3531
JK total	0,3232
JK perlakuan	0,24174
JK acak	0,0815

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	4	0,24174	0,06044	7,41648	3,478	5,994
Acak	10	0,08149	0,00815	3,478	5,994	
Total	14	0,32323				

SED	0,073705491
BNT 5%	0,164215834
BNT 1%	0,233572701

Perlakuan	Rata-rata	E	D	C	B	A	Notasi
		1,42	1,64	1,66	1,67	1,81	
E	1,42	0					a
D	1,64	0,00	0				b
C	1,66	0,24	0,01	0			b
B	1,67	0,26	0,03	0,02	0		b
A	1,81	0,39	0,17	0,15	0,14	0	b



Lampiran 11. Rasio Efisiensi Pakan (PER)

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata	Stdev
	1	2	3			
A	1,69	1,74	1,67	5,10	1,70	0,04
B	1,89	1,91	1,74	5,54	1,85	0,09
C	1,89	1,92	1,79	5,60	1,87	0,07
D	1,90	1,71	2,06	5,68	1,89	0,18
E	2,14	2,13	2,30	6,57	2,19	0,10
Total	9,51	9,41	9,57	28,49		
				26,0344		
FK	54,11143					
JK total	0,49387					
JK perlakuan	0,38343					
JK acak	0,11044					
Sumber						
Keragaman	db	JK	KT	F hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	4	0,38343	0,09586	8,67946	3,478	5,994
Acak	10	0,11044	0,01104		3,478	5,994
Total	14	0,49387				
SED	0,085806736					
BNT 5%	0,191177409					
BNT 1%	0,271921548					
Perlakuan	Rata-rata	A	B	C	D	E
		1,70	1,85	1,87	1,89	2,19
A	1,70	0				
B	1,85	0,00	0			
C	1,87	0,17	0,02	0		
D	1,89	0,19	0,05	0,03	0	
E	2,19	0,49	0,34	0,32	0,30	0



Lampiran 12. Retensi Protein

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata	Stdev
	1	2	3			
A	22,32	23,23	22,33	67,88	22,63	0,52
B	24,98	25,11	23,04	73,13	24,38	1,16
C	25,38	25,17	23,29	73,84	24,61	1,15
D	28,42	25,75	24,27	78,44	26,15	2,10
E	28,32	30,44	30,43	89,19	29,73	1,22
Total	129,41	129,70	123,37	382,48		

FK 9752,5838
JK total 103,5139
JK perlakuan 85,8539
JK acak 17,6600

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	4	85,85389	21,46347	12,15369	3,478	5,994
Acak	10	17,66005	1,76600		3,478	5,994
Total	14	103,51394				

SED 1,085051451
BNT 5% 2,417494632
BNT 1% 3,438528047

Perlakuan	Rata-rata	A	B	C	D	E	Notasi
		22,63	24,38	24,61	26,15	29,73	
A	22,63	0					a
B	24,38	0,00	0				a
C	24,61	1,98	0,24	0			a
D	26,15	3,52	1,77	1,54	0		b
E	29,73	7,10	5,35	5,12	3,58	0	b



Lampiran 13. Retensi Energi

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata	Stdev
	1	2	3			
A	16,14	16,69	15,84	48,68	16,23	0,43
B	17,77	18,05	16,80	52,62	17,54	0,66
C	18,16	18,65	17,06	53,87	17,96	0,81
D	20,34	19,37	18,01	57,71	19,24	1,17
E	20,00	21,81	21,60	63,42	21,14	0,99
Total	92,42	94,58	89,30	276,30		

FK 5089,3954
JK total 48,8802
JK
perlakuan 41,5996
JK acak 7,2806

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	4	41,5996	10,39989	14,28439	3,478	5,994
Acak	10	7,2806	0,72806		3,478	5,994
Total	14	48,8802				

SED 0,696687552
BNT 5% 1,552219866
BNT 1% 2,207802852

Perlakuan	Rata-rata	A	B	C	D	E	Notasi
		16,23	17,54	17,96	19,24	21,14	
A	16,23	0					a
B	17,54	0,00	0				a
C	17,96	1,73	0,42	0			b
D	19,24	3,01	1,70	1,28	0		c
E	21,14	4,91	3,60	3,18	1,90	0	c



Lampiran 14. Daya Cerna Protein

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata	SD
	1	2	3			
A	74,98	75,98	75,54	226,50	75,50	0,505
B	74,11	75,73	77,67	227,51	75,84	1,780
C	78,42	76,42	77,87	232,71	77,57	1,035
D	77,25	80,62	76,79	234,66	78,22	2,092
E	79,72	80,31	78,88	238,91	79,64	0,720

FK 89751,0882
 JK total 54,0555
 JK perlakuan 35,2729
 JK acak 18,78257029

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	4	35,27294	8,81823	4,69490	3,478	5,994
Acak	10	18,78257	1,87826		3,478	5,994
Total	14	54,05551				

SED 1,119004626
 BNT 5% 2,493142306
 BNT 1% 3,546125659

Perlakuan	Rata-rata	A	B	D	C	E	Notasi
		75,50	75,84	77,57	78,22	79,64	
A	75,50	0					a
B	75,84	0,34	0				a
C	77,57	2,07	1,73	0			a
D	78,22	2,72	2,38	0,65	0		b
E	79,64	4,14	3,80	2,07	1,42	0	c



Lampiran 15. Daya Cerna Energi

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata	SD
	1	2	3			
A	49,92	51,44	48,40	149,76	49,92	1,52
B	50,92	51,21	53,73	155,86	51,95	1,54
C	52,53	52,00	53,56	158,09	52,70	0,79
D	55,71	59,13	57,56	172,40	57,47	1,71
E	57,95	58,79	60,41	177,15	59,05	1,25

FK 44092,5713
 JK total 199,0649
 JK perlakuan 179,4089
 JK acak 19,65597563

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	4	179,40890	44,85222	22,81862	3,478	5,994
Acak	10	19,65598	1,96560		3,478	5,994
Total	14	199,06487				

SED 1,144726332
 BNT 5% 2,550450268
 BNT 1% 3,627637746

Perlakuan	Rata-rata	A	B	D	C	E	Notasi
		49,92	51,95	52,70	57,47	59,05	
A	49,92	0					a
B	51,95	2,03	0				a
C	52,70	2,78	0,74	0			b
D	57,47	7,55	5,51	4,77	0		c
E	59,05	9,13	7,10	6,35	1,58	0	c