

# Tesis Agung

*by Agung Kurniawan*

---

**Submission date:** 21-Nov-2023 02:02PM (UTC+0700)

**Submission ID:** 2235024829

**File name:** Fullteks\_Thesis\_Agung\_Kurniawan\_207021002.pdf (1.04M)

**Word count:** 13285

**Character count:** 84559

**OPTIMALISASI PRODUKSI IKAN JELAWAT  
(*Leptobarbus hoevenii*) DAN SELADA DENGAN PENGGUNAAN  
TEPUNG DAUN INDIGOFERA (*Indigofera* sp.)**

Oleh

Agung Kurniawan

NPM. 207021002



**PROGRAM PASCASARJANA  
POLITEKNIK NEGERI LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2023**

**OPTIMALISASI PRODUKSI IKAN JELAWAT  
(*Leptobarbus hoevenii*) DAN SELADA DENGAN PENGGUNAAN  
TEPUNG DAUN INDIGOFERA (*Indigofera* sp.)**

**Oleh**

**Agung Kurniawan**

**NPM. 207021002**

**TESIS**

Sebagai salah satu syarat Untuk mencapai sebutan  
Magister Terapan Pertanian (M.Tr.P)  
Pada Program Studi Ketahanan Pangan  
Program Pascasarjana Politeknik Negeri Lampung



**PROGRAM PASCASARJANA  
POLITEKNIK NEGERI LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2023**

**OPTIMALISASI PRODUKSI IKAN JELAWAT  
(*Leptobarbus hoevenii*) DAN SELADA DENGAN PENGGUNAAN  
TEPUNG DAUN INDIGOFERA (*Indigofera* sp.)**

**Oleh**

**Agung Kurniawan**

**RINGKASAN**

Penguatan ketahanan pangan masyarakat dapat dilakukan dengan mengoptimalkan produksi sumber pangan lokal seperti ikan jelawat dan selada. Ikan jelawat merupakan ikan lokal air tawar yang terdapat di wilayah Indonesia dan dikembangkan sebagai sumber pangan lokal yang disukai masyarakat. Budidaya ikan jelawat menggunakan pakan buatan dengan biaya produksi yang cukup besar akibat bahan baku impor seperti kedelai. Untuk menekan penggunaan kedelai dalam pakan buatan dapat menggunakan sumber bahan lokal yaitu tepung daun indigofera. Sedangkan untuk mengoptimalkan produksi ikan jelawat dilakukan dengan menggunakan sistem akuaponik tanaman selada, sebagai bentuk dari *urban farming* dan lumbung pangan rumah tangga.

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengkaji pemanfaatan tepung daun Indigofera dalam pakan buatan ikan jelawat yang dibudidaya dalam sistem akuaponik sebagai upaya optimalisasi produksi ikan jelawat dan selada. Serta mengkaji pemanfaatan tepung daun Indigofera dalam pakan buatan terhadap pertumbuhan dan kelulushidupan ikan jelawat yang dipelihara dalam sistem akuaponik.

Penelitian dilakukan di Laboratorium Perikanan<sup>3</sup> Politeknik Negeri Lampung selama 56 hari pada bulan Mei-Juli 2022. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini berupa : Benih ikan Jelawat berukuran panjang total  $7,2 \pm 1,2$  cm dengan berat rata-rata  $2,8 \pm 0,02$  g per ekor sebanyak 600 ekor, daun Indigofera, bahan pakan buatan, dan instalasi akuaponik dengan tanaman selada. Penelitian menggunakan rancangan percobaan RAL dengan 5 perlakuan dengan 3 kali pengulangan atau sebanyak 15 satuan percobaan. Perlakuan berupa perbedaan konsentrasi Tepung Daun indigofera yang telah terhidrolisis enzim selulase (TDIT) yaitu ; A (0%)<sup>7</sup> B (15%), C (20%), D (25%), dan E (30%) dalam formulasi pakan buatan. Parameter yang diamati adalah pertumbuhan berat mutlak (PM), pertumbuhan harian (PH), sintasan, rasio konversi pakan (RKP), efisiensi pakan (EP), retensi protein dan retensi lemak, jumlah daun dan berat basah panen tanaman selada, serta kualitas air media pemeliharaan. Data yang diperoleh akan diuji Analisis ragam pada selang kepercayaan 95% dan dilakukan uji lanjut dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada selang kepercayaan 95%.



### **Agung Kurniawan**

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan pakan memberikan pengaruh nyata pada pertumbuhan mutlak, pertumbuhan harian, rasio konversi pakan, efisiensi pakan, retensi protein dan retensi lemak ikan jelawat. Namun tidak berbeda nyata pada sintasan ikan jelawat dan jumlah daun serta bobot panen selada. Pertumbuhan mutlak terbaik didapatkan dari perlakuan pakan B (15% TDIT) sebesar  $4.47 \pm 0.22$  g/ekor, pertumbuhan harian sebesar  $0.079 \pm 0.003$  g/hari, rasio konversi pakan sebesar  $1.5 \pm 0.02$ , efisiensi pakan sebesar  $66.4 \pm 0.92$  dan retensi protein sebesar  $47.5 \pm 1.11\%$ . Retensi lemak tertinggi didapatkan oleh perlakuan pakan E (30% TDIT) sebesar  $72.1 \pm 16.9\%$ . Sintasan pada penelitian 95.8-100%, jumlah daun selada berkisar 11-14 helai dengan bobot panen basah rata-rata selada sebesar 8.7-16.1 gr/tanaman atau tiap perlakuan dapat memberikan hasil total panen basah berkisar 104-511gr. Kualitas air pada penelitian masih dalam kisaran optimal untuk ikan jelawat. Bahan organik dihasilkan bisa mencukupi untuk pertumbuhan selada namun masih kurang jika ingin mendapatkan hasil selada yang maksimal seperti media hidroponik.

Hasil penelitian menunjukkan penggunaan tepung daun indigofera dalam pakan buatan, mampu mengoptimalkan produksi ikan jelawat dengan memberikan nilai kelulushidupan ikan jelawat mencapai 95-100% pada sistem budidaya akuaponik. Penggunaan TDIT mampu menggantikan tepung kedelai hingga 15% dalam komposisi pakan buatan ikan jelawat.

## HALAMAN PENGESAHAN

Judul Tesis : Optimalisasi Produksi Ikan Jelawat (*Leptobarbus hoevenii*) dan Selada dengan Penggunaan Tepung Daun Indigofera (*Indigofera* sp.)

Nama Mahasiswa : Agung Kurniawan

Nomor Pokok Mahasiswa : 207021002

Program Studi : Ketahanan Pangan

Jurusan : Program Pascasarjana

### Menyetujui,

Dosen Pembimbing 1,

Dosen Pembimbing II,

Dr. Rakhmawati, S.Pi., M.Si.  
NIP. 19800405 200812 2 001

Dr. Nuning Mahmudah Noor, S.Pi.,M.P.  
NIP. 19841016 200912 2 005

Ketua Program Pascasarjana  
Politeknik Negeri Lampung,

Dr. Irmayani Noer, S.P.,M.Si.  
NIP. 1970012 199402 2 001

Tanggal Ujian : 19 Oktober 2023

## 5 LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Karya tulis saya, tesis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (sarjana, magister, dan atau doctor), baik di Polinela maupun di perguruan tinggi lain.
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan dan penelitian saya sendiri dengan arahan komisi pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan kode etik yang berlaku di Polinela.

Bandar Lampung, 1 Nopember 2023

Yang membuat pernyataan

Agung Kurniawan

NPM. 207021002

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Karya tulis ini saya persembahkan kepada Allah S.W.T sebagai rasa syukur atas karunia riski dan ilmu yang diberikan kepada diri saya selama ini, juga kepada kedua orang tua, istri, anak dan keluarga saya yang telah mendukung selama karya tulis ini dibuat.

Selain itu saya persembahkan juga untuk para dosen dan mahasiswa pasca sarjana magister terapan maupun program studi perikanan polinela yang telah membantu dalam karya tulis ini sebagai sumber informasi dibidang ketahanan pangan. Semoga karya ini dapat bermanfaat dengan sebaik-baiknya.

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan atas rahmat dan karunia Allah SWT, sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis dengan judul Optimalisasi Produksi Ikan Jelawat (*Leptobarbus hoevenii*) dan Selada dengan Penggunaan Tepung Daun Indigofera (*Indigofera* sp.). Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Unsur pimpinan di Polinela yaitu direktur, pembantu direktur, dan pengelola Program Pascasarjana.
2. Dr. Rakhmawati, S.Pi., M.Si. selaku dosen pembimbing 1 dan Dr. Nuning Mahmudah Noor, S.Pi.,M.P. selaku dosen pembimbing 2 yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi kepada penulis dalam proses penyusunan laporan tugas akhir.
3. Dr.Ir. Yana Sukaryana, M.P. selaku dosen pembahas yang telah memberikan masukan bagi penyempurnaan tesis.
4. Seluruh dosen Program Studi Ketahanan Pangan yang telah memberikan ilmu dan bimbingan yang sangat berarti.
5. Orang tua, istri dan keluarga yang mendukung dan memotivasi dalam penyelesaian laporan tugas akhir.
6. Teman-teman Pascasarjana angkatan 1, Teman-teman kerja dan mahasiswa perikanan Polinela yang telah membantu dan memotivasi selama penelitian dan penyelesaian tugas akhir.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang terlibat dalam penyusunan laporan tugas akhir, sehingga pelaksanaan penelitian dan penyusunan tugas akhir dapat berjalan dengan baik dan lancar. Dengan harapan semoga hasil penelitian ini dapat berkontribusi bagi pengembangan kebijakan ketahanan pangan di masa yang akan datang.

Bandar Lampung, 1 Nopember 2023

Agung Kurniawan

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>I. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang dan Perumusan Masalah .....	1
1.2 Tujuan Penelitian .....	3
1.3 Kerangka Pemikiran.....	3
1.4 Hipotesis .....	5
1.5 Manfaat Penelitian .....	5
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>6</b>
2.1 Biologi Ikan Jelawat .....	6
2.1.1 Klasifikasi Ikan Jelawat .....	6
2.1.2 Morfologi Dan Habitat.....	6
2.1.3 Kebutuhan Protein dan Karbohidrat Ikan Jelawat .....	7
2.1.4 Budidaya Ikan Jelawat .....	8
2.2 Tanaman Indigofera .....	9
2.2.1 Klasifikasi Dan Morfologi .....	9
2.2.2 Hidrolisis Daun Indigofera Dengan Enzim Selulase .....	11
2.3 Sistem Budidaya Akuaponik.....	11
<b>III. METODE PENELITIAN .....</b>	<b>13</b>
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian .....	13
3.2 Bahan Dan Alat Penelitian .....	13
3.3 Prosedur Penelitian .....	13
3.3.1 Persiapan Bahan Penelitian .....	13
a. Persiapan Tepung Daun Indigofera .....	13
b. Hidrolisis Tepung Daun Indigofera .....	14
c. Persiapan Bahan Baku Pakan Buatan.....	14
d. Persiapan Wadah Akuaponik .....	14
e. Persiapan Tanaman Akuaponik.....	15
f. Persiapan Ikan Jelawat.....	15
3.3.2 Tahapan Penelitian.....	15
3.3.2.1 Penelitian Pendahuluan .....	15
3.3.2.2 Penelitian Utama .....	16
a. Persiapan Ikan Uji .....	16
b. Pembuatan Pakan Uji .....	16
c. Pemeliharaan Ikan Penelitian .....	17
3.3.3 Pengumpulan Data .....	17
a. Pertumbuhan Berat Mutlak.....	17
b. Pertumbuhan Berat Harian .....	18
c. Sintasan /Kelulushidupan .....	18
d. Rasio Konversi Pakan .....	18
e. Efisiensi Pakan .....	19
f. Retensi Protein.....	19
g. Retensi Lemak.....	19

h. Pertumbuhan Tanaman Akuaponik .....	20
j. Kualitas Air .....	20
3.4 Metode Analisis Data dan Pengujian Hipotesis .....	20
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>21</b>
4.1 Budidaya Jelawat Dalam Sistem Akuaponik .....	21
4.2 Hidrolisis Tepung Daun Indigofera .....	21
4.3 Analisa Nutrisi Pakan Perlakuan .....	22
4.4 Pengamatan Paramater Penelitian .....	<b>23</b>
a. Pertumbuhan Berat Mutlak dan Pertumbuhan Harian .....	25
b. Rasio Konversi Pakan dan Efiseinsi Pakan .....	28
c. Sintasan .....	29
d. Retensi Protein .....	30
e. Retensi Lemak .....	31
f. Produktivitas Selada .....	33
4.5. Kualitas Air .....	34
<b>V. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>38</b>
5.1 Kesimpulan .....	38
5.2 Saran .....	38
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>39</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>43</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Kandungan Nutrisi Hijauan <i>Indigofera zollingeriana</i> .....	10
2. Tabel Komposisi Pakan Perlakuan.....	16
3. Hasil Uji Proximat Tepung Daun Indigofera .....	22
4. Kandungan Nutrisi Pada Pakan Perlakuan .....	23
5. Rekapitulasi Analisis Ragam Perlakuan Pakan .....	24
6. Nilai Rataan Parameter Pengamatan .....	25
7. Kandungan Amonia Media penelitian .....	30
8. Pengamatan Kisaran Kualitas Air Penelitian .....	35



## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Benih Ikan Jelawat ( <i>Leptobarbus hoevenii</i> ).....	6
2. Tanaman <i>Indigofera</i> sp. ....	9
3. Histogram Berat Rata-Rata Ikan Awal dan Akhir Penelitian .....	25
4. Histogram Pertumbuhan Berat Mutlak dan Pertumbuhan Berat harian Ikan Jelawat .....	26
5. Perbandingan Tubuh Dengan Panjang Usus Ikan (Benih) Jelawat.....	27
6. Histogram Rasio Konversi Pakan dan Efisiensi Pakan Ikan Jelawat .....	28
7. Histogram Sintasan Ikan Jelawat .....	29
8. Histogram Retensi Protein .....	31
9. Histogram Retensi Lemak.....	32
10. Histogram Jumlah Daun dan Berat Basah Selada.....	33
11. Grafik Rataan pH Air Setiap Perlakuan .....	35
12. Histogram nilai rata-rata TDS untuk setiap perlakuan pakan.....	36
13. Grafik nilai rata-rata Amonia untuk setiap perlakuan pakan.....	37

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	<b>Halaman</b>
1. Dokumentasi Kegiatan Penelitian .....	43
2. Perhitungan Analisis Ragam Dan Uji Lanjut Perlakuan .....	46

## BAB I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang dan Perumusan Masalah

Ketahanan pangan suatu negara diwujudkan dengan menjaga stabilitas pasokan dan harga pangan pokok, mengelola cadangan pangan dan distribusi pangan pokok. Salah satu bentuk pengelolaan cadangan pangan berupa penganeekaragaman dan pengembangan pangan lokal berupa diversifikasi usaha tani dan perikanan serta pemanfaatan lahan pekarangan seperti tercantum pada pasal 42, UU RI no 18 tahun 2012. Penguatan ketahanan pangan masyarakat dapat dilakukan salah satunya dengan pemanfaatan sumber pangan lokal. Sumber pangan lokal tidak hanya terkait dengan pemenuhan sumber nutrisi penyuplai karbohidrat, melainkan juga nutrisi lain seperti sumber protein dari sektor perikanan.

Salah satu sumber pangan ikan lokal yang dimiliki Indonesia ialah ikan Jelawat atau Jelabat (*Leptobarbus hoevenii*). Ikan jelawat merupakan ikan air tawar yang terdapat di wilayah Indonesia seperti Sumatera, dan Kalimantan. Bahkan ikan ini juga tersebar di beberapa wilayah Asia seperti Malaysia dan Brunei Darussalam (Rusliadi *et.al.*, 2015). Ikan jelawat telah banyak dikaji dan dikembangkan sebagai sumber pangan lokal yang disukai masyarakat. Ikan Jelawat menjadi kajian dalam banyak penelitian bahkan pengembangan oleh Balai Perikanan untuk mendapatkan hasil produksi ikan Jelawat yang tinggi, akibat menurunnya jumlah ikan Jelawat di alam akibat penangkapan berlebihan. Saat ini nilai jual ikan jelawat semakin tinggi terutama di Bandar Lampung dengan harga mencapai Rp. 120.000 – Rp. 170.000 per kilogramnya.

Pemanfaatan ikan jelawat sebagai ikan konsumsi bukan hal yang tergolong baru. Ikan jelawat sejak dulu menjadi pilihan ikan konsumsi air tawar. Produktifitas budidaya ikan jelawat dapat ditingkatkan salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah penggunaan pakan buatan yang berkualitas. Penggunaan pakan buatan ternyata memiliki dampak memperbesar biaya produksi ikan budidaya. <sup>4</sup> Besarnya biaya produksi pakan salah satunya berasal dari penggunaan tepung kedelai sebagai bahan baku pakan, yang masih bergantung dari produksi

luar negeri. Upaya yang dapat dilakukan untuk mengoptimalkan produksi ikan jelawat dengan menekan penggunaan bahan baku kedelai berupa menggunakan bahan baku lain yang mampu menggantikan tepung kedelai dalam pakan buatan ikan.

Salah satu bahan pakan lokal diharapkan mampu berperan sebagai bahan pengganti tepung kedelai yaitu tanaman *Indigofera (Indigofera sp)*. Tepung dari daun *Indigofera* memiliki kandungan protein yang tinggi sehingga dapat digunakan dalam pakan ikan. Kandungan protein sebesar 26,09 % dapat dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan nutrisi ikan budidaya, (Pangentasari, 2018; Jefry *et.al.*, 2021)

Tepung daun *Indigofera* tergolong sumber protein nabati dengan serat kasar yang tinggi. Melalui metode hidrolisis enzim selulase (Setiawati, *et.al.*, 2021) , serat kasar tersebut dapat diubah menjadi sumber karbohidrat yang dapat dimanfaatkan oleh ikan. Perubahan bentuk ini akan meningkatkan nilai nutrisi dan energi dalam pakan buatan, yang mampu digunakan ikan untuk pertumbuhan. Pemanfaatannya tepung tersebut lebih efektif dalam pakan ikan dan diharapkan mampu mensubstitusi bahan baku tepung kedelai.

Cara lain untuk memperkenalkan dan mengoptimalkan produksi ikan jelawat di masyarakat, dapat dilakukan melalui budidaya ikan jelawat menggunakan sistem akuaponik dengan tanaman selada. Penelitian Rusliadi, *et.al.*, (2015) menyatakan bahwa ikan jelawat juga dapat dibudidaya pada sistem filterisasi dengan tanaman layaknya seperti akuaponik. Penerapan sistem akuaponik dengan ikan jelawat dapat diterapkan di masyarakat lebih fleksibel. Akuaponik dapat dilakukan dengan memanfaatkan sisa pekarangan masyarakat sebagai bentuk dari *urban farming* yang saat ini digemari sebagai salah satu lumbung pangan rumah tangga.

Akuaponik merupakan bentuk alternatif dari pertanian modern yang banyak dilakukan masyarakat perkotaan. Akuaponik dapat digolongkan dalam budidaya intensif, dimana terjadi simbiosis mutualisme antar spesies yang berbeda trofik levelnya seperti ikan dan tanaman, (Diver, 2005; Setijaningsih, 2016). Limbah dari budidaya ikan di akuaponik dapat dimanfaatkan oleh sayuran sehingga dapat dikatakan sistem ini *zero waste* atau minim/tanpa limbah. Sistem

akuaponik akan menghasilkan beragam jenis produk pangan yang sehat (organik) bagi masyarakat.

Penambahan tepung daun Indigofera terhidrolisis enzim selulase dalam pakan buatan, bertujuan mengurangi penggunaan tepung kedelai untuk mengurangi biaya produksi pakan buatan. Selain itu penggunaan sistem akuaponik tentunya akan memberikan nilai lebih dalam optimalisasi budidaya perikanan dan pertanian seperti sayuran selada diperkotaan, sebagai upaya memperkuat ketahanan pangan rumah tangga. Uraian diatas menjadi latar belakang penelitian ini, dengan harapan perpaduan penggunaan tepung daun Indigofera dengan budidaya ikan jelawat dalam sistem akuaponik, akan memberikan teknologi terapan baru untuk mengoptimisasi produksi ikan jelawat dan selada.

Rumusan masalah yang dikaji dalam penelitian ini yaitu mencari tingkat pemanfaatan tepung daun Indigofera yang optimal bagi pertumbuhan dan kelulushidupan ikan jelawat sebagai upaya optimalisasi produksi ikan jelawat dan tanaman selada dalam sistem akuaponik.

## 1.2 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang masalah tersebut, maka tujuan dari tesis ini yaitu sebagai berikut :

1. Mengkaji pemanfaatan tepung daun indigofera dalam pakan buatan ikan jelawat yang dibudidaya dalam sistem akuaponik sebagai upaya optimalisasi produksi ikan jelawat dan tanaman selada.
2. Mengkaji pemanfaatan tepung daun indigofera dalam pakan buatan terhadap pertumbuhan dan kelulushidupan ikan jelawat yang dipelihara dalam sistem akuaponik.

## 1.3 Kerangka Pemikiran

<sup>3</sup> Ikan jelawat merupakan salah satu jenis ikan asli Indonesia yang terdapat di beberapa sungai di pulau Sumatera dan Kalimantan (Sonavel *et.al.*, 2020). Ikan jelawat tergolong komoditas ekonomi tinggi sehingga dikembangkan untuk dibudidayakan. Ikan jelawat telah diteliti sebelumnya pada sistem resirkulasi dan

akuaponik perpaduan tanaman kemangi dengan pertumbuhan yang baik (Rusliadi *et.al.*, 2015).

Budidaya ikan jelawat menggunakan pakan buatan yang menjadi sumber nutrisi utama. Kebutuhan nutrisi ikan jelawat dapat diberikan dalam pakan buatan dengan nilai protein kasar sebesar 32%, 38% hingga 44%, dimana ketiganya tidak memberikan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan berat, *Feed Conversion Ratio (FCR)*, dan *Specific Growth Rate (SGR)* ikan Jelawat, namun nilai optimal didapatkan pada kandungan protein sebesar 38% (Farahiyah *et.al.*, 2017). Penelitian terkait lainnya berupa penggunaan *Feeding Rate (FR)* terbaik pada nilai 3% yang mampu memberikan FCR sebesar 1,72, dan *Feeding Frequency (FF)* 2 kali mampu memberikan nilai retensi protein sebesar 15,65% (Sonavel *et.al.*, 2020).

Penggunaan pakan buatan tentunya akan meningkatkan biaya produksi ikan jelawat karena pakan buatan menggunakan bahan baku yang tergolong mahal seperti tepung kedelai. Penggunaan tepung kedelai dalam pakan ikan jika dapat dikurangi maka, biaya produksi pakan akan berkurang dan mengoptimalkan produksi dan penghasilan pembudidaya ikan jelawat. Sebagai upaya mengurangi penggunaan tepung kedelai dalam pakan ikan jelawat, dapat menggunakan bahan baku pengganti yang mudah diperoleh dan memiliki kandungan protein yang tinggi.

Salah satu bahan lokal yang dapat digunakan ialah tepung daun Indigofera. Daun indigofera memiliki serat yang cukup tinggi namun, teknologi penggunaan enzim selulase sebesar 0,8 g/kg dapat digunakan untuk menurunkan kandungan serat kasar sebesar 43.33 %. Tepung daun indigofera yang terhidrolisis enzim selulase hingga sebesar 15% dapat digunakan dalam pakan benih ikan gurami (Jefry *et.al.*, 2021).

Perubahan bentuk serat kasar menjadi karbohidrat dalam proses hidrolisis diharapkan mampu memberikan kandungan karbohidrat dalam pakan yang tinggi untuk pakan ikan jelawat. Kandungan karbohidrat yang tinggi ini diharapkan mampu mengurangi peran protein sebagai sumber energi utama pada ikan jelawat. Menurut Peres & Teles, (1999) ; Marzuqi *et.al.*,(2019) bahwa pakan yang mengandung karbohidrat dan lemak yang tepat dapat mengurangi penggunaan

protein sebagai sumber energi atau disebut dengan *protein sparing effect*. Proses ini tentunya akan membuat protein dalam tubuh ikan Jelawat termanfaatkan dengan maksimal untuk pertumbuhannya. Melalui penambahan tepung daun Indigofera yang terhidrolisis enzim selulase dalam pakan diharapkan mampu memberikan pertumbuhan yang baik dan mengurangi penggunaan tepung kedelai.

Daun Indigofera saat ini telah banyak dibudidayakan dan Enzim selulase telah banyak dijual secara komersial sehingga keduanya dapat diperoleh dengan mudah oleh masyarakat. Hal tersebut dapat menjadi alternatif dalam mempercepat pertumbuhan dan menjamin kelulushidupan sebagai optimalisasi produksi ikan jelawat dan tanaman selada sebagai penguatan ketahanan pangan masyarakat Indonesia.

#### **1.4 Hipotesis**

Hipotesis yang diharapkan dalam penelitian ini ialah adanya pengaruh penggunaan tepung daun indigofera dalam pakan buatan untuk pertumbuhan ikan jelawat yang dipelihara dalam sistem budidaya Akuaponik.

Ho : Tidak ada pengaruh penggunaan tepung daun indigofera dalam pakan buatan terhadap pertumbuhan dan kelulushidupan ikan jelawat yang dipelihara dalam sistem akuaponik

Hi : Terdapat pengaruh penggunaan tepung daun indigofera dalam pakan buatan terhadap pertumbuhan dan kelulushidupan ikan jelawat yang dipelihara dalam sistem akuaponik

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang dapat diberikan dari pembuatan tesis ini sebagai berikut:

1. Memberikan informasi kepada masyarakat dan mahasiswa mengenai pemanfaatan tepung daun Indigofera dalam pakan ikan untuk pertumbuhan dan kelulushidupan ikan jelawat yang dibudidayakan pada sistem akuaponik sebagai optimalisasi produksi ikan jelawat dan tanaman selada.
2. Sebagai upaya mendukung pemanfaatan tanaman Indigofera dan peningkatan produksi ikan jelawat secara intensif sehingga mendukung kelestarian tanaman dan ikan lokal bernilai tinggi di wilayah Indonesia.

## BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Biologi Ikan Jelawat

#### 2.1.1 Klasifikasi Ikan Jelawat

Ikan jelawat atau ikan jelabat merupakan ikan lokal yang tergolong dalam keluarga *Cyprinidae* yang memiliki bentuk tubuh kompres, memanjang dan ramping, bersisik besar, bersirip lengkap, batang ekor tebal dan sirip ekor yang lebar. seperti gambar 1 berikut :



Gambar 1. Benih Ikan Jelawat (*Leptobarbus hoevenii*)

Ikan Jelawat menurut Saanin (1978), termasuk dalam klasifikasi <sup>6</sup> sebagai

berikut :

Kingdom : Animalia  
Filum : Chordata  
Sub Filum : Vertebrata  
Kelas : Pisces  
Sub Kelas : Teleostei  
Ordo : Ostariophysi  
Sub Ordo : Cyprinoideae  
Famili : Cyprinidae  
Sub Famili : Cyprinidae  
Genus : Leptobarbus  
Spesies : *Leptobarbus hoevenii*

#### 2.1.2 Morfologi dan Habitat

<sup>3</sup> Ikan jelawat memiliki bentuk tubuh memanjang dengan sisik yang berwarna keperakan, terkecuali pada bagian punggung dan kepala berwarna agak



kehitaman. <sup>3</sup> Sirip dubur dan sirip perut saat fase benih berwarna jingga kemerah-merahan. Sirip dubur memiliki 5-8,5 jari-jari bercabang, dan sirip punggung memiliki 7-8,5 jari-jari bercabang. Gurat sisi terdapat pada bagian bawah ekor dengan letak memanjang (Kottelat *et.al*, 1993 ; Aryani, 2018).

Ikan jelawat merupakan salah satu ikan asli perairan Indonesia dengan daerah penyebaran di pulau Kalimantan dan Sumatera.(Rimalia, 2014), hingga Negara Asia lainnya seperti Malaysia dan Brunei Darusalam (Rusliadi *et.al.*, 2015). Di Malaysia ikan Jelawat yang dikenal dengan nama ikan Sultan karena sering dikonsumsi oleh kalangan bangsawan sejak dulu merupakan salah satu ikan air tawar dengan nilai ekonomi tinggi (Mohsin & Ambak, 1983; .IJ *et.al.*, 2017). Ikan ini tergolong ikan omnivora yang mampu tumbuh hingga panjang 60 cm (Kamarudin *et.al.*, 2013; .IJ *et.al.*, 2017). Ikan ini juga menjadi rekomendasi konsumsi manusia dengan kandungan nutrisi yang tinggi protein, mineral (kalsium, phosphor, and besi) and vitamin B (Tee *et.al.*, 1989 ; Au *et.al.*, 2020).

Habitat benih ikan jelawat terletak di anak sungai yang berlubuk dan berhutan di bagian pinggirnya. Ikan jelawat mampu berenang cepat dan mengambil makanan di dasar perairan dengan cara menyergap. <sup>3</sup> Ikan jelawat pada fase induk diketahui bersifat omnivora cenderung herbivora yang menyukai makanan seperti tumbuhan air, daun singkong, buah-buahan beserta biji dan daun-daunan lembut dari pohon dipinggir perairan (Kristanto *et.al*, 1992; Aryani, 2018).

### **2.1.3 Kebutuhan Protein dan Karbohidrat Ikan Jelawat**

Protein merupakan komponen penting dalam pakan ikan, dimana dibutuhkan keseimbangan yang baik antara asam amino dari hewan dengan sumber protein yang berasal dari tanaman. Protein merupakan komponen yang paling mahal dan dibutuhkan dalam jumlah yang besar dalam pakan. Kebanyakan ikan herbivora dan omnivora membutuhkan 25% sampai 35% protein dalam pakan sedangkan spesies ikan karnivora membutuhkan lebih mulai dari 40% sampai 55% dalam pakan. Perbedaan ini menunjukkan keterbatasan ikan karnivora dalam menggunakan karbohidrat sebagai sumber energi (Lall, *et al*, 2009).

Ikan jelawat diketahui bersifat herbivora pada saat fase benih dan cenderung bersifat omnivora saat berukuran besar (Kottelat *et al*, 1993; Sonavelli, *et.al*, 2020). Sebagai ikan omnivora ikan jelawat dapat mengkonsumsi variasi makanan yang dapat ditemukan. Termasuk variasi pakan yang bersumber dari tanaman (Yanto, *et al*, 2017).

Kemampuan ikan dalam menggunakan karbohidrat sebagai sumber energi sangat bervariasi, kebanyakan spesies ikan karnivora memiliki keterbatasan yang lebih dibandingkan spesies ikan herbivora dan omnivora, jumlah karbohidrat terlarut dalam pakan ikan spesies karnivora umumnya kurang dari 20% sedangkan pakan untuk spesies omnivora secara umum mengandung antara 25% dan 40% karbohidrat dalam pakan (Lall, *et al*, 2009).

Efisiensi pencernaan karbohidrat yang dapat dicerna dan tidak dapat dicerna bervariasi pada spesies ikan herbivora dan karnivora (Panserat *et al.*, 2009; Krogdahl *et al.*, 2005; Abro, 2014). Spesies ikan herbivora dapat memanfaatkan sebagian karbohidrat non-pati dalam makanan karena bersimbiosis dengan mikroba usus, namun sebagian besar spesies ikan tidak dapat memanfaatkan karbohidrat non-pati dengan baik karena kurangnya mikroba usus yang memadai.

Aktivitas enzim pencernaan pada spesies ikan herbivora memiliki aktifitas enzim karbohidrat lebih besar, sedangkan spesies ikan karnivora menunjukkan aktifitas enzim proteolitik lebih tinggi (Hidalgo *et al.*, 1999; G.I Hemre. *et al* 2001). Adaptasi enzim hati terhadap peningkatan kadar karbohidrat makanan telah dilaporkan terjadi secara konsisten pada spesies herbivora dan omnivora seperti ikan mas (G.I Hemre. *et al* 2001).

#### **2.1.4 Budidaya Ikan Jelawat**

Ikan Jelawat berpotensi untuk dibudidayakan dalam kolam maupun keramba (Aryani, 2018). Selain itu pada pendederan ikan jelawat dapat juga dibudidayakan pada media fiber bersirkulasi dan akuaponik Rusliadi *et.al.*, (2015), pada budidaya fase perawatan larva pemberian pakan dapat berupa pakan alami, dengan jenis *Moina* dimana mampu memberikan nilai tingkat kelangsungan hidup yang tinggi dibandingkan 100% pakan buatan, Tri *et al.*, (2017). Fase pendederan dan pembersaran dapat menggunakan pakan buatan atau pakan komersial (pellet) (Aryani, 2018).

Padat tebar yang digunakan dalam proses budidaya pendederan ikan jelawat sebanyak 2 ekor/liter mampu memberikan tingkat kelangsungan hidup yang tinggi serta konversi pakan yang baik. Nilai kualitas air dalam budidaya ikan jelawat juga harus selalu dalam kondisi terkontrol atau dalam lingkup toleransi daya tahan ikan, baik itu pH, suhu, oksigen terlarut, karbondioksida, maupun amonia, Prasetio & Raharjo (2016). Kualitas air yang mampu mendukung kehidupan dan pertumbuhan ikan jelawat seperti kandungan *dissolved oxygen* sebesar 5.75 - 6.50 ppm, suhu berkisar 28-31 °C, tingkat keasaman (pH) berkisar 6.30-6.50, dan total ammonia sebesar 0.2-0.4 ppm (Yanto *et.al.*, 2017).

## 2.2 Tanaman Indigofera

### 2.2.1. Klasifikasi dan Morfologi



Gambar 2. Tanaman *Indigofera* sp.

Menurut Soepri, (2020), Indigofera dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

Kerajaan	: Plantae
Divisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Ordo	: Fabales
Famili	: Fabaceae
Subfamili	: Faboideae
Bangsa	: Indigofereae
Genus	: Indigofera
Spesies	: <i>Indigofera zollingeriana</i>

*Indigofera* sp. memiliki kandungan protein yang berpotensi sebagai hijauan pakan. Setidaknya diketahui terdapat 700 spesies yang telah teridentifikasi. Beberapa spesies indigofera memiliki peran sebagai pakan antara

lain; *Indigofera zollingeriana*, *Indigofera arrecta*, *Indigofera tinctoria*. *Indigofera zollingeriana* termasuk tanaman legum kualitas tinggi sebagai hijauan pakan dengan kandungan nutrisi sebagai berikut Tabel 1 :

Tabel 1. Kandungan Nutrisi Hijauan *Indigofera zollingeriana*

Komposisi	Kandungan
Bahan Kering	88,11 ± 2,73 %
Abu	6,14 ± 1,45 %
Lemak Kasar	3,62 ± 0,23
Protein Kasar	29,16 ± 2,37
Serat Kasar	14,02 ± 2,48%
Selulosa	11 - 16%
Lignin	10 - 24%
Ca	1,78 - 2,04%
P	0,34- 0,46%
K	1,42%
Mg	0,51 %
Vitamin A	5054, IU/100 mg
Vitamin D	34,7 (mg/100g)
Vitamin E	13,2 (mg/100g)
Tanin	0,027-0,1%
Saponin	2,24-4,20%

Sumber : (Abdulah, et.al ; Abdullah, 2014)

*Indigofera* adalah jenis tanaman leguminosa. Legum *Indigofera sp.* memiliki kandungan protein yang tinggi, toleran terhadap musim kering, genangan air dan tahan terhadap salinitas, Hassen *et.al.*, (2007); Al-Rasyid *et.al.*, (2019). Selain kandungan protein yang tinggi, *Indigofera zollingeriana* diketahui memiliki  $\beta$ -sitosterol ( $\beta$ -S) dan  $\beta$ -sitosterol-glucoside ( $\beta$ -SG) yang berpotensi untuk dikembangkan menjadi agen terapeutik pengobatan kanker hati (Vo *et.al.*, 2020).

Manfaat lain dari daun *Indigofera* yaitu pada bidang peternakan dan perikanan. Penelitian mengenai tepung pucuk *Indigofera zollingeriana* dapat diketahui dapat digunakan sebanyak 13,3% dalam ransum. Penggunaan tepung pucuk *Indigofera zollingeriana* dapat meningkatkan kualitas telur secara fisik dan kimia (Faradillah *et.al.*, 2015). *Indigofera* juga memiliki kandungan nutrisi yang tinggi yang dapat digunakan sebagai suplemen pakan atau sebagai hijauan tunggal untuk memenuhi kebutuhan nutrisi dan untuk mempertahankan kinerja ruminansia (Ginting *et.al.*, 2010 ; Kumalasari *et.al.*, 2017).

### **2.2.2. Hidrolisis Daun Indigofera Dengan Enzim Selulase**

Hidrolisis merupakan reaksi pemecahan polimer menjadi monomernya seperti glukosa yang tergolong monosakarida yang diperoleh dari pemecahan polisakarida antara lain selulosa. Pembentukan glukosa dapat dilakukan dengan reaksi hidrolisis dari sumber biomassa. Terdapat tiga tipe proses hidrolisis selulosa yaitu hidrolisis asam, enzimatik dan termokimia (Putri *et.al.*, 2013).

Penambahan enzim selulase dengan dosis 0,8 g/kg dan 1,2 g/kg, mampu menurunkan serat kasar tepung daun indigofera hingga mencapai 43,33% serta memberikan nilai terbaik terhadap pencernaan total, bahan, protein, lemak dan pencernaan energi. Selain itu dengan proses hidrolisis tepung daun Indigofera memberikan kinerja pertumbuhan benih ikan gurami hingga 15% memberikan nilai laju pertumbuhan spesifik dan retensi protein terbaik.

Penambahan enzim selulase pada penelitian lainnya dalam hidrolisis tepung daun indigofera juga diketahui mampu menurunkan kandungan serat kasar dari 28,75 % hingga menjadi 1,98 % serta meningkatkan kandungan protein dari 29,74% menjadi 31,30 % pada penggunaan dosis enzim 10 g/kg dengan waktu fermentasi selama 5 hari (Rakhmawati, *et.al.*, 2022).

### **2.3 Sistem Budidaya Akuaponik**

Akuaponik adalah konsep pengembangan *bio-integrated farming system*, dengan rangkaian teknologi yang memadukan teknik budidaya perikanan dan teknik pertanian hidroponik. Akuaponik dirancang untuk memanfaatkan air yang mengandung nutrisi dari pakan berlebih dari kolam budidaya perikanan sebagai sumber nutrisi tanaman hidroponik, sehingga memungkinkan terjadinya efisiensi dan efektivitas pakan maupun nutrisi tanaman.

Perpaduan antara teknologi budidaya perikanan dan hidroponik dipandang sebagai teknik pertanian sederhana yang mampu menghasilkan produk ganda yaitu ikan dan tanaman dalam satu siklus panen. Teknologi ini dinilai sangat tepat guna untuk diterapkan oleh masyarakat baik dalam skala kecil seperti pemanfaatan lahan pekarangan rumah maupun skala besar dengan lahan produksi yang lebih luas (Kurniawan, 2013).

Pakan yang berlebih saat pemberian pakan pada ikan akan menjadi limbah di perairan, terutama pada budidaya secara intensif yang pada akhirnya menimbulkan akumulasi limbah nitrogen, seperti nitrat dan limbah organik lainnya. Aplikasi akuaponik memungkinkan untuk mendaur ulang limbah pakan ini menjadi nutrisi bagi tanaman (Kurniawan, 2013). Akuaponik akan menimbulkan hubungan terintegrasi antara budidaya perikanan dengan tanaman. Menurut Pradita, *et.al.*,(2017) akuaponik memungkinkan terjadi penyerapan bahan organik dari limbah pakan ikan maupun kotoran ikan.

Kemampuan penyerapan dipengaruhi antara lain: RT (*residence time*), debit air, substrat, jenis tanaman air, waktu pemanenan, kedalaman bak akuaponik, dan kerapatan tanaman sangat mempengaruhi persentase penyerapan (Enduta *et.al.*, 2009; Setijaningsih & Gunadi, 2016). Sehingga sistem akuaponik merupakan solusi permasalahan usaha budidaya sayuran perkotaan (*urban farming*), sebagai upaya peningkatan ketahanan pangan masyarakat.

### III. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Perikanan, Politeknik Negeri Lampung selama 56 hari pada bulan Mei-Juli 2022.

#### 3.2 Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini berupa benih ikan Jelawat berukuran panjang total  $7,2 \pm 1,2$  cm dengan berat rata-rata  $2,8 \pm 0,02$  g per ekor sebanyak 40 ekor untuk setiap satuan percobaan, daun *Indigofera*, enzim selulase komersial (*Novozymes*<sup>®</sup>), tepung ikan, tepung kedelai, tepung jagung, tepung dedak, CMC (*Carboxy Methyl Cellulose*), minyak ikan, minyak jagung dan air bersih. Alat yang digunakan dalam penelitian berupa : wadah /kolam budidaya, pipa PVC media tanaman, pompa air, wadah fermentasi, oven, penggiling, ayakan, mesin pencetak pakan, DO meter, pH meter dan teskit total amoniak nitrogen.

#### 3.3 Prosedur Penelitian

##### 3.3.1 Persiapan Bahan Penelitian

Kegiatan Persiapan bahan penelitian meliputi tahapan-tahapan sebagai berikut :

##### a. Persiapan Tepung Daun *Indigofera*

Persiapan meliputi tahapan pengumpulan daun *Indigofera.sp* segar hingga menjadi tepung daun, dimana tahapannya meliputi :

1. Pemetikan daun *Indigofera* segar langsung dari tanamannya, daun yang digunakan merupakan daun muda maupun daun tua.
2. Penyeleksian daun yang berkualitas baik.
3. Perontokan daun dari tangkai dan ranting.
4. Pengeringan daun *Indigofera* dalam oven pengering bersuhu 55°C selama 9 jam.

5. Daun Indigofera yang telah kering selanjutnya dihaluskan dengan alat penepung.
6. Tepung daun Indigofera diayak, dikemas dan ditimbang untuk selanjutnya digunakan.

#### **b. Hidrolisis Tepung Daun Indigofera**

Proses hidrolisis enzim selulase terdiri dari tahapan persiapan media hingga didapatkan tepung Indigofera yang telah terhidrolisis enzim selulase yang meliputi :

1. Persiapan wadah fermentasi yang terbuat dari plastik berbentuk kotak, berukuran 40 x 30 cm.
2. Pada setiap wadah diletakkan tepung daun Indigofera secara merata dengan ketebalan 1 cm.
3. Tepung daun Indigofera dalam wadah diberi larutan enzim selulase komersial sebanyak 10 ml/kg atau 10 g/kg bahan. Enzim selulase dilarutkan kembali menggunakan air sebanyak 30% dari berat bahan baku lalu diaduk rata.
4. Penutupan wadah dengan menggunakan plastik *wrapping* yang telah dilubangi.
5. Wadah ditempatkan pada suhu kamar dan bersirkulasi udara baik selama 1 minggu, atau hingga tercium bau hasil fermentasi.

#### **c. Persiapan Bahan Baku Pakan Buatan**

Pakan buatan yang digunakan dalam penelitian menggunakan bahan baku berupa Tepung Ikan, Tepung Kedelai, Tepung Daun Indigofera terhidrolisis, Tepung Jagung, Tepung Dedak, CMC (*Carboxy Methyl Cellulose*), minyak ikan dan minyak jagung. Setiap bahan baku tepung diayak kembali dengan ayakan berukuran mesh 60, untuk memisahkan kotoran yang terbawa dan mendapatkan partikel tepung halus. Bahan baku yang telah siap, dikemas dalam wadah tertutup.

#### **d. Persiapan Wadah Akuaponik**

Wadah Akuaponik terdiri dari kolam ikan dan pipa tempat media akuaponik diletakkan. Kolam terbuat dari terpal berbentuk persegi panjang



sebanyak 15 buah dengan ukuran 0,5 m x 1,4 m x 0,4 m. Kolam diberi lubang pengeluaran untuk membuang kelebihan air saat hujan. Wadah diisi air sebanyak 150 liter air. Pipa tempat media tanaman terbuat dari pipa PVC 2,5 inci yang dilubangi untuk menempatkan pot tanaman akuaponik.

Sistem resirkulasi menggunakan pompa air dengan daya sebesar 15 watt yang ditempatkan pada ujung pipa media tanaman. Wadah diletakkan di luar ruangan untuk memastikan tanaman mendapatkan sinar matahari, dan diberi jaring untuk menghindari ikan meloncat.

#### **e. Persiapan Tanaman Akuaponik**

Tanaman yang digunakan ialah selada (*Lactuca sativa*) yang diperoleh dari benih komersial dan disemai sendiri. Penyemaian benih dilakukan pada media *Rockwool*. Benih dibesarkan terlebih dahulu hingga berukuran cukup besar atau 4 helai daun lalu dipindahkan pada media akuaponik. Jumlah tanaman yang digunakan sama untuk semua perlakuan yaitu 20 tanaman.

#### **f. Persiapan Ikan Jelawat**

Ikan Jelawat yang digunakan berupa benih dengan ukuran rata-rata berat  $2,8 \pm 0,02$  g per ekor dan panjang rata-rata  $7,2 \pm 1,2$  cm/ekor yang berasal dari BBI Sei Gelam propinsi Jambi. Benih diaklimatisasi dan diadaptasi terlebih dahulu pada wadah fiber bulat berdiameter 1,5 meter dengan ketinggian 70 cm. Pemeliharaan selama proses adaptasi dilakukan dengan pemberian pakan buatan komersial.

### **3.3.2 Tahapan Penelitian**

#### **3.3.2.1 Penelitian Pendahuluan**

Penelitian pendahuluan dilakukan selama 2 minggu untuk menguji pengaruh penggunaan media akuaponik terhadap kelangsungan hidup ikan jelawat. Perlakuan yang dilakukan yaitu perawatan benih ikan jelawat di sistem budidaya akuaponik dan tanpa sistem budidaya akuaponik. Jumlah kolam uji sebanyak 2 buah dan jumlah tebar benih ikan Jelawat sebanyak 40 ekor tiap media dengan rata-rata biomasa benih 40 gr. Benih ikan Jelawat diberi pakan komersial dengan jumlah pemberian pakan harian (*Feeding Rate*) sebesar 3% dari total

biomasa dan frekuensi pemberian pakan (*Feeding Frekuensi*) sebanyak 2 kali. Parameter pengamatan yang diamati berupa kelulushidupan atau sintasan benih ikan jelawat.

### 3.3.2.2 Penelitian Utama

Penelitian dilakukan dengan menggunakan perlakuan 5 komposisi pakan buatan dengan penambahan tepung daun Indigofera terhidrolisis enzim selulase (TDIT). Kelima perlakuan tersebut yaitu komposisi pakan A (0% TDIT), B (15% TDIT), C (20% TDIT), D (25% TDIT), dan E (30% TDIT) dalam pakan buatan. Tahapan penelitian terdiri dari :

#### a. Persiapan Ikan Uji

Ikan uji yang digunakan merupakan ikan uji yang telah diadaptasi sebelumnya. Jumlah tebar yang digunakan yaitu 40 ekor/150 liter air tiap media. Biomasa tiap satuan percobaan sebesar 113 gr dan disamakan untuk semua perlakuan.

#### b. Pembuatan Pakan Uji

Pakan yang diuji memiliki komposisi yaitu: Tepung Ikan, Tepung Kedelai, Tepung Jagung, Tepung Daun Indigofera Terhidrolisis, Tepung Dedak, CMC, minyak ikan dan minyak jagung. Adapun perlakuan pakan yang digunakan sebagai berikut (Tabel 2):

Tabel 2. Tabel Komposisi Pakan Perlakuan

NO	Bahan Baku	Perlakuan				
		A	B	C	D	E
1	Tepung Ikan	40 %	40 %	40 %	40 %	40 %
2	<b>Tepung Kedelai</b>	<b>38 %</b>	<b>23 %</b>	<b>18 %</b>	<b>13 %</b>	<b>8 %</b>
3	<b>Tepung Daun Indigofera Terhidrolisis</b>	<b>0 %</b>	<b>15 %</b>	<b>20 %</b>	<b>25 %</b>	<b>30 %</b>
4	Tepung Jagung	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %
5	Tepung Dedak	9 %	9 %	9 %	9 %	9 %
6	CMC	1 %	1 %	1 %	1 %	1 %
7	Minyak Ikan	1 %	1 %	1 %	1 %	1 %
8	Minyak Jagung	1 %	1 %	1 %	1 %	1 %
<b>Total</b>		100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

### c. Pemeliharaan Ikan Penelitian

Ikan dipelihara dalam sistem akuaponik dengan tanaman sayuran selada selama 8 minggu atau 56 hari. Pemeliharaan meliputi pemberian pakan, perawatan kualitas air, dan perawatan sayuran selada. Ikan diberi pakan sebanyak 3% dari bobot tubuh dan sebanyak 2 kali sehari pada pukul 7 pagi dan 5 sore hari. Pengelolaan kualitas air berupa penambahan air dan pengantian air selama pemeliharaan jika diperlukan.

Penimbangan bobot ikan dilakukan setiap 14 hari sekali. Saat penimbangan dilakukan pemuaan untuk mengurangi stress pada ikan. Perawatan tanaman selada dilakukan dengan pengendalian serangan hama yang pada tanaman, serta pembersihan akar selada dari kotoran yang menempel. Perawatan selada dilakukan hingga akhir penelitian.

### 3.3.3 Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang dilakukan pada penelitian berupa data jumlah ikan di awal dan akhir pemeliharaan, panjang tubuh dan bobot tubuh ikan jelawat, *proximat* pakan buatan, *proximat* kandungan protein dan lemak tubuh ikan jelawat yang dilakukan di laboratorium THP Politeknik Negeri Lampung pada bulan Mei sampai dengan Juli 2022. Kualitas air yang diamati meliputi DO, pH, Suhu dan kandungan Amoniak dalam perairan 3 kali selama pemeliharaan yaitu saat umur pemeliharaan ke-7, 40, dan 56. Sedangkan pengamatan pada akuaponik meliputi jumlah daun selada yang diambil dari 5 sampel tanaman selada pada setiap satuan percobaan, hasil panen berupa berat basah konsumsi saat akhir penelitian.

Data yang dikumpulkan digunakan untuk menguji parameter penelitian. <sup>7</sup> Parameter yang diamati berupa: pertumbuhan berat mutlak, pertumbuhan berat harian, sintasan, rasio konversi pakan, efisiensi pakan, retensi protein, retensi lemak, jumlah helai daun selada, jumlah bobot basah selada, serta kualitas air media. Parameter uji tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut:

#### <sup>4</sup> a. Pertumbuhan Berat Mutlak

Pertumbuhan berat mutlak adalah selisi berat total tubuh ikan pada akhir dan awal pemeliharaan. Pertumbuhan berat mutlak dapat dihitung dengan menggunakan rumus (Effendie, 1997).

$$W_m = W_t - W_o$$

Keterangan :

$W_m$  : Pertumbuhan berat mutlak (gram)

$W_t$  : Berat rata-rata akhir (gram)

$W_o$  : Berat rata-rata awal (gram)

#### b. Pertumbuhan Berat Harian

Pertumbuhan berat harian adalah laju pertumbuhan yang berkaitan dengan berat ikan dalam kurun waktu tertentu (hari). Menurut Effendie (1997), pertumbuhan berat harian dapat dinyatakan dengan rumus:

$$GR = \frac{W_t - W_o}{t}$$

Keterangan :

$GR$  : Pertumbuhan Berat Harian (g/ hari)

$W_t$  : Berat rata-rata akhir ikan (g)

$W_o$  : Berat rata-rata awal ikan (g)

$t$  : Lama pemeliharaan (hari)

#### c. Sintasan / Kelulushidupan

Sintasan atau kelulushidupan adalah jumlah ikan Jelawat yang hidup hingga akhir penelitian dibandingkan dengan jumlah ikan Jelawat pada saat awal tebar. Menurut (Effendie,1997), Sintasan dapat dinyatakan dengan rumus :

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

Keterangan :

$SR$  : Sintasan

$N_t$  : Jumlah ikan pada akhir penelitian

$N_o$  : Jumlah ikan pada awal penelitian

#### d. Rasio Konversi Pakan

Rasio Konversi Pakan menunjukkan jumlah pakan yang digunakan dalam masa budidaya untuk menghasilkan 1 kilogram biomasa saat panen. Menurut Effendie (1997), rasio konversi pakan atau FCR (*Food Conversion Ratio*) dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$FCR = \frac{F}{(W_t + D) - W_t}$$

Keterangan:

**FCR** : Food Convertian Ratio/ Rasio konversi pakan

**F** : Berat pakan yang diberikan (gram)

**Wt** : Biomassa hewan uji pada akhir pemeliharaan (gram)

**D** : Bobot ikan mati (gram)

**Wo** : Biomassa hewan uji pada awal pemeliharaan (gram)

#### e. Efisiensi Pakan

Efisiensi pakan ditentukan berdasarkan selisih berat total benih ikan saat penimbangan ( $W_t$ ) dan berat benih ikan yang mati ( $W_m$ ) dengan berat total awal ( $W_o$ ) dan dibandingkan dengan jumlah pakan ( $F$ ) yang telah diberikan. Untuk menghitung efisiensi pakan digunakan rumus (Zonneveld, 1991) dalam (Nurjannah *et.al.*, 2018) :

$$EP = \frac{[(W_t + W_c) - W_c]}{F} \times 100\%$$

Keterangan :

**EP** : Efisiensi pakan (%)

**Wt** : Berat total akhir (g)

**Wd** : Berat ikan mati (g)

**Wo** : Berat total awal (g)

**F** : Jumlah pakan yang diberikan (g)

#### f. Retensi Protein

Retensi protein (RP) merupakan persentase perbandingan antara protein pada tubuh ikan dengan jumlah protein dari pakan yang diberikan. Retensi protein yang dirumuskan oleh Thung dan Shiau (1991) dalam Yudiarto *et.al.*, (2012) sebagai berikut :

$$RP = \frac{(\text{Bobot protein tubuh akhir} - \text{Bobot protein tubuh awal}) \text{ g} \times 100\%}{\text{Total protein pakan yang diberikan (g)}}$$

#### g. Retensi Lemak

Retensi lemak (RL) merupakan persentase perbandingan jumlah lemak di tubuh ikan dengan jumlah kandungan lemak pada pakan yang diberikan. Retensi lemak dirumuskan oleh Viola dan Rappaport (1979); Yudiarto *et.al.*, (2012) sebagai berikut :

$$RL = \frac{(\text{Bobot lemak tubuh akhir} - \text{Bobot lemak tubuh awal}) \text{ g} \times 100\%}{\text{Total lemak pakan yang diberikan (g)}}$$

#### **h. Pertumbuhan Tanaman Akuaponik**

Pertumbuhan tanaman yang diukur berupa jumlah daun, dan bobot basah saat panen. Jumlah daun dihitung dari daun-daun yang tumbuh dengan sempurna. Bobot basah konsumsi selada diambil dan ditimbang mulai dari pangkal batang hingga daun tanaman pada waktu panen (Abeltino, *et.al.*, 2021).

#### **i. Kualitas Air**

Parameter kualitas air yang diukur selama penelitian yaitu: Kadar oksigen terlarut (*Desolved Oksigen / DO*), suhu, tingkat asam basa perairan (pH), kandungan bahan terlarut dalam air (*Total Desolved Solid / TDS*) dan Total Amonia Nitrogen (TAN). Pengukuran dilakukan pada pengamatan hari ke-7, ke-40 dan ke-56 saat penelitian, terkecuali TDS dilakukan pada hari ke-7 dan hari ke-56. Pengukuran DO, suhu, pH, dan TDS menggunakan alat DO meter, pH meter dan TDS meter, sedangkan TAN menggunakan *tes-kit* Total Amonia Nitrogen (TAN), dimana hasilnya dikonversi untuk menilai kandungan ammonia. Pembahasan kualitas air disajikan secara deskriptif.

### **3.4. Metode Analisa Data dan Pengujian Hipotesis**

Rancangan percobaan menggunakan RAL, dengan 5 perlakuan dan 3 ulangan atau sebanyak 15 satuan percobaan. Data yang didapat akan diuji homogenitas dan normalitas terlebih dahulu lalu diuji dengan analisis ragam pada selang kepercayaan 95%. Hasil analisis yang didapat selanjutnya dilakukan uji lanjut jika hasilnya berbeda nyata. Uji lanjut yang digunakan berupa Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada selang kepercayaan 95 %.

## **IV. HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **4.1. Budidaya Jelawat Dalam Sistem Akuaponik**

Penelitian pendahuluan memberikan hasil berupa nilai sintasan benih ikan jelawat sebesar 100% pada media akuaponik maupun media kolam biasa. Hasil ini menunjukkan ikan jelawat mampu hidup dalam sistem budidaya akuaponik yang ditempatkan di luar ruangan. Kualitas air pada media akuaponik lebih bening dan bersih diakibatkan sisa pakan dan kotoran ikan tersaring oleh tanaman selada. Kolam tanpa akuaponik lebih keruh dan berlumut serta mempengaruhi kondisi kualitas air bagi ikan jelawat. Penggunaan media luar ruangan memberikan intensitas cahaya yang cukup pada media akuaponik sehingga tanaman selada dapat berfotosintesis dan tumbuh dengan baik. Media kolam tanpa tanaman air akan tumbuh fitoplankton dan lumut di perairan sehingga media menjadi hijau dan keruh.

Penggunaan tanaman selada dapat menunjang kehidupan ikan jelawat. Amonia di media yang berbentuk nitrit akan diubah dengan bantuan bakteri *Nitrobacter* menjadi nitrat yang tidak berbahaya bagi ikan, selanjutnya nitrat akan digunakan sebagai nutrisi bagi tanaman (Rusliadi, *et.al.*, 2015). Tanaman selada memberikan manfaat lain untuk mengurangi cahaya matahari yang masuk ke media perairan di bawahnya, sehingga ikan jelawat dapat lebih nyaman berenang dan bersembunyi. Ikan jelawat dapat dipelihara pada media akuaponik sekalipun di luar ruangan.

### **4.2. Hidrolisis Tepung Daun Indigofera**

Tepung daun *Indigofera* yang telah dihidrolisis (TDIT) dengan enzim selulase memiliki kandungan serat kasar lebih rendah dibandingkan tepung daun *Indigofera* tanpa proses hidrolisis seperti terlihat pada hasil uji proximat tepung daun *indigofera* Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Proximat Tepung Daun Indigofera

Perlakuan	Air (%)	Abu (%)	Lemak (%)	Protein (%)	Serat Kasar (%)	Karbohidrat (%)
<b>Tepung Daun Indigofera</b>	5.3794	11.2642	4.1362	25.2659	<b>12.6992</b>	<b>53.9543</b>
<b>Tepung Daun Indigofera Terhidrolisis</b>	6.6625	9.4418	3.6723	23.8011	<b>10.5153</b>	<b>56.4223</b>

Kandungan serat kasar pada TDIT mengalami penurunan dari 12,69% menjadi 10,51% atau sebesar 17,19%. Hal ini diikuti dengan kenaikan kandungan karbohidrat dari 53,9 % menjadi 56,4% atau sebesar 4,6%. Kondisi ini menunjukkan proses hidrolisis telah terjadi. Penggunaan enzim selulase akan merubah serat kasar dalam TDI menjadi molekul yang lebih sederhana seperti karbohidrat. Crueger & Crueger, (1984); Jefry *et al.*, (2021) menjelaskan bahwa enzim selulase terdiri dari enzim *endo- $\beta$ -1.4-gluconase*, *exo- $\beta$ -1.4-gluconase*, dan  *$\beta$ -1.4-gluconidase*.

Enzim *endo- $\beta$ -1.4-gluconase* berfungsi mendegradasi polymer selulose pada ikatan dalam dari  *$\alpha$ -1.4-glycosides* secara acak menjadi *oligodextrine* dengan panjang rantai bervariasi. Sedangkan enzim *exo- $\beta$ -1.4-gluconase*, dan  *$\beta$ -1.4-gluconidase* akan mendegradasi selulase dari reduktor dan non-reduktor menjadi *cellobiose* atau glukosa Co *et al.*, 2021; Jefry *et al.*, (2021). Karbohidrat ini diharapkan akan mudah dimanfaatkan oleh ikan sebagai sumber nutrisi terutama sebagai energi selain protein.

#### 4.3. Analisa Nutrisi Pakan Perlakuan

Pakan perlakuan penelitian merupakan kombinasi antara tepung kedelai dan tepung daun Indigofera terhidrolisis (TDIT). Dimana penggunaan TDIT semakin banyak secara berturut-turut pada perlakuan B, C, D dan E. Kombinasi bahan tersebut diuji proximat dan didapatkan nilai kandungan nutrisi untuk setiap pakan sebagai berikut (Tabel 4).



Tabel 4. Kandungan Nutrisi Pada Pakan Perlakuan

Perlakuan	Air (%)	Abu (%)	Lemak (%)	Protein (%)	Serat Kasar (%)	Karbohidrat (%)
Pakan 0% TDIT (A)	6.17101	12.928	11.8009	34.8556	3.7238	34.2454
Pakan 15% TDIT (B)	4.5847	14.0143	10.2645	23.8362	4.3324	47.3003
Pakan 20 % TDIT (C)	3.2679	14.5489	6.5153	33.1439	6.3475	42.524
Pakan 25 % TDIT (D)	4.96	14.4958	6.2209	33.6805	5.2444	40.6429
Pakan 30 % TDIT (E)	5.0976	14.9662	4.4581	34.1653	5.5899	41.31

Tabel 4 diatas, memperlihatkan bahwa setiap pakan perlakuan memiliki kandungan nutrisi yang bervariasi. Perlakuan A memiliki nilai kandungan protein tertinggi dari semua jenis pakan yaitu sebesar 34,85%, diikuti pakan E, D, C, dan B. Kandungan protein sebesar 34,85% termasuk cukup untuk kebutuhan ikan jelawat. Penelitian lain menunjukkan kandungan protein dalam pakan buatan ikan jelawat dapat mencapai 32%, 38 % hingga 44%, dengan nilai pertambahan bobot, rasio konversi pakan dan *specific growth rate* (SGR) terbaik pada kandungan protein 38%, walaupun tidak berbeda nyata pada kandungan protein sebesar 32% dan 44% (Farahiyah, *et.al.*, 2017).

Kombinasi dari tepung indigofera (15%) dan tepung kedelai (23%) pada perlakuan B memberikan nilai protein yang lebih kecil, namun kandungan karbohidratnya tertinggi dari pakan perlakuan lainnya. Kandungan karbohidrat yang tinggi diharapkan dapat dimanfaatkan oleh ikan jelawat yang tergolong ikan omnivora sebagai sumber energi.

Ikan air hangat diketahui mampu memanfaatkan karbohidrat lebih efisien jika dibandingkan spesies ikan air dingin Wilson, (1994) ; Abro, (2014). Selain itu jenis ikan omnivora seperti nila dan ikan mas yang mana sumber pakannya berada pada tingkat tropik rendah, dapat secara efisien memanfaatkan karbohidrat lebih tinggi (30-50%) dibandingkan spesies ikan karnivora, Enes *et al.*, (2011); Abro, (2014). Keberadaan karbohidrat dibutuhkan dalam pakan ikan untuk menjamin pertumbuhan yang normal Peragon *et al.*, (1999) ; Abro, (2014).

#### 4.4. Pengamatan Paramater Penelitian

Pengamatan parameter penelitian meliputi pertumbuhan berat mutlak, pertumbuhan berat harian, sintasan, rasio konversi pakan (RKP) dan efisiensi

pakan, retensi protein, retensi lemak, jumlah daun dan berat basah selada serta kualitas air diukur hingga pengamatan minggu ke-8 dalam masa pemeliharaan. Data parameter pengamatan diuji secara statistik kecuali pengamatan kualitas air, dan disajikan pada Tabel 5. Sedangkan data rata-rata parameter pengamatan terhadap perlakuan pakan disajikan pada Tabel 6 sebagai berikut:

Tabel 5. Rekapitulasi Analisis Ragam Perlakuan Pakan

Variabel Pengamatan	Perlakuan Pakan	KK (%)
Pertumbuhan Mutlak	n	8,83
Pertumbuhan Harian	n	8,43
Sintasan (SR)	tn*	1,63
Rasio Konversi Pakan	n**	2,53
Efisiensi Pakan	n	6,81
Retensi Protein	n	7,56
Retensi Lemak	n	21,12
Jumlah Daun	tn	10,14
Berat Basah Selada	tn	43,34

Keterangan : n (nyata), tn (tidak nyata), pada analisis ragam selang kepercayaan  $p \leq 0,05$

\* data ditransformasi dengan transformasi akar kuadrat

\*\* data ditransformasi dengan transformasi akar kuadrat  $(x+0,5)$

Berdasarkan uji statistik, data yang diperoleh bersifat homogen dan menyebar secara normal kecuali pada parameter sintasan, rasio konversi pakan dan efisiensi pakan, belum bersifat homogen namun menyebar secara normal dengan koefisien keragaman yang kecil. Transformasi data dilakukan untuk parameter sintasan dan rasio konversi pakan. Sedangkan untuk parameter efisiensi pakan, data bersifat persentase dan sebaran data masih dalam 30-70% sehingga tidak perlu dilakukan transformasi data.

Hasil uji menunjukkan sebanyak 6 parameter penelitian dinyatakan berbeda nyata. Kondisi ini menggambarkan semua perlakuan pakan dengan kombinasi TDIT memberikan hasil yang berbeda dibandingkan pakan tanpa penambahan TDIT (Perlakuan A), untuk pertumbuhan berat mutlak, pertumbuhan harian, rasio konversi pakan, efisiensi pakan, retensi protein, dan retensi lemak pada ikan jelawat yang dipelihara di sistem budidaya akuaponik.

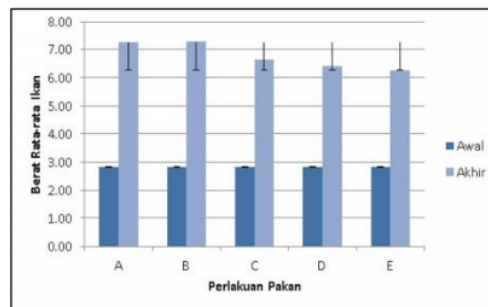
Tabel 6. Nilai Rataan Parameter Pengamatan

	Rerata $\pm$ SD								
	PBM (g)	PBH (g/hari)	SIN (%)	RKP	EP (%)	RP (%)	RL (%)	JD	BB
A	4.43 $\pm$ 0.39 <sup>a</sup>	0.0791 $\pm$ 0.0069 <sup>a</sup>	97.5 $\pm$ 4.33 <sup>a</sup>	1.6 $\pm$ 0.14 <sup>bc</sup>	64.3 $\pm$ 6.27 <sup>ab</sup>	31.6 $\pm$ 3.93 <sup>b</sup>	53.4 $\pm$ 4.85 <sup>b</sup>	14.0 $\pm$ 2.00 <sup>a</sup>	16.1 $\pm$ 9.3 <sup>a</sup>
B	4.47 $\pm$ 0.22 <sup>a</sup>	0.0797 $\pm$ 0.0039 <sup>a</sup>	99.2 $\pm$ 1.44 <sup>a</sup>	1.5 $\pm$ 0.02 <sup>c</sup>	66.4 $\pm$ 0.92 <sup>a</sup>	47.5 $\pm$ 1.17 <sup>a</sup>	35.1 $\pm$ 3.41 <sup>c</sup>	13.7 $\pm$ 0.58 <sup>a</sup>	13.7 $\pm$ 1.4 <sup>a</sup>
C	3.79 $\pm$ 0.56 <sup>b</sup>	0.0676 $\pm$ 0.0101 <sup>b</sup>	99.2 $\pm$ 1.44 <sup>a</sup>	1.8 $\pm$ 0.19 <sup>ab</sup>	57.4 $\pm$ 6.34 <sup>bc</sup>	29.0 $\pm$ 2.52 <sup>b</sup>	45.5 $\pm$ 7.37 <sup>bc</sup>	12.7 $\pm$ 1.53 <sup>a</sup>	12.9 $\pm$ 5.7 <sup>a</sup>
D	3.57 $\pm$ 0.18 <sup>b</sup>	0.0638 $\pm$ 0.0032 <sup>b</sup>	100.0 $\pm$ 0.0 <sup>a</sup>	1.7 $\pm$ 0.06 <sup>ab</sup>	57.3 $\pm$ 1.64 <sup>bc</sup>	28.1 $\pm$ 0.80 <sup>bc</sup>	32.5 $\pm$ 11.4 <sup>c</sup>	11.7 $\pm$ 1.15 <sup>a</sup>	8.7 $\pm$ 3.21 <sup>a</sup>
E	3.43 $\pm$ 0.05 <sup>b</sup>	0.0612 $\pm$ 0.0010 <sup>b</sup>	95.8 $\pm$ 5.20 <sup>a</sup>	1.8 $\pm$ 0.02 <sup>a</sup>	54.7 $\pm$ 0.67 <sup>c</sup>	24.4 $\pm$ 2.37 <sup>c</sup>	72.1 $\pm$ 16.9 <sup>a</sup>	11.7 $\pm$ 0.58 <sup>a</sup>	12.2 $\pm$ 4.1 <sup>a</sup>

Keterangan : 1.) Perlakuan A (38% TK (Tepung Kedelai)+0% TDIT), B (23% TK+15%TDIT), C (18% TK+20%TDIT), D (13% TK+25% TDIT), dan E (8% TK+30% TDIT)  
 2.) PBM (Pertumbuhan Berat Mutlak, PBH (Pertumbuhan Berat Harian), SIN (Sintasan), RKP (Rasio Konversi Pakan), EP (Efisiensi Pakan), RP (Retensi Protein), RL (Retensi Lemak), JD (Jumlah Daun), BB (Berat Basah).  
 3.) Nilai rata-rata perlakuan dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada selang kepercayaan 95%.

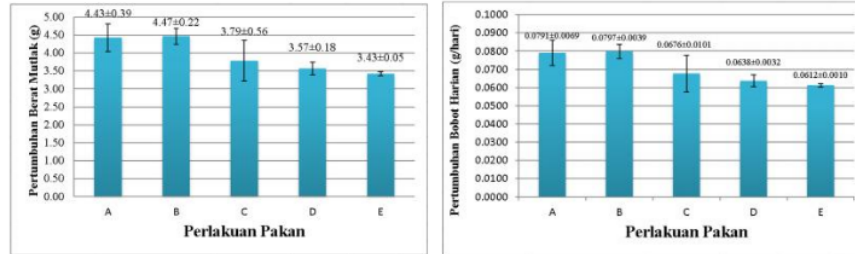
#### a. Pertumbuhan Berat Mutlak dan Pertumbuhan Harian

Berat rata-rata ikan saat penelitian mengalami kenaikan (Gambar 3), hal ini menunjukkan adanya pertumbuhan ikan jelawat yang diberi makan pakan perlakuan.



Gambar 3. Histogram Berat Rata-Rata Ikan Awal dan Akhir Penelitian

Pertumbuhan Berat Mutlak dalam penelitian secara berturut-turut dari yang tertinggi ke yang terendah; yaitu pakan B (4,47 g/ekor), A (4,43 g/ekor), C (3,79 g/ekor), D (3,57 g/ekor) dan E (3,43 g/ekor). Nilai ini menunjukkan adanya penambahan berat ikan dalam masa penelitian. Sedangkan pertumbuhan berat harian juga menunjukkan trend nilai yang sama seperti (Gambar 4).



Gambar 4. Histogram Pertumbuhan Berat Mutlak dan Pertumbuhan Berat harian Ikan Jelawat

Gambar 4 di atas menggambarkan pertumbuhan berat pada ikan Jelawat yang diberi perlakuan pakan TDIT (perlakuan B, C, D dan E) sebesar 4,47 g s.d 3,43 g atau berkisar 0,079 g s.d 0,061 g/hari, selama 56 hari pemeliharaan. Pertumbuhan masih tergolong baik, pada penelitian lain tanpa penggunaan media akuaponik dengan kandungan protein 39-41% dalam pakan buatan serta jumlah pemberian pakan berdasarkan biomasa tubuh (*feeding rate*) sebesar 3%, memberikan pertumbuhan berat mutlak ikan jelawat sebesar  $1,04 \pm 0,10$  g selama 64 hari pemeliharaan, (Sanovel *et.al.*, 2020).

Hasil uji lanjut pada pertumbuhan berat mutlak dan berat harian ikan jelawat memberikan hasil bahwa pakan B dengan kandungan TDIT sebanyak 15% dalam pakan ikan, berbeda nyata dengan perlakuan C, D dan E, namun tidak berbeda dengan pakan A (0% TDIT). Hasil ini menunjukkan penggunaan TDIT sebanyak 15% dalam pakan memberikan pengaruh yang sama dengan pakan tanpa TDIT atau 100% menggunakan tepung kedelai. Sehingga TDIT mampu mengurangi peranan tepung kedelai dalam pakan ikan jelawat sebanyak 15% dalam optimalisasi produksi ikan jelawat.

Pertumbuhan yang terjadi diduga disebabkan akibat pemanfaatan nutrisi yang baik dari pakan perlakuan oleh ikan Jelawat. Pakan perlakuan yang memiliki kandungan nutrisi dari tanaman *Indigofera* mampu dicerna dan memenuhi kebutuhan ikan jelawat.



Gambar 5. Perbandingan Tubuh Dengan Panjang Usus Ikan (Benih) Jelawat

Gambar 5 menunjukkan perbandingan tubuh ikan Jelawat dengan panjang ususnya. Terlihat bahwa usus ikan jelawat lebih panjang 1,2 kali lebih panjang dari ukuran tubuhnya dan secara anatomi dapat digolongkan sebagai ikan omnivora, yang mampu mencerna sumber pakan nabati seperti daun *Indigofera* pencernaan. Kandungan nutrisi pada pakan perlakuan B ternyata mampu memberikan kombinasi nutrisi yang baik untuk pertumbuhan ikan Jelawat. Protein sebesar 23,8% dalam pakan perlakuan mampu memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan ikan jelawat. Nilai ini lebih rendah jika dibandingkan dengan penelitian lain, dimana kandungan protein kasar yang baik untuk pertumbuhan benih ikan Jelawat dijelaskan sebesar 38% (Farahiyah, *et.a.l.*, 2017).

Diduga, ada peranan nutrisi lain seperti karbohidrat sebesar 47,3% dan lemak sebesar 10,26% dalam pakan B mampu menggantikan peranan protein sebagai sumber energi metabolisme basal ikan jelawat (*protein sparing effect*), sehingga protein lebih banyak digunakan untuk pertumbuhan ataupun disimpan dalam tubuh ikan jelawat. Kandungan karbohidrat tinggi dapat berperan sebagai *protein sparing effect* yang bersifat menggantikan peranan protein sebagai sumber energi pengganti protein oleh ikan (Gusrina, 2008).

*Protein sparing effect* merupakan fenomena bioenergetika di dalam tubuh ikan akibat kondisi kandungan nutrisi terutama asam amino esensial dari pakan ikan. Halver & John, (2002) menyatakan saat fenomena *protein (asam amino) sparing* terjadi, energi non-protein dimanfaatkan untuk kebutuhan energi, yang mengakibatkan penurunan reaksi katabolisme asam amino tertentu sebagai kebutuhan energi. Peningkatan pakan dengan energi non-protein untuk memenuhi kalori yang dibutuhkan oleh ikan, akan mengurangi oksidasi asam amino dan berdampak terhadap pemanfaatan protein dari makanan untuk pertumbuhan dan

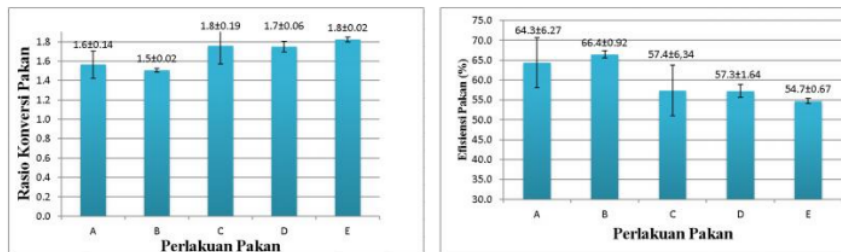
mengurangi ekskresi nitrogen, (Kaushik & Cowey.,1991; Cho.,1992; Houlihan *et al.*, 2001). Karbohidrat sangat berharga karena bersifat *protein sparing effect* pada spesies salmon dan tilapia (Azaza *et al.*, 2013; Hemre *et al.*, 1995; Abro, 2014).

Karbohidrat mudah tersedia dan murah, jika dibandingkan dengan protein yang tergolong mahal dalam penggunaannya di formulasi pakan ikan. (Zhao *et al.*, 2011; Gao *et al.*, 2010; Abro, 2014). Penggunaan tingkat karbohidrat dalam pakan ikan sangat penting, karena jika karbohidrat yang sesuai tidak diberikan, dapat menyebabkan efek negatif pada pemanfaatan nutrisi, pertumbuhan, metabolisme dan kesehatan, (Li *et al.*, 2012; Erfanullah & Jafri, 1998; Abro, 2014).

Selain pengaruh pakan, kondisi perairan juga diduga menunjang ikan Jelawat untuk hidup dengan baik di lingkungan akuaponik. Lingkungan akuaponik memungkinkan terkena sinar matahari dengan baik, bahan organik juga dapat dikurangi oleh tanaman serta adanya aliran air membuat ikan jelawat dapat tumbuh lebih baik jika dibandingkan dengan pemeliharaan di kolam atau akuarium biasa.

#### b. Rasio Konversi Pakan dan Efisiensi Pakan

Hasil uji lanjut rasio konversi pakan C dan D tidak berbeda dengan perlakuan pakan A. Perlakuan pakan C, D, dan E berbeda nyata dengan perlakuan pakan B, namun perlakuan pakan A tidak berbeda dengan perlakuan B. Walaupun demikian nilai rasio konversi pakan yang terbaik ditunjukkan oleh perlakuan pakan B sebesar  $1,5 \pm 0,02$ . Nilai ini dapat diartikan bahwa untuk mendapatkan biomasa panen ikan sebanyak 1 kg, dibutuhkan pakan sebanyak  $1,5 \pm 0,02$  kg. Hal serupa juga terjadi pada nilai efisiensi pakan yang dihasilkan pada setiap perlakuan Gambar 6.

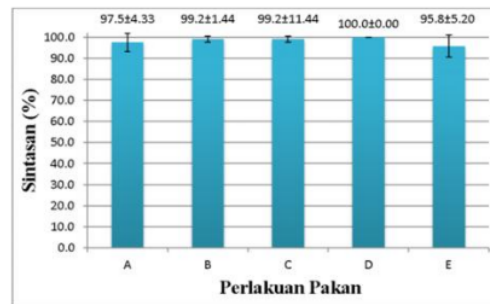


Gambar 6. Histogram Rasio Konversi Pakan dan Efisiensi Pakan Ikan Jelawat

Gambar 6 menggambarkan nilai rasio konversi pakan perlakuan berkisar  $1.5 \pm 0.02$  -  $1.8 \pm 0.19$ , hal ini juga didukung dari nilai efisiensi penggunaan pakan oleh ikan yang mencapai 54,7%-66,4% dari pakan yang diberikan. Rasio konversi pakan semakin menurun pada setiap peningkatan kandungan protein dalam pakan perlakuan. Hal ini serupa dengan Farahiyah, *et.al.* (2017). Dimana nilai RKP semakin menurun dengan kenaikan kandungan protein. Nilai RKP pada kandungan protein 38 % sebesar  $1.70 \pm 0.08$

### c. Sintasan

Sintasan atau kelulushidupan merupakan jumlah ikan yang hidup selama masa penelitian. Hasil uji menunjukkan sintasan ikan jelawat pada penelitian tergolong tinggi dimana untuk setiap perlakuan pakan dengan TDIT mencapai 95-100%, Gambar 7.



Gambar 7. Histogram Sintasan Ikan Jelawat

Histogram sintasan di atas memperlihatkan jumlah ikan jelawat yang hidup selama pemeliharaan di setiap perlakuan. Nilai sintasan pada setiap perlakuan tergolong tinggi. Kematian yang terjadi sebagian besar pada awal penelitian akibat ketidakmampuan adaptasi ikan jelawat pada media dan lingkungan.

Kandungan TDIT dalam pakan, mampu menyediakan kebutuhan nutrisi dan energi bagi ikan jelawat dengan baik, sehingga ikan dapat hidup dan tumbuh. Media akuaponik diduga memberikan kondisi lingkungan yang baik untuk ikan jelawat terutama akan kebutuhan oksigen terlarut atau *Dissolved Oxygen* (DO) dari aliran air yang diberikan. Konsentrasi DO pada media selama penelitian (Tabel 7) menunjukkan DO semua perlakuan rata-rata berkisar 4.07-8.53 ppm. DO yang dikehendaki ikan daerah hangat yaitu 5 ppm – konsentrasi jenuh Boyd, (2015).

Penyerapan bahan organik dan naungan dari tanaman selada di atas media pemeliharaan juga memberikan kualitas air yang baik bagi ikan jelawat. Kandungan amoniak saat penelitian (Tabel 7) memperlihatkan peningkatan kandungan amonia pemeliharaan hari ke-40 dan berangsur mengalami penurunan hingga hari ke-56 pada perlakuan B, C, D dan E. Sedangkan perlakuan A mengalami kenaikan dari 0,018 ppm menjadi 0,046 ppm di akhir penelitian. Semua nilai menunjukkan kondisi yang masih baik untuk ikan karena masih di bawah 0,2 ppm (Boyd, 2015). Penyerapan bahan organik dari tanaman dapat menekan kandungan amoniak dan air menjadi jernih yang disukai oleh ikan jelawat.

Tabel 7. Kandungan Amonia Media Penelitian

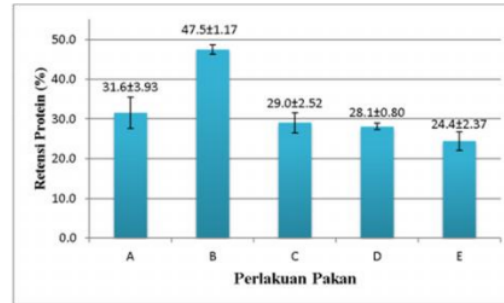
Perlakuan	Kandungan Amoniak Sampling hari ke- (ppm)		
	7	40	56
A	0.018	0.025	0.046
B	0.000	0.033	0.017
C	0.012	0.031	0.017
D	0.028	0.037	0.017
E	0.028	0.049	0.017

Peranan filtrasi dalam sistem akuaponik dapat memberikan kualitas air tetap terjaga dan dapat mendukung pertumbuhan ikan jelawat. Sistem resirkulasi yang digunakan dapat membuat daya dukung suatu wadah budidaya akan meningkat dan dapat meningkatkan pertumbuhan ikan budidaya, Diansari, *et.al.*, (2013) dalam Darmayanti, *et.al.*, (2018).

#### d. Retensi Protein

Retensi protein merupakan protein pakan yang tersimpan dalam jaringan tubuh selama pemeliharaan. Maulidin *et.al.*, (2016) ; Syahailatua *et.al.*, (2017). Retensi protein dari hasil penelitian menunjukkan perbedaan yang nyata antara perlakuan B terhadap perlakuan A, C, D dan E.





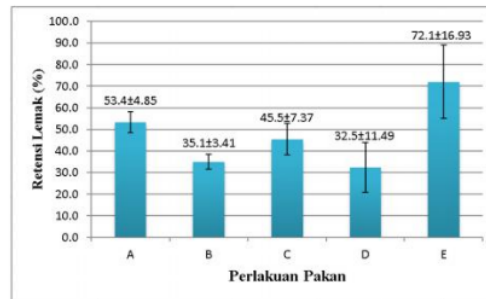
Gambar 8. Histogram Retensi Protein

Nilai retensi protein terbaik (perlakuan B) mencapai 42% dalam tubuh ikan dibandingkan perlakuan A sebesar 31,6% dan perlakuan E sebesar 24,4% (nilai terendah). Jika dilihat dari kandungan protein dalam pakan perlakuan B (Gambar 8), sebesar 23%, kandungan proteinnya terkecil dari semua perlakuan. Namun ternyata memberikan retensi protein yang paling besar. Diduga kombinasi antara TDIT sebesar 15% dengan tepung kedelai dalam pakan ikan, memberikan nutrisi yang sesuai untuk menunjang metabolisme dan kegiatan ikan jelawat selama penelitian.

Protein dalam pakan mampu diserap dengan baik dalam tubuh ikan Jelawat. Kandungan karbohidrat yang tinggi diduga memberikan pengaruh terhadap penggunaan energi ikan jelawat. Melalui penggunaan energi yang berasal dari karbohidrat, jumlah protein dalam tubuh ikan digunakan lebih sedikit untuk metabolisme dan dapat dimaksimalkan untuk pertumbuhan. Kondisi ini menunjukkan *protein sparing effect* terjadi pada ikan jelawat. Kandungan nutrisi dalam TDIT dapat menggantikan penggunaan tepung kedelai sebesar 15% dalam pakan ikan jelawat.

#### e. Retensi Lemak

Hasil analisis ragam menunjukkan perbedaan yang nyata terutama perlakuan E terhadap semua perlakuan. Nilai retensi lemak tertinggi didapatkan oleh pakan perlakuan E sebesar 72.1% diikuti berturut-turut oleh perlakuan A, C, B, dan D (Gambar 9).



Gambar 9. Histogram Retensi Lemak

Retensi lemak pada semua perlakuan tergolong tinggi yang mencapai 32,5% s.d 72% dari kandungan lemak yang terdapat dalam pakan yang diberikan. Nilai retensi lemak ini diduga bahwa penyerapan lemak dari pakan berlangsung dengan baik pada ikan jelawat, namun ikan jelawat tidak menggunakan lemak sebagai sumber energi utama selama penelitian sehingga lemak cenderung untuk disimpan dalam jaringan tubuh ikan.

Pakan perlakuan E memiliki nilai kandungan protein sebesar 34,16% dan kandungan lemak yang rendah yaitu sebesar 4,45%. Namun retensi lemak dalam tubuh perlakuan E menunjukkan nilai yang tertinggi. Diduga penggunaan pakan perlakuan E terjadi penggunaan protein lebih banyak sebagai sumber energi ikan dibandingkan pakan perlakuan lainnya. Sedangkan lemak tidak sepenuhnya dimanfaatkan sebagai sumber energi, sehingga disimpan dalam tubuh ikan secara optimal.

Dugaan lain, terjadi proses lipogenesis yaitu rekasi pembentukan asam lemak dan trigliserida turunannya yang terjadi di hati dan jaringan adiposit / jaringan lemak tubuh. Penumpukan lemak ditentukan oleh keseimbangan antara lipogenesis dan lipolisis/oksidasi asam lemak. lipogenesis ini dapat terjadi melalui penyerapan nutrisi lemak dari pakan ataupun melalui proses *de-novo lipogenesis* (DNL) yang berhubungan dengan perombakan karbohidrat menjadi lemak. Lipogenesis dirangsang oleh diet tinggi karbohidrat, sedangkan dihambat oleh asam lemak tak jenuh ganda dan puasa, (Kersten.,2001).

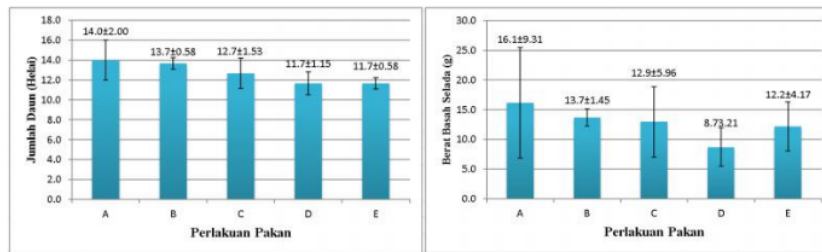
Retensi terbesar terjadi pada perlakuan pakan E disusul oleh perlakuan A. Pakan perlakuan E menghasilkan kandungan lemak yang rendah sebesar 4,4% dan karbohidrat tinggi sebesar 41% pada pakan. Kondisi ini diduga pemicu tubuh ikan

jelawat untuk melakukan proses *DNL* secara maksimal sehingga menghasilkan lemak tubuh yang lebih tinggi dari perlakuan pakan yang lain.

#### f. Produktivitas Selada

Produktivitas selada pada penelitian dinilai dari jumlah daun selada dan berat basah tanpa bagian akar saat panen atau biasa disebut juga sebagai berat konsumsi. Selada ditanam pada media akuaponik setelah 2 minggu pemeliharaan ikan jelawat, yang bertujuan untuk memastikan bahan organik dalam media cukup untuk pertumbuhan selada. Pemeliharaan dilakukan hingga penelitian selesai dengan lama pemeliharaan selama 42 hari tanpa adanya pemanenan atau pergantian tanaman ditengah penelitian.

Hasil dari uji lanjut terhadap parameter jumlah daun dan berat basah tidak berbeda nyata untuk setiap perlakuan. Hal ini berarti penggunaan TDIT dalam pakan memberikan hasil yang sama dengan pakan tanpa TDIT (Gambar 10).



Gambar 10. Histogram Jumlah Daun dan Berat Basah Selada

Gambar 10, memperlihatkan nilai jumlah daun dan berat basah tanaman selada selama penelitian. Jumlah daun selada rata-rata tanaman berkisar 11 s.d 14 daun tiap tanaman, jumlah ini masih tergolong baik untuk tanaman selada. Jumlah daun pada penelitian media tanam dan nutrisi yang berbeda pada hidroponik jenis *Nutrient Film Technique (NFT)*, juga memberikan rata-rata jumlah daun sebanyak 11,28-12,38 helai (Ayu.*et.al.*,2022).

Berat basah tanaman selada cukup bervariasi antar tanaman. Berat basah saat panen pada penelitian yaitu rata-rata tanaman sebesar 8,7-16,1 g/tanaman. Atau dari tiap perlakuan dapat memberikan hasil total panen basah berkisar 104-511gr. Jika dibandingkan dengan aplikasi media tanam yang berbeda, nilai ini masih tergolong kecil. Seperti penggunaan media *rockwool* pada media

hidroponik yang mampu memberikan hasil berat basah rata-rata tanaman sebesar 61,88 g sedangkan penggunaan nutrisi *AB mix* 5 ml/l mampu menghasilkan berat basah rata-rata 67,72 g menurut Ayu L, *et.al.*,(2022). (Rahmadhani *et.al.*, 2020) juga menyatakan berat basah pada tanaman selada akuaponik dengan limbah lele dan hidroponik tidak menunjukkan hasil yang berbeda.

Kecilnya hasil berat basah pada penelitian tentunya diakibatkan oleh kondisi lingkungan dan nutrisi media. Penelitian dilakukan di luar ruangan (tanpa *green house*) dimana tentunya ada faktor lingkungan yang mempengaruhi seperti suhu, dan cuaca, selain itu memungkinkan adanya serangan hama dan penyakit. Hama yang menyerang saat penelitian berupa belalang dan ulat yang memakan daun selada, sedangkan penyakit yang terjadi seperti busuk akar sehingga tanaman selada mati, sehingga menurunkan jumlah berat basah saat panen.

Nutrisi pada media penelitian tentunya berbeda dengan nutrisi pada media hidroponik ataupun akuaponik dengan limbah ikan lain seperti lele ataupun nila. Nutrisi yang didapatkan tanaman selada sepenuhnya berasal dari kotoran ikan Jelawat. Nutrisi yang tercatat seperti TDS tergolong kecil jika dibandingkan dengan kondisi pada media hidroponik (Gambar 12). Walaupun demikian, tanaman selada masih dapat tumbuh dan dipanen dengan kondisi yang baik.

Penggunaan media akuaponik di luar ruangan *green house* dan tanpa adanya tambahan nutrisi cukup menggambarkan kondisi aplikasi akuaponik ini di masyarakat yang memiliki tempat terbatas dan membuktikan bahwa tanaman akuaponik seperti selada dapat memanfaatkan limbah budidaya ikan jelawat dan ikan jelawat mampu tumbuh pada media akuaponik.

#### **4.5. Kualitas Air**

Parameter kualitas air selama penelitian menunjukkan dalam kondisi baik dan masih sesuai untuk ikan jelawat. Kualitas air yang baik akan mempengaruhi pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan serta memberikan kebutuhan nutrisi bagi tanaman akuaponik. Kualitas air pada penelitian disajikan pada Tabel 8 sebagai berikut:

Tabel 8. Hasil Pengamatan Kualitas Air Penelitian

Parameter	Perlakuan Pakan					Acuan
	A	B	C	D	E	
Suhu ( <sup>0</sup> C)	26.9-28.4	26.9-29.3	27.0-29.5	26.9-29.5	27.1-29.6	25-37*
pH	6.72-8.7	7.0-8.7	7.0-8.5	6.9-8.8	6.9-8.8	7-8.5**
TDS (mg/l)	47-122.6	50.3-99	45.6-117.6	45.3-114.6	60.3-111.3	0-1.000***
DO (mg/l)	4.07-8.23	4.67-8.33	5.03-7.6	4.73-8.53	5.37-7.87	>5***
Amoniak (mg/l)	0.018-0.046	0.00-0.033	0.012-0.031	0.017-0.037	0.017-0.049	<0.2**

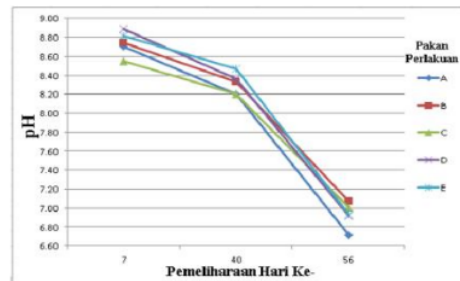
Keterangan : \* (Hardjamulia *et.al.*,1992 ; Darmayanti, *et.al.*, 2018)

\*\* (Efendi, 2000)

\*\*\* (Boyd, 2015)

Parameter suhu untuk semua perlakuan masih sesuai dengan kebutuhan ikan Jelawat (Tabel 7). Perawatan ikan jelawat di media akuaponik memungkinkan media terkena sinar matahari dengan baik sehingga suhu masih dikisaran optimal untuk pertumbuhan ikan jelawat. Kisaran suhu optimum budidaya ikan Jelawat yaitu 25-37°C, Hardjamulia *et.al.*,(1992); Darmayanti, *et.al.*, (2018). Penyinaran ini juga dimanfaatkan untuk proses fotosintesis tanaman selada, sehingga selada dapat tumbuh.

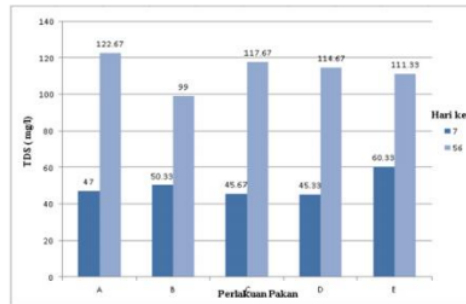
Kandungan pH media yang terukur saat penelitian dalam kisaran pH netral. Kondisi perubahan pH dapat diamati pada Gambar 11.



Gambar 11. Grafik Rataan pH Air Setiap Perlakuan

Pada Gambar 11, dapat dilihat bahwa terjadi penurunan nilai pH air dimana diawal penelitian (hari ke-7) pH masih cenderung basa, setelah diberikan tanaman selada pada hari ke-14 hingga hari ke-56, pH air menurun mendekati nilai netral untuk setiap perlakuan pakan. Adanya resirkulasi air dan penyerapan bahan organik oleh tanaman selada diduga membuat pH dapat mendekati nilai netral. Kondisi ini tentunya membuat ikan jelawat dapat tumbuh dengan baik pada media akuaponik.

*Total Desolved Solid (TDS)* atau total padatan terlarut, pada perlakuan diukur dua kali yaitu pada pemeliharaan hari ke-7 dan hari ke-56. Pengamatan pertama/awal dilakukan untuk mengetahui nilai TDS di awal sebelum adanya perlakuan pakan. Sedangkan pengamatan kedua dilakukan untuk melihat peningkatan TDS selama berjalannya penelitian. Nilai TDS saat penelitian tergolong kecil, seperti terlihat pada gambar 12.



Gambar 12. Histogram nilai rata-rata TDS untuk setiap perlakuan pakan

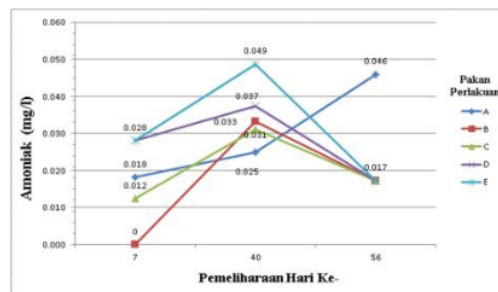
Gambar 12, menunjukkan pada awal penelitian nilai TDS hanya mencapai 45,33 mg/l (pakan D) hingga yang terbesar (pakan E) sebesar 60 mg/l, nilai ini tergolong kecil. Kondisi tersebut diakibatkan karena sumber air yang digunakan berasal dari air tanah sehingga kandungan mineral dan bahan organiknya rendah. Boyd 2015, menyatakan TDS pada air tawar alami berkisar antara 20-1000 mg/l dan padatan terdiri dari bikarbonat dan karbonat dengan pH di atas 8,3, selain itu juga terdiri dari klorida, sulfat, kalsium, kalium, magnesium, natrium dan silikat.

Hal ini menjelaskan nilai pH saat pengukuran hari ke-7 air masih bersifat basa dan beriring mendekati netral selama pemeliharaan akibat bahan organik dari feses dan sisa pakan ikan jelawat. Peletakan tanaman selada pada pemeliharaan hari ke-14 bermanfaat agar media terisi bahan organik dari feses ikan jelawat dan sisa pakan sehingga mampu menunjang pertumbuhan selada. Nilai TDS di hari ke-56 telah meningkat berkisar 99 mg/l (pakan B) sampai dengan 122 mg/l (pakan A).

Kegiatan budidaya ikan jelawat selama pemeliharaan mampu memberikan sumber bahan organik pada media akuaponik. Walaupun demikian nilai ini tergolong kecil, menurut Farida *et.al.* (2017) kondisi TDS optimum untuk selada di media akuaponik berkisar 900 – 1.750 mg/l. Kondisi ini mengakibatkan pertumbuhan selada pada perlakuan tidak sebaik pertumbuhan di media

hidroponik yang menggunakan pupuk tambahan untuk meningkatkan nilai TDS dalam media air.

Konsentrasi DO pada media selama penelitian secara umum untuk semua perlakuan rata-rata berkisar 4.07-8.53 ppm dan dapat digolongkan baik. Boyd, (2015) menyatakan untuk ikan yang hidup di daerah hangat, konsentrasi DO yang dikehendaki yaitu 5 ppm – konsentrasi jenuh. Jika media mengandung konsentrasi oksigen yang jenuh berkepanjangan dapat menyebabkan trauma gelembung gas pada ikan. Kandungan amonia pada setiap perlakuan masih dalam kisaran yang aman untuk ikan jelawat. Amonia saat penelitian mengalami perubahan sesuai dengan lamanya pemeliharaan.



Gambar 13. Grafik nilai rata-rata Amonia untuk setiap perlakuan pakan

Seperti terlihat pada Gambar 13, nilai Amonia diawal penelitian (hari-7) rata-rata berkisar 0-0,028 mg/l. Saat pertengahan (hari ke 40) menjadi 0,025-0,037 mg/l. Amonia dalam media mengalami penurunan hingga pemeliharaan ke-56. Hal ini membuktikan bahwa tanaman selada mampu menyerap kandungan amonia pada media. Amonia dapat dimanfaatkan oleh tanaman selada untuk tumbuh, sehingga menjamin kualitas air yang baik untuk ikan jelawat pada media akuaponik. Semua parameter kualitas air dalam penelitian menunjukkan kondisi baik untuk ikan jelawat dan mampu memberikan cukup nutrisi bagi tanaman selada walaupun tidak sebaik pada media dengan pemberian pupuk seperti media hidroponik.

## **V. KESIMPULAN DAN SARAN**

### **5.1 Kesimpulan**

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil penelitian yang dilakukan yaitu :

1. Penggunaan tepung daun indigofera dalam pakan buatan, mampu mengoptimalkan produksi ikan jelawat dengan memberikan nilai kelulushidupan ikan jelawat mencapai 95-100% pada sistem budidaya akuaponik.
2. Tepung daun Indigofera dapat dimanfaatkan secara optimal pakan buatan ikan jelawat yang dipelihara pada media akuaponik hingga 15% dalam perlakuan pakan B (23 % Tepung Kedelai +15 % Tepung Daun Indigofera Terhidrolisis), dengan memberikan hasil pertumbuhan mutlak, pertumbuhan harian rasio konversi pakan, efisiensi dan retensi protein terbaik dari semua perlakuan. Sedangkan Retensi lemak tertinggi didapatkan oleh perlakuan pakan E (8 % Tepung kedelai + 30 % Tepung Daun Indigofera Terhidrolisis).

### **5.2 Saran**

Saran yang dapat diberikan berdasarkan penelitian yang telah dilakukan yaitu perlu dilakukan pengkajian lebih mendalam tentang penggunaan pupuk tambahan dalam media akuaponik untuk budidaya ikan jelawat yang dikombinasikan dengan tepung daun Indigofera terhidrolisis dalam pakan buaatannya, sebagai upaya menghasilkan pertumbuhan selada yang lebih baik.



## DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, L. (2014). Prospektif Agronomi Dan Ekofisiologi Indigofera Zollingeriana Sebagai Tanaman Penghasil Hijauan Pakan Berkualitas Tinggi. *Pastura: Journal of Tropical Forage Science*, 3(2), 79-83. <https://doi.org/10.24843/Pastura.2014.v03.i02.p06>
- Abeltino, K., Sugiyanto, & Tuti, H. K. (2021). Pengaruh Media Tanah Dan Akuaponik Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Selada (*Lactuca sativa*), Caisim (*Brassica juncea L*), Dan Pakcoy (*Brassica rapa chinensis*). *Jurnal Agrisia*, 14(1), 24-44.
- Abro, R. (2014). Digestion and Metabolism of Carbohydrates in Fish. [Thesis]. Swedish University of Agricultural Sciences Uppsala. SLU Service/Repro, Uppsala.
- Al-Rasyid, M. Y. ., Saade, A., & Tandi, I. (2019). Pengaruh Tepung Daun Indigofera Dalam Ransum Terhadap Kualitas Karkas Broiler. *Jurnal Agrisistem*, 15(1), 29-34.
- Aryani, N. (2018). Teknologi Tepat Guna Budidaya Ikan Jelawat. Bung Hatta University Press.
- Au, H., Lim, L., Amornsakun, T., Rahmah, S., Liew, H. J., & Musikarun, P. (2020). *Feeding and nutrients requirement of Sultan fish , Leptobarbus hoevenii : A review Maturation Diets for Broodstocks*. 11(1), 3-12.
- Boyd, C.E. (1990). Water Quality in Pond for Aquaculture. Elsevier Scientific Publishing Company. New York.
- Darmayanti.Eka Indah Raharjo. Farida. (2018). Sistem Resirkulasi Menggunakan Kombinasi Filter Yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan Benih Ikan Jelawat (*Leptobarbus hoeveni*). *Ruaya*. vol 6. No.2.
- Effendie M.I. (1997). Biologi Perikanan. Yayasan Pustaka Nusatama. Yogyakarta. 159 hal.
- Effendie, H.(2000). Telaah Kualitas Air : Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. IPB. Bogor. 258 hal.
- Faradillah, F., Mutia, R., & Abdullah, L. (2015). Substitution of soybean meal with Indigofera zollingeriana top leaf meal on egg quality of Cortunix cortunix japonica. *Media Peternakan*, 38(3), 192-197. <https://doi.org/10.5398/medpet.2015.38.3.192>

- Farahiyah, I.J, Zainal Abidin, Ahmad A, & Wong H.K. (2017). "Optimum Protein Requirement for the Growth of Jelawat Fish (*Leptobabrbus hoevenii*)". *Malaysian Society of Animal Production* 20(December):39–46.
- Farida, N.F.,Abdulah, S.H., & Priyati,A. (2017). Analisis Kualitas Air Pada Sistem Pengairan Akuaponik. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem*, 5 (2): 385-394.
- G-I. Hemre1, T.P. Mommsen2 , Aê . Krogdahl. (2001). Carbohydrates in Fish Nutrition: effects on growth, glucose metabolism and hepatic enzymes. *Aquaculture Nutrition* 20017;1-20. Blackwell Science Ltd.
- Gusrina.(2008).Budidaya Ikan.Departemen Pendidikan Nasional. Jakarta. 355 hal.
- Halver, J. E., & Hardy, R. W. (2002). Fish Nutrition ; Third Edit, Vol. 3). Academic Press.
- Houlihan, D., Boujard, T., & Jobling, M. (2001). Food Intake in Fish. Blackwell Science L.td.
- I.J, F., Abidin, Z., A, A., & H.K, W. (2017). Optimum protein requirement for the growth of Jelawat fish ( *Leptobabrbus hoevenii* ) Animal Science Research Centre , Malaysian Agricultural Research & Development. *Malaysian Society of Animal Production*, 20(December), 39-46.
- Jefry, Setiawati, M., Jusadi, D., & Fauzi, I. A. (2021). Cellulase hydrolyzed Indigofera zolingeriana leaf utilization as a feed ingredient for gourami fingerling. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 20(2), 139-147. <https://doi.org/10.19027/jai.20.2.139-147>
- Kersten, Sander. 2001. Mechanisms of nutritional and hormonal regulation of lipogenesis. *European Molecular Biology Organization (EMBO) reports* vol. 2. no. 4. pp 282–286
- Kumalasari, N. R., Wicaksono, G. P., & Abdullah, L. (2017). Plant growth pattern, forage yield, and quality of indigofera zollingeriana influenced by row spacing. *Media Peternakan*, 40(1), 14-19. <https://doi.org/10.5398/medpet.2017.40.1.14>
- Kurniawan, A. (2013). Akuaponik Sederhana Berhasil Ganda (E. Asriani & A. Kurniawan (eds.)). UBB Press.
- Lall, Santosh P.; Tibbetts, Sean M.T. (2009). Nutrition, feeding, and behavior of fish. *Veterinary Clinics of North America : Exotic Animal Practice*, 12, 2, pp. 361-372, <https://doi.org/10.1016/j.cvex.2009.01.005>.
- Marzuqi, M., Kasa, I. W., & Giri, N. A. (2019). Respons Pertumbuhan Dan Aktivitas Enzim Amilase Benih Ikan Bandeng (*Chanos chanos Forsskal*)

Yang Diberi Pakan Dengan Kandungan Karbohidrat Yang Berbeda. *Media Akuakultur*, 14(1), 31. <https://doi.org/10.15578/ma.14.1.2019.31-39>.

- Nurjannah, N., Yanto, S., & Patang, P. (2018). Pemanfaatan Keong Mas (*Pomacea canaliculata L*) Dan Limbah Cangkang Rajungan (*Portunus pelagicus*) Menjadi Pakan Ternak Untuk Meningkatkan Produksi Telur Itik. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, 3(2), 137. <https://doi.org/10.26858/jptp.v3i2.5525>
- Prasetyo, E., & Raharjo, E. I. (2016). Pengaruh Padat Tebar Terhadap Pertumbuhan Dan Kelangsungan Hidup Benih Ikan Jelawat (*Leptobarbus hoeveni*). *JURNAL RUAYA*, 4, 54-59.
- Putri, A., Zaqiyah, A., & Didi, D. A. (2013). Hidrolisis Selulosa Eceng Gondok (*Eichhornia crassipe*) Menjadi Glukosa Dengan Katalis Arang Aktif Tersulfonasi. *Jurnal Teknologi Kimia Dan Industri*, 2(3), 63-69. <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jtki>
- Rahmadhani, L. E., Widuri, L. I., Dewanti, P.(2020). Kualitas Mutu Sayur Kasepak (Kangkung, Selada, dan Pakchoy). *Jurnal Agroteknologi Vol. 14 No. 01 (2020)*. 14(01).
- Rakhmawati, A.Sofiana, N. Indariyanti, & R J.M Bokau. (2022). Desrearing of Crude Fibre in Indigofera Leaves Flour Hydrolysed with Cellulase Enzyme as a Source of Feed Protein. *IOP Conference Series: Earth And Enviromental Science 1012 (2022) 012060*.
- Rimalia, A. (2014). Perbandingan Induk Jantan dan Betina terhadap Keberhasilan Pembuahan dan Daya Tetas Telur Ikan Jelawat (*Leptobarbus hevenii*). *Zira'ah*, 39(3), 114-118.
- Rusliadi, I. P. & S. (2015). Pemeliharaan Benih Ikan Jelawat (*Leptobarbus hoeveni* Blkr) dengan Padat Tebar Yang Berbeda Pada Sistem Resirkulasi dan Akuaponik. *Berkala Perikanan Terubuk*, 43.No.2(2), 1-13.
- Saanin, H. (1980). Taksonomi Dan Kunci Identifikasi Ikan. Binacipta : Bandung. 256 hal.
- Setijaningsih, L., & Gunadi, B. (2016). Eektivitas substrat dan tumbuhan air untuk penyerapan hara nitrogen dan total fosfat pada budidaya ikan berbasis sistem Integrated Multi-Trophic Aquaculture (IMTA). *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur 2016, October*, 169-176.
- Soepri O, Y. (2020). Manfaat Indigofera Sp. Dibidang Reproduksi Ternak. UNDIP Press.
- Sonavel, N. P., Sapto, D., & Rara, C. U. (2020). Pengaruh Tingkat Pemberian Pakan Buatan Terhadap Performa Ikan Jelawat (*Leptobarbus hoeveni*).

*Jurnal Sains Teknologi Akuakultur*. 52-65.

- Syahailatua, D. Y., Dangeubun, J. L., & Serang, A. M. (2017). Artificial feed composition for growth and protein and fat retention of humpback grouper , *Cromileptes altivelis*. *AAFL Bioflux* 10 (6), 1683-1691.
- Tri, M., Sunarno, D., & Mas, B. S. (2017). Performa pertumbuhan post-larva ikan jelawat *Leptobarbus hoevenii* pada berbagai kombinasi pakan alami dan buatan. *Depik Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan, Pesisir Dan Perikanan, December*. <https://doi.org/10.13170/depik.6.3.8731>
- Vo, T. K., Ta, Q. T. H., Chu, Q. T., Nguyen, T. T., & Vo, V. G. (2020). Anti-hepatocellular-cancer activity exerted by  $\beta$ -sitosterol and  $\beta$ -Sitosterol-Glucoside from *Indigofera zollingeriana* Miq. *Molecules*, 25(13). <https://doi.org/10.3390/molecules25133021>
- Yanto, H., Rostika, R., Andriani, Y., & Jusadi, D. (2017). Different levels of the fermented yellow cornmeal in diets for jelawat , *Leptobarbus hoevenii*. *NUSANTARA BIOSCIENCE*, 9(4), 378-384. <https://doi.org/10.13057/nusbiosci/n090407>
- Yudiarto, S., Arief, M., & Agustono. (2012). Effects of addition different attractants in pasta feed against retention of protein, fat and energy Eel fish seed (*Anguilla bicolor*) stadia elver. *Jurnal Ilmiah Perikanan Dan Kelautan*, 4(2), 135-140.

## LAMPIRAN

### 1. Dokumentasi Kegiatan Penelitian

#### Persiapan Media Penelitian



Persiapan Lahan

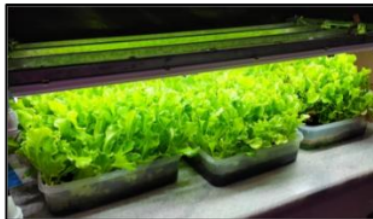
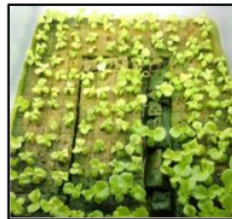


Pemasangan Terpal dan Pengisian Air



Pemasangan Instalasi Akuaponik

#### Persiapan Benih Selada



Penyemaian Benih Selada

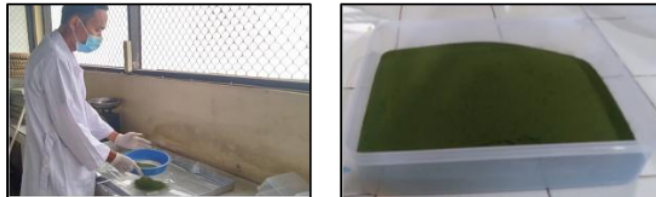
### Persiapan Tepung Daun Indigofera



Pengambilan Daun Indigofera

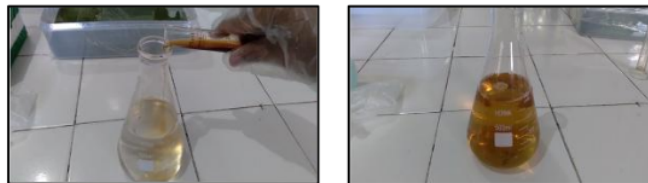


Pengeringan dan Penepungan Daun Indigofera



Pengayakan Tepung Daun Indigofera

### Pembuatan Hidrolisis Tepung Daun Indigofera



Pencampuran Enzim Selulase Dengan Akuades



Pencampuran Larutan Enzim dengan Tepung Daun Indigofera

Penutupan Media Hidrolisis

Hasil Hidrolisis Tepung Daun Indigofera

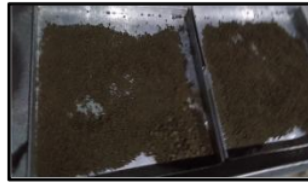
### Pembuatan Pakan Perlakuan



Penimbangan Pakan Perlakuan



Pencampuran, Pencetakan, dan Pengeringan Bahan Pakan Perlakuan

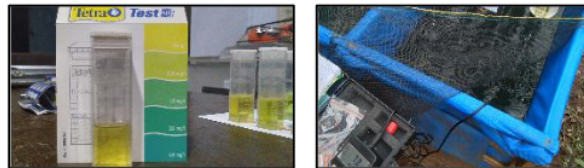


Hasil Pengeringan Pakan Perlakuan

### Kegiatan Pemeliharaan dan Sampling



Kegiatan Pemeliharaan, Sampling Bobot dan Panjang Tubuh Ikan



Sampling Kualitas Air



## 2. Perhitungan Analisis Ragam Dan Uji Lanjut Perlakuan

Perhitungan sidik ragam dan uji lanjut menggunakan Program statistika (STAR) dengan hasil sebagai berikut :

2 Statistical Tool for Agricultural Research (STAR) Analysis of Variance Completely Randomized Design

1 ANALYSIS FOR RESPONSE VARIABLE: Pertumbuhan Berat Mutlak.

Test for Homogeneity of Variances

Method	DF	Chisq Value	Pr(>Chisq)
Bartlett	4	7.21	0.1251

Test for Normality

Variable	Method	W Value	Pr(< W)
Pertumbuhan Berat Mutlak.	Shapiro-Wilk	0.9674	0.8171

### ANOVA TABLE

Response Variable: Pertumbuhan.Berat.Mutlak.

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr(> F)
Perlakuan	4	2.8053	0.7013	6.37	0.0082
Error	10	1.1013	0.1101		
Total	14	3.9066			

Least Significant Difference (LSD) Test

Perlakuan means N group

A	4.43	3	a
B	4.47	3	a
C	3.79	3	b
D	3.57	3	b
E	3.43	3	b

Means with the same letter are not significantly different.

1 ANALYSIS FOR RESPONSE VARIABLE: Pertumbuhan Berat Harian.

Test for Homogeneity of Variances

Method	DF	Chisq Value	Pr(>Chisq)
Bartlett	4	7.28	0.1219

Test for Normality

Variable	Method	W Value	Pr(< W)
Pertumbuhan Berat Harian	Shapiro-Wilk	0.9671	0.8134

### ANOVA TABLE

Response Variable: Pertumbuhan Berat Harian



Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr(> F)
Perlakuan	4	0.0009	0.0002	6.37	0.0081
Error	10	0.0004	0.0000		
Total	14	0.0012			

**1** Pairwise Mean Comparison of Perlakuan, Least Significant Difference (LSD) Test

Perlakuan	means	N group
A	0.0791	3 a
B	0.0797	3 a
C	0.0676	3 b
D	0.0638	3 <b>2</b>
E	0.0612	3 b

Means with the same letter are not significantly different.

**ANALYSIS FOR RESPONSE VARIABLE: Sintasan Transformasi**

Test for Homogeneity of Variances

Method	DF	Chisq Value	Pr(>Chisq)
Bartlett	4	0.0000	

**1** Test for Normality

Variable	Method	W Value	Pr(< W)
Sintasan.Transformasi	Shapiro-Wilk	0.9057	0.1161

**ANOVA TABLE**

Response Variable: Sintasan Transformasi

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr(> F)
Perlakuan	4	0.0873	0.0218	0.83	0.5331
Error	10	0.2614	0.0261		
Total	14	0.3487			

Table of Means

Perlakuan	Sintasan.Transformasi..... Means
A	9.87
B	9.96
C	9.96
D	10.00
E	9.79

### ANALYSIS FOR RESPONSE VARIABLE: Rasio Konversi Pakan Transformasi

#### Test for Homogeneity of Variances

Method	DF	Chisq Value	Pr(>Chisq)
Bartlett	4	10.39	0.0343

#### Test for Normality

Variable	Method	W Value	Pr(< W)
Rasio Konversi Pakan Transformasi	Shapiro-Wilk	0.9164	0.1699

### ANOVA TABLE

Response Variable: Rasio Konversi Pakan Transformasi

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr(> F)
Perlakuan	4	0.0260	0.0065	4.67	0.0219
Error	10	0.0139	0.0014		
Total	14	0.0399			

Pairwise Mean Comparison of Perlakuan, Least Significant Difference (LSD) Test  
Summary of the Result:

Perlakuan	means	N group
A	1.44	3 bc
B	1.42	3 c
C	1.50	3 ab
D	1.50	3 ab
E	1.52	3 a

Means with the same letter are not significantly different.

### ANALYSIS FOR RESPONSE VARIABLE: Efisiensi Pakan

#### Test for Homogeneity of Variances

Method	DF	Chisq Value	Pr(>Chisq)
Bartlett	4	11.13	0.0251

#### Test for Normality

Variable	Method	W Value	Pr(< W)
Efisiensi.Pakan	Shapiro-Wilk	0.8886	0.0638

**ANOVA TABLE**

Response Variable: Efisiensi Pakan

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr(> F)
Perlakuan	4	307.4443	76.8611	4.60	0.0230
Error	10	167.1619	16.7162		
Total	14	474.6062			

Pairwise Mean Comparison of Perlakuan, Least Significant Difference (LSD) Test  
Summary of the Result:

Perlakuan	means	N group
A	64.34	3 ab
B	66.45	3 a
C	57.39	3 bc
D	57.26	3 b
E	54.73	3 c

Means with the same letter are not significantly different.

**ANALYSIS FOR RESPONSE VARIABLE: Retensi Protein**

Test for Homogeneity of Variances

Method	DF	Chisq Value	Pr(>Chisq)
Bartlett	4	4.46	0.3470

Test for Normality

Variable	Method	W Value	Pr(< W)
Retensi Protein	Shapiro-Wilk	0.9757	0.9319

**ANOVA TABLE**

Response Variable: Retensi Protein

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr(> F)
Perlakuan	4	963.1182	240.7795	40.84	0.0000
Error	10	58.9618	5.8962		
Total	14	1022.0800			

Pairwise Mean Comparison of Perlakuan, Least Significant Difference (LSD) Test  
Summary of the Result:

Perlakuan	means	N	group
A	31.60	3	b
B	47.47	3	a
C	29.03	3	b
D	28.11	3	b
E	24.41	3	c

Means with the same letter are not significantly different.

#### ANALYSIS FOR RESPONSE VARIABLE: Retensi Lemak

Test for Homogeneity of Variances

Method	DF	Chisq Value	Pr(>Chisq)
Bartlett	4	4.93	0.2941

Test for Normality

Variable	Method	W Value	Pr(< W)
Retensi.Lemak	Shapiro-Wilk	0.9577	0.6528

ANOVA TABLE

Response Variable: Retensi Lemak

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr(> F)
Perlakuan	4	3071.0376	767.7594	7.56	0.0045
Error	10	1015.7338	101.5734		
Total	14	4086.7714			

Pairwise Mean Comparison of Perlakuan, Least Significant Difference (LSD) Test

Summary of the Result:

Perlakuan	means	N	group
A	53.42	3	b
B	35.05	3	c
C	45.53	3	bc
D	32.48	3	c
E	72.09	3	a

Means with the same letter are not significantly different.

#### ANALYSIS FOR RESPONSE VARIABLE: Jumlah Daun Helai.

Test for Homogeneity of Variances

Method	DF	Chisq Value	Pr(>Chisq)
Bartlett	4	3.72	0.4457

-----  
 Test for Normality

Variable	Method	W Value	Pr(< W)
Jumlah Daun	Shapiro-Wilk	0.9488	0.5056

-----  
 ANOVA TABLE

Response Variable: Jumlah Daun Helai.

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr(> F)
Perlakuan	4	14.2667	3.5667	2.14	0.1501
Error	10	16.6667	1.6667		
Total	14	30.9333			

-----  
 ANALYSIS FOR RESPONSE VARIABLE: **Berat Basah Selada**

1  
 Test for Homogeneity of Variances

Method	DF	Chisq Value	Pr(>Chisq)
Bartlett	4	5.19	0.2683

-----  
 Test for Normality

Variable	Method	W Value	Pr(< W)
Berat Basah Selada	Shapiro-Wilk	0.9796	0.9670

-----  
 ANOVA TABLE

Response Variable: Berat Basah Selada

Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr(> F)
Perlakuan	4	87.3558	21.8389	0.72	0.5983
Error	10	303.9120	30.3912		
Total	14	391.2678			

-----

# Tesis Agung

## ORIGINALITY REPORT

8%

SIMILARITY INDEX

8%

INTERNET SOURCES

2%

PUBLICATIONS

%

STUDENT PAPERS

## PRIMARY SOURCES

1	<a href="#">anyflip.com</a> Internet Source	3%
2	<a href="#">pdfcoffee.com</a> Internet Source	1%
3	<a href="#">repository.unbari.ac.id</a> Internet Source	1%
4	<a href="#">id.123dok.com</a> Internet Source	1%
5	<a href="#">www.slideshare.net</a> Internet Source	1%
6	<a href="#">repository.its.ac.id</a> Internet Source	1%
7	<a href="#">pdffox.com</a> Internet Source	1%

Exclude quotes  On

Exclude matches  < 1%

Exclude bibliography  On