

PENINGKATAN KUALITAS DAUN *Indigofera zollingeriana* MELALUI *PRE-TREATMENT* SEBAGAI BAHAN BAKU PADA PAKAN IKAN NILA

M. AZHARI



**PROGRAM MAGISTER ILMU AKUAKULTUR
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

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



PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Peningkatan kualitas daun *Indigofera zollingeriana* melalui *pre-treatment* sebagai bahan baku pada pakan ikan nila” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam daftar pustaka di bagian akhir tesis ini.

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

Bogor, Agustus 2026

M. Azhari
C1501241022



RINGKASAN

M. AZHARI. Peningkatan kualitas daun *Indigofera zollingeriana* melalui *pre-treatment* sebagai bahan baku pada pakan ikan nila. Dibimbing oleh ICHSAN ACHMAD FAUZI, MIA SETIAWATI dan JULIE EKASARI.

Industri pakan terus didorong untuk lebih banyak menggunakan bahan baku berbasis nabati dibandingkan dengan hewani. Hal ini bertujuan untuk mengurangi penggunaan bahan baku hewani seperti tepung ikan dalam formulasi pakan ikan. Bahan baku berbasis nabati yang umum digunakan diantaranya *soybean meal* dan *pollard*. Kedua bahan baku tersebut merupakan sumber protein dan karbohidrat bagi ikan. Namun, saat ini untuk memenuhi kebutuhan terhadap *soybean meal* dan *pollard* di Indonesia masih bergantung pada hasil impor. Ketergantungan terhadap suplai bahan baku impor menimbulkan ketidakstabilan harga pakan di pabrikan dikarenakan adanya fluktuasi harga, berdasarkan nilai tukar rupiah yang terus melemah. Industri pakan tidak hanya dituntut menggunakan bahan baku berbasis nabati, tetapi juga melakukan eksplorasi bahan baku alternatif yang dapat diperoleh dari dalam negeri.

Bahan baku nabati alternatif dapat menjadi solusi untuk mengurangi ketergantungan pada hasil impor, salah satunya adalah daun *Indigofera zollingeriana*. Akan tetapi, tantangan bahan baku berbasis nabati yakni tingginya kandungan *anti-nutritional factors* (ANFs) dan serat kasar, sehingga diperlukan peningkatan kualitas terlebih dahulu melalui *pre-treatment*. Tujuan penelitian ini adalah mendapatkan *pre-treatment* yang tepat untuk meningkatkan kualitas daun *I. zollingeriana* sehingga pencernaan bahan baku tersebut oleh ikan dapat meningkat dan meningkatkan persentase penggunaannya di dalam formulasi pakan. Penelitian telah dilaksanakan pada bulan September 2025 - April 2026. Penelitian ini terdiri dari 3 tahapan, yakni Tahap 1 dilakukan *pre-treatment* daun *I. zollingeriana* (tanpa *pre-treatment*, pemanasan, enzim koktail dosis 0,4 g kg⁻¹, dan kombinasi antara pemanasan + enzim koktail dosis 0,4 g kg⁻¹). Pada Tahap 2 uji pencernaan dirancang menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) yang terdiri dari lima perlakuan dan tiga ulangan, yakni pakan *reference diet* (RD), KPT0 (tanpa *pre-treatment*), KPT1 (pemanasan), KPT2 (koktail dosis 0,4 g kg⁻¹), KPT3 (pemanasan + koktail dosis 0,4 g kg⁻¹). Pakan yang digunakan berupa pakan komersial dan bahan baku yang sudah di *pre-treatment* dengan perbandingan 70:30 serta Cr₂O₃ sebanyak 0,6% sebagai *marker*. Sedangkan pada Tahap 3 uji pertumbuhan dirancang menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) yang terdiri dari lima perlakuan dan tiga ulangan, yakni persentase berbeda di dalam formulasi pakan (IZPT 0%, 5%, 10%, 15% dan 20%). Setiap formulasi pakan pada masing-masing perlakuan sudah dirancang isoprotein dan isoenergi.

Parameter yang diamati pada Tahap 1 meliputi proksimat lengkap, ANFs (tanin dan saponin), fraksi serat kasar *neutral detergent fiber* (NDF), *acid detergent fiber* (ADF), dan asam amino. Tahap 2 meliputi pencernaan *nutrient*, energi, bahan baku dan total. Sedangkan pada Tahap 3 meliputi enzim pencernaan (tripsin, kimotripsin, lipase dan amilase), morfometri usus (lebar vili, tinggi vili dan luas area penyerapan) dan performa pertumbuhan (rasio konversi pakan (RKP), laju pertumbuhan spesifik (LPS), jumlah konsumsi pakan (JKP), tingkat kelangsungan hidup (TKH), rasio efisiensi protein (REP) dan retensi protein (RP)). Hasil



penelitian menunjukkan KPT3 (pemanasan + koktail dosis $0,4 \text{ kg}^{-1}$) merupakan perlakuan terbaik pada tahap uji pencernaan dengan menghasilkan nilai pencernaan protein yang berbeda nyata ($p < 0,05$) lebih tinggi dibandingkan (KPT0 dan KPT2, bahkan berbeda tidak nyata ($p > 0,05$) dengan *reference diet*. Pada uji pertumbuhan persentase maksimal di dalam formulasi pakan ikan nila yakni (IZPT 15%) dikarenakan tidak menyebabkan penurunan aktivitas enzim pencernaan (tripsin, kimotripsin, lipase dan amilase), morfometri usus (lebar vili, tinggi vili dan luas area penyerapan) dan performa pertumbuhan (LPS, RKP, REP dan RP).

Kata kunci: bahan baku impor, *I. zollingeriana*, pencernaan, performa pertumbuhan, *pre-treatment*.

SUMMARY

M. AZHARI. Improving the quality of *Indigofera zollingeriana* leaves through pre-treatment as a raw material for tilapia feed. Supervised by ICHSAN ACHMAD FAUZI, MIA SETIAWATI, and JULIE EKASARI.

The feed industry continues to be encouraged to use more plant-based raw materials than animal-based ones. This aims to reduce the use of animal-based raw materials, such as fish meal, in fish feed formulations. Commonly used plant-based raw materials include soybean meal and pollard. Both are sources of protein and carbohydrates for fish. However, Indonesia currently relies on imports to meet its soybean meal and pollard needs. This dependence on imported raw materials leads to unstable feed prices for manufacturers due to low prices, compounded by the continued depreciation of the rupiah exchange rate. The feed industry is not only demanding the use of plant-based raw materials but is also exploring alternative raw materials that can be sourced domestically.

Alternative plant-based raw materials can be a solution to reduce dependence on imports, one of which is *Indigofera zollingeriana* leaves. However, the challenges of plant-based raw materials are their high content of anti-nutritional factors (ANFs) and crude fiber, requiring quality improvement through pre-treatment. The purpose of this study was to determine the appropriate pre-treatment to improve the quality of *I. zollingeriana* leaves so that the digestibility of the raw material by fish can be increased while increasing the percentage of use in feed formulation. The study was conducted from September 2025 - April 2026. This study consisted of 3 stages, i.e., stage 1 pre-treatment of *I. zollingeriana* leaves (without pre-treatment, heating, enzyme cocktail dose 0.4 g kg^{-1} , and combination heating + enzyme cocktail dose 0.4 g kg^{-1}). In stage 2, the digestibility test was designed using a completely randomized design (CRD) consisting of five treatments and three replications, i.e., reference diet feed (RD), KPT0 (without pre-treatment), KPT1 (heating), KPT2 (cocktail dose 0.4 kg^{-1}), and KPT3 (heating + cocktail dose 0.4 g kg^{-1}). The feed used consisted of commercial feed and pretreated raw materials in a 70:30 ratio, with $0.6\% \text{ Cr}_2\text{O}_3$ as a marker. In stage 3, the growth test was designed using a completely randomized design (CRD) consisting of five treatments and three replications, each with different percentages in feed



formulations (IZPT 0%, 5%, 10%, 15%, and 20%). Each feed formulation for each treatment was designed to be isoprotein and isoenergetic.

Parameters observed in stage 1 included complete proximate parameters, ANFs (tannins and saponins), crude fiber fractions (neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), and amino acids. Stage 2 included nutrient digestibility (protein and fat), energy, raw materials, and total. While in stage 3 included digestive enzymes (trypsin, chymotrypsin, lipase, and amylase), intestinal morphometry (villus width, villus height, and absorption area) and growth performance (feed conversion ratio (FCR), specific growth rate (SGR), feed intake (FI), survival rate (SR), protein efficiency ratio (PER) and protein retention (PR)). The results showed that KPT3 (heating + cocktail dose 0.4 g kg⁻¹) was the best treatment in the digestibility test stage by producing protein digestibility values that were significantly different ($p < 0.05$) higher than those of KPT0 and KPT2), and not significantly different ($p > 0.05$) from the reference diet. In the maximum percentage growth test in the tilapia feed formulation at (IZPT 15%) was due to not causing a decrease in digestive enzymes (trypsin, chymotrypsin, lipase and amylase), intestinal morphometry (villus width, villus height, and absorption area), and growth performance (SGR, FCR, PER, and PR).

Keywords: digestibility, growth performance, imported raw materials, *I. zollingeriana*, pre-treatment



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

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

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026¹
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

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

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

¹Pelimpahan hak cipta atas karya tulis dari penelitian kerja sama dengan pihak luar IPB harus didasarkan pada perjanjian kerja sama yang terkait



PENINGKATAN KUALITAS DAUN *Indigofera zollingeriana* MELALUI *PRE-TREATMENT* SEBAGAI BAHAN BAKU PADA PAKAN IKAN NILA

M. AZHARI

Tesis
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister Sains pada
Program Magister Ilmu Akuakultur

**PROGRAM MAGISTER ILMU AKUAKULTUR
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

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

Penguji pada ujian Tesis :

- 1 Dr. Muhamad Gustilatov, S.Pi, M.Si
- 2 Prof. Dr. Ir. Iis Diatin, M.M



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

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



Judul Tesis : Peningkatan kualitas daun *Indigofera zollingeriana* melalui *pre-treatment* sebagai bahan baku pada pakan ikan nila.

Nama : M. Azhari

NIM : C1501241022

Disetujui oleh:

Pembimbing 1:

Dr. Ichsan Achmad Fauzi, S.Pi., M.Sc



Pembimbing 2:

Dr. Ir. Mia Setiawati, M.Si



Pembimbing 3:

Prof. Dr. Julie Ekasari, S.Pi., M.Sc



Diketahui oleh:

Ketua Program Studi:

Prof. Dr. Ir. Widanarni, M.Si

NIP. 196709271994032001



Dekan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan:

Dr. Beginer Subhan, S.Pi., M.Si.

NIP. 198001182005011003



Tanggal Lulus:



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

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



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga tesis ini berhasil diselesaikan. Dengan bangga saya mempersembahkan tesis ini dengan judul “Peningkatan kualitas daun *Indigofera zollingeriana* melalui *pre-treatment* sebagai bahan baku pada pakan ikan nila”. Ucapan terimakasih sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Ichsan A. Fauzi, S.Pi., M.Sc selaku ketua komisi pembimbing yang telah memberikan masukan dan saran yang bermakna untuk menyempurnakan tesis ini.
2. Ibu Dr. Ir. Mia Setiawati, M.Si selaku anggota komisi pembimbing yang juga telah memberikan masukan dan saran yang bermakna untuk menyempurnakan tesis ini.
3. Ibu Prof. Dr. Julie Ekasari, S.Pi., M.Sc selaku anggota komisi pembimbing yang juga telah memberikan masukan dan saran yang bermakna untuk menyempurnakan tesis ini.
4. Bapak Prof. Dr. Dedi Jusadi, M.Sc selaku kepala Laboratorium Nutrisi yang telah memberikan fasilitas bagi penulis untuk melaksanakan penelitian.
5. Ibu Prof. Dr. Widanarni, M.Si selaku Ketua Program Magister Ilmu Akuakultur.
6. Bapak Prof. Alimuddin selaku Kepala Departemen Budidaya Perairan.
7. Bapak Dr. Beginer Subhan, S.Pi., M.Si selaku dekan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan.
8. Keluarga tercinta di rumah, Bapak Darul Kutni, Ibu Harniati, Edo Aidillah, Lidya Pratiwi dan Imeldah yang tidak henti-hentinya memberikan dukungan serta doa dari jauhnya kepada penulis.
9. Sahabat di Bogor yang telah kebersamai penulis, Ismu Zamzami, Bima Swanto Simatupang, Farel Al-Fazriansah dan Imam Majid.
10. Teman-teman Ilmu Akuakultur angkatan 2024.
11. Ibu Retno, Pak Wasjan, Kang Madyusi, Elia Putri Damayanti yang telah membantu penelitian penulis berjalan dengan lancar.
12. Beasiswa Kemenkeu LPDP yang telah membiayai kuliah magister saya hingga lancar terlaksana dari awal hingga akhir ini.
10. Kosan BAGAN tercinta yang menjadi tempat penulis berteduh dari hujan yang melanda Bogor serta tempat mencurahkan semua isi kepala selama menempuh pendidikan di IPB University.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan terkhususnya di bidang budidaya perikanan.

Bogor, Agustus 2026

M. Azhari



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

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

Perpustakaan IPB University

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Hipotesis	3
II METODE	4
2.1 Waktu dan Tempat Penelitian	4
2.2 Rancangan Penelitian	4
2.3 Prosedur Penelitian	4
2.4 Parameter Penelitian	8
2.5 Analisis Data	13
III HASIL DAN PEMBAHASAN	14
3.1 Hasil	14
3.2 Pembahasan	18
IV SIMPULAN DAN SARAN	21
4.1 Simpulan	21
4.2 Saran	21
DAFTAR PUSTAKA	22
LAMPIRAN	27
RIWAYAT HIDUP	46



DAFTAR TABEL

1	Rancangan penelitian	4
2	Komposisi bahan baku dan <i>nutrient</i> pakan pada uji pencernaan	6
3	Komposisi bahan baku dan <i>nutrient</i> pakan pada uji pertumbuhan	7
4	Kualitas air pada media pemeliharaan ikan nila	13
5	Profil <i>nutrient</i> dan kandungan asam amino daun <i>I. zollingeriana</i> yang dilakukan <i>pre-treatment</i> (IZPT)	14
6	Nilai pencernaan <i>I. zollingeriana</i> hasil <i>pre-treatment</i> pada ikan nila	15
7	Performa pertumbuhan ikan nila yang diberi pakan formulasi dengan inklusi IZPT berbeda	15
8	Aktivitas dan konsentrasi enzim pencernaan pada usus ikan nila yang diberi pakan formulasi dengan inklusi IZPT berbeda	16
9	Aktivitas dan konsentrasi enzim pencernaan pada usus ikan nila yang diberi pakan formulasi dengan inklusi IZPT berbeda	16

DAFTAR GAMBAR

1	Pengukuran tinggi vili (TV) dan lebar vili (LV) pada hasil histologi	11
2	Histologi usus ikan nila yang diberi formulasi pakan dengan persentase penggunaan IZPT 0% (A) histologi usus ikan nila yang diberi formulasi pakan dengan persentase penggunaan IZPT 5% (B) histologi usus ikan nila yang diberi formulasi pakan dengan persentase penggunaan IZPT 10% (C) histologi usus ikan nila yang diberi formulasi pakan dengan persentase penggunaan IZPT 15% (D) dan histologi usus ikan nila yang diberi formulasi pakan dengan persentase penggunaan IZPT 20% (E).	17

DAFTAR LAMPIRAN

1	Anova dan uji duncan pencernaan	28
2	Anova dan uji duncan performa pertumbuhan	33
3	Anova dan uji duncan enzim pencernaan	39
4	Anova dan uji duncan morfometri usus	43