

EVALUATION OF DIETARY CINNAMALDEHYDE ON THE GROWTH, NUTRIENT UTILIZATION, PROTEIN SPARING, AND FILLET QUALITY OF NILE TILAPIA *Oreochromis niloticus*

AINULYAKIN HASAN IMLANI



AQUACULTURE SCIENCE
FACULTY OF FISHERIES AND MARINE SCIENCES
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024

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



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

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



STATEMENT REGARDING THE DISSERTATION AND SOURCES OF INFORMATION AND ASSIGNMENT OF COPYRIGHT*

I hereby declare that the dissertation entitled “Evaluation of dietary cinnamaldehyde on the growth, nutrient utilization, protein sparing, and fillet quality of Nile tilapia *Oreochromis niloticus*” is my work with direction from the supervisory commission and has not been submitted in any form to any university. Sources of information originating or quoted from published or unpublished works of other authors have been mentioned in the text and included in the Bibliography at the end of this dissertation.

I hereby assign the copyright of my written work to the Institut Pertanian Bogor.

Bogor, 12 August 2024

Ainulyakin Hasan Imlani
NIM C1601202801



SUMMARY

AINULYAKIN HASAN IMLANI. Evaluation of Dietary Cinnamaldehyde on the Growth, Nutrient Utilization, Protein Sparing, and Fillet Quality of Nile Tilapia *Oreochromis niloticus*. Supervised by DEDI JUSADI, MUHAMMAD AGUS SUPRAYUDI, JULIE EKASARI, and ICHSAN AHMAD FAUZI.

Tilapia production has a wider distribution and consumption with enormous base of value added product forms. Tilapia has already surpassed the salmon and catfish industries. It continues to march towards eventually overtaking carp as the most important food fish on the planet. However, the economic value of tilapia production is limited by the high production cost, which is dominantly caused by the feed cost increase. One of the factors that determine feed price is the protein, since protein cost is the highest compared to other nutrients in feed formulation. In addition, tilapia pricing is determined by the quality of the fish such as the presence of off-flavor, which is one of the major issues in tilapia production. Off-flavor is caused by the accumulation of geosmin produced by some species of blue-green algae (BGA) in the fish body fat. Cinnamaldehyde is reported to have some beneficial effects on the protein sparing process that can increase protein and feed utilization, and improve the growth and quality of fish fillet. Therefore, this study aimed to evaluate the effect of dietary cinnamaldehyde (CIN) on the growth, nutrient utilization, protein sparing, and fillet quality of Nile tilapia.

This study was conducted at the Aquaculture Department, Faculty of Fisheries and Marine Sciences, Institut Pertanian Bogor Dramaga Campus, Bogor, West Java, Indonesia for two years. The research was done in three stages, namely, (1) the determination of optimum dietary CIN inclusion to improve growth and nutrient utilization, (2) the evaluation of the protein-sparing effect of CIN, and (3) the evaluation of the effect of CIN on the fillet quality of Nile tilapia. All experiments were conducted using a completely randomized design CRD. Statistical analyses were conducted by using ANOVA at 0.05 level of significance. Duncan's test and Tukey's procedure were used for post hoc tests. Homogeneity and normality were examined utilizing the Levene and Shapiro- Wilk tests. Orthogonal polynomial analysis was used to determine the optimal value of a given dose of cinnamaldehyde.

In the first stage, 20 experimental aquaria (95 x 45 x 35 cm) were used. A total of 20 Nile tilapia fingerlings with an average size of 19.77 ± 0.00 g were stocked in each aquarium, and maintained for 60 days by feeding three times a day to apparent satiation. Five experimental diets containing different CIN doses at 0, 0.25, 0.50, 0.75, and 1.0 g/kg of feed were prepared and denoted as treatment T1, T2, T3, T4, and T5, respectively. Each treatment was replicated four times. This stage demonstrated that dietary CIN increased glucose absorption, accelerated the conversion of glucose and fatty acid into energy, and improved the feed utilization efficiency. The optimum level of CIN inclusion 0.42 g/kg of feed for tilapia was obtained.

In the second stage of the experiment, five dietary treatments with different energy to protein (E:P) ratios and CIN inclusion levels were tested in triplicates, those are (1) diet with 28% protein at E:P13 without CIN supplementation (P28CP13S0) as a control, (2) diet with 25% protein at E:P14 with CIN supplementation of 0.4 g kg^{-1} (P25CP14S1), (3) diet with 25% protein at E:P14 with CIN supplementation of 0.8 g kg^{-1} (P25CP14S2), (4) diet with 25% protein

at E:P15 with CIN supplementation of 0.4 g kg⁻¹ (P25CP15S1), and (5) diet with 25% protein at E:P15 with CIN supplementation of 0.8 g kg⁻¹ (P25CP15S2). The feed in control has a 28% protein level at an energy to protein (E:P) ratio of 13 without CIN supplementation (P28CP13S0) was used. The experiment was conducted in 60 days with the same setup as the stage one experiment, using Nile tilapia juveniles with an initial body weight of 9.89 ± 0.00 g. The second stage showed that CIN spared protein at any level of energy and protein that made carbohydrates utilized for energy, and protein synthesized for growth. A decrease in dietary protein level from 28% to 25% shows a balance of energy to protein ratio 15, and treatment P25CP15S2 showed the highest result. Higher dietary energy requires a higher dose of cinnamaldehyde. However, at higher energy 15, P25CP15S1 showed no significant difference with P25CP15S2 in terms of PR and LR. Therefore, feed with a 25% protein at energy level 15 with optimum 0.4 g kg⁻¹ CIN efficiently spared protein at a lower cost.

In stage three, the experiment was performed by using four fiber tanks with a dimension of 1 x 1 x 1 m assigned to four treatments that were tagged as nonBGA-CIN (with daily 50% water exchange, and fed with commercial control diet), nonBGA+CIN (with daily 50% water exchange, and with optimum cinnamaldehyde inclusion 0.42 g / kg diet), BGA-CIN (without water exchange + blue-green algae, and fed with control diet commercial), BGA+CIN (without water exchange + blue-green algae, and fed with optimum cinnamaldehyde inclusion 0.42 g / kg diet). In each tank, 15 fish were reared with an initial fish size of 278 ± 10 g for 30 days. The third stage showed that CIN supplementation can reduce body lipid and geosmin content in Nile tilapia fillets.

Overall, the present study demonstrated that dietary CIN inclusion can increase glucose absorption and lipid utilization for energy in Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. The optimum dosage of cinnamaldehyde inclusion (0.42 g / kg). Cinnamaldehyde feed spared protein for growth at any level of inclusion, and in this study, the feed with a 25% protein at energy level 15 with optimum level of CIN inclusion 0.4 g / kg could efficiently lower LR and increase PR, and cost effective. No water exchange can cause a decrease in meat quality, but by giving CIN even without changing water, it can still improve the meat quality. Cinnamaldehyde is effective in reducing the fat content in Nile tilapia, and improving the meat quality.

Keywords: cinnamaldehyde, fillet quality, geosmin, Nile tilapia, protein sparing





@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

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

RINGKASAN

AINULYAKIN HASAN IMLANI. Evaluasi Pakan Sinemaldehid terhadap Pertumbuhan, Pemanfaatan Nutrisi, Penghematan Protein, dan Mutu Fillet Ikan Nila Nila *Oreochromis niloticus*. Dibimbing oleh DEDI JUSADI, MUHAMMAD AGUS SUPRAYUDI, JULIE EKASARI, dan ICHSAN AHMAD FAUZI.

Produksi ikan nila memiliki distribusi dan konsumsi yang lebih luas dengan basis bentuk produk bernilai tambah yang sangat besar. Ikan nila telah melampaui industri salmon dan lele. Ikan ini terus bergerak menuju akhirnya menyali ikan mas sebagai ikan makanan paling penting di planet ini. Namun nilai ekonomi produksi ikan nila dibatasi oleh tingginya biaya produksi, yang sebagian besar disebabkan oleh kenaikan biaya pakan. Salah satu faktor yang menentukan harga pakan adalah protein, karena biaya protein paling tinggi dibandingkan nutrisi lain dalam formulasi pakan. Selain itu, harga ikan nila ditentukan oleh kualitas ikan seperti adanya rasa tidak enak, yang merupakan salah satu masalah utama dalam produksi ikan nila. Off-flavour disebabkan oleh penumpukan geosmin yang dihasilkan oleh beberapa spesies ganggang biru-hijau (BGA) pada lemak tubuh ikan. Cinnamaldehyde dilaporkan memiliki beberapa efek menguntungkan pada proses hemat protein yang dapat meningkatkan pemanfaatan protein dan pakan, serta meningkatkan pertumbuhan dan kualitas fillet ikan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh diet cinnamaldehyde (CIN) terhadap pertumbuhan, pemanfaatan nutrisi, penghematan protein, dan kualitas fillet ikan nila.

Penelitian ini dilakukan di Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Kampus Institut Pertanian Bogor Dramaga, Bogor, Jawa Barat, Indonesia selama dua tahun. Penelitian dilakukan dalam tiga tahap, yaitu (1) penentuan pakan inklusi CIN yang optimal untuk meningkatkan pertumbuhan dan pemanfaatan zat gizi, (2) evaluasi efek hemat protein CIN, dan (3) evaluasi pengaruh CIN. CIN terhadap kualitas fillet ikan nila. Semua percobaan dilakukan dengan menggunakan rancangan acak lengkap CRD. Analisis statistik dilakukan dengan menggunakan ANOVA pada tingkat signifikansi 0,05. Tes Duncan dan prosedur Tukey digunakan untuk tes post hoc. Homogenitas dan normalitas diperiksa menggunakan uji Levene dan Shapiro- Wilk. Analisis polinomial ortogonal digunakan untuk menentukan nilai optimal dari dosis sinemaldehida tertentu.

Tahap pertama menggunakan 20 akuarium percobaan berukuran 95 x 45 x 35 cm. Sebanyak 20 ekor bibit ikan nila dengan ukuran rata-rata 19,77±0,00 g ditebar di setiap akuarium, dan dipelihara selama 60 hari dengan pemberian pakan tiga kali sehari hingga kenyang. Lima ransum percobaan yang mengandung dosis CIN berbeda pada 0, 0,25, 0,50, 0,75, dan 1,0 g/kg pakan telah disiapkan dan masing-masing dinotasikan sebagai perlakuan T1, T2, T3, T4, dan T5. Setiap perlakuan diulang sebanyak empat kali. Tahap ini menunjukkan bahwa CIN pakan meningkatkan penyerapan glukosa, mempercepat konversi glukosa dan asam lemak menjadi energi, dan meningkatkan efisiensi pemanfaatan pakan. Kadar inklusi CIN optimum diperoleh 0,42 g/kg pakan ikan nila.

Pada percobaan tahap kedua, lima perlakuan pakan dengan rasio energi terhadap protein (E:P) dan tingkat inklusi CIN yang berbeda diuji sebanyak tiga kali lipat, yaitu (1) pakan dengan protein 28% pada E:P13 tanpa suplementasi CIN (P28CP13S0) sebagai kontrol, (2) pakan dengan protein 25% pada E:P14 dengan suplementasi CIN 0,4 g kg⁻¹ (P25CP14S1), (3) pakan dengan protein 25% pada



E:P14 dengan suplementasi CIN 0,8 g kg⁻¹ (P25CP14S2), (4) pakan dengan protein 25% pada E:P15 dengan suplementasi CIN 0,4 g kg⁻¹ (P25CP15S1), dan (5) pakan dengan protein 25% pada E:P15 dengan suplementasi CIN 0,8 g kg⁻¹ (P25CP15S2). Pakan kontrol memiliki kadar protein 28% dengan rasio energi terhadap protein (E:P) 13 tanpa menggunakan suplementasi CIN (P28CP13S0). Percobaan dilakukan selama 60 hari dengan setup yang sama dengan percobaan tahap pertama, yaitu menggunakan benih ikan nila Nil dengan berat badan awal $9,89 \pm 0,00$ g. Tahap kedua menunjukkan bahwa CIN menghemat protein pada tingkat energi apa pun dan protein yang membuat karbohidrat digunakan sebagai energi, dan protein disintesis untuk pertumbuhan. Penurunan kadar protein pakan dari 28% menjadi 25% menunjukkan keseimbangan rasio energi terhadap protein 15, dan perlakuan P25CP15S2 menunjukkan hasil tertinggi. Energi makanan yang lebih tinggi memerlukan dosis sinamaldehyda yang lebih tinggi. Namun pada energi 15 yang lebih tinggi, P25CP15S1 tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan dengan P25CP15S2 dalam hal PR dan LR. Oleh karena itu, pakan dengan protein 25% pada tingkat energi 15 dengan optimum 0,4 g kg⁻¹ CIN secara efisien menghemat protein dengan biaya lebih rendah.

Pada tahap ketiga, percobaan dilakukan dengan menggunakan empat tangki fiber berdimensi 1 x 1 x 1 m yang ditugaskan pada empat perlakuan yang diberi label nonBGA-CIN (dengan pertukaran air 50% setiap hari, dan diberi pakan dengan pakan kontrol komersial), nonBGA+CIN (dengan pertukaran air 50% setiap hari, dan dengan inklusi sinamaldehyda optimal 0,42 g/kg pakan), BGA- CIN (tanpa pertukaran air + alga biru-hijau, dan diberi pakan kontrol komersial), BGA+CIN (tanpa air tukar + ganggang biru-hijau, dan diberi pakan dengan inklusi sinamaldehyda optimal 0,42 g/kg pakan). Dalam setiap tangki dipelihara 15 ekor ikan dengan ukuran ikan awal 278 ± 10 g selama 30 hari. Tahap ketiga menunjukkan bahwa suplementasi CIN dapat menurunkan kandungan lipid tubuh dan geosmin pada fillet ikan nila.

Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa memasukkan CIN dalam makanan dapat meningkatkan penyerapan glukosa dan pemanfaatan lipid untuk energi pada ikan nila *Oreochromis niloticus*. Dosis optimal inklusi sinamaldehyda (0,42 g/kg). Pakan cinnamaldehyde menghemat protein untuk pertumbuhan pada tingkat inklusi apa pun, dan pada penelitian ini, pakan dengan kandungan protein 25% pada tingkat energi 15 dengan tingkat inklusi CIN optimum 0,4 g/kg secara efisien dapat menurunkan LR dan meningkatkan PR, serta ekonomis. Tidak adanya pertukaran air dapat menyebabkan penurunan kualitas daging, namun dengan pemberian CIN walaupun tanpa mengganti air tetap dapat meningkatkan kualitas daging. Cinnamaldehyde efektif menurunkan kandungan lemak pada ikan nila, dan meningkatkan kualitas daging.

Kata kunci: geosmin, hemat protein, ikan nila, kualitas fillet, sinamaldehyd

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



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

© Copyright of IPB, 2024
All Rights Reserved

It is prohibited to quote part or all of this written work without citing or citing the source. Quotations are only for educational purposes, research, writing scientific papers, preparing reports, writing criticism, or reviewing a problem; and the quotation does not harm the interests of IPB

It is prohibited to publish or reproduce part or all of this written work in any form without IPB permission



EVALUATION OF DIETARY CINNAMALDEHYDE ON THE GROWTH, NUTRIENT UTILIZATION, PROTEIN SPARING, AND FILLET QUALITY OF NILE TILAPIA *Oreochromis niloticus*

AINULYAKIN HASAN IMLANI

Dissertation
as one of the requirements for obtaining a Doctoral degree
in
Aquaculture Science Study Program

**AQUACULTURE SCIENCE
FACULTY OF FISHERIES AND MARINE SCIENCES
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

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

Examiners in Close Examination:

1. Dr. Ir. Mia Setiawati, M.Si.
2. Dr. Hasan Nasrullah, S.Pi., M.Si.

Examiners in Open Examination:

1. Dr. Ir. Mia Setiawati, M.Si.
2. Dr. Hasan Nasrullah, S.Pi., M.Si.



Dissertation Title : Evaluation of Dietary Cinnamaldehyde on the Growth, Nutrient Utilization, Protein Sparing, and Fillet Quality of Nile Tilapia *Oreochromis niloticus*
Nama : Ainulyakin Hasan Imlani
NIM : C1601202801

Approved By

Supervisor 1: Head
Prof. Dr. Ir. Dedi Jusadi, M.Sc.



Supervisor 2:
Prof. Dr. Ir. Muhammad Agus Suprayudi, M.Si.



Supervisor 3:
Dr. Julie Ekasari, S.Pi., M.Sc.



Supervisor 4:
Dr. Ichsah Ahmad Fauzi, S.Pi., M.Sc.



Accepted By

Head of the Study Program :
Prof. Dr. Ir. Iis Diatin, M.M.
NIP 196309081990022001



Dean of the Faculty of Fisheries and Marine Sciences :
Prof. Dr. Ir. Fredinan Yulianda, M.Sc.
NIP 196307311988031002



Date of Examination: August 12, 2024

Date passed :

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.

FOREWORD

Praise and honor be all to the Almighty Allah *subhanahu wa ta'ala* for all His blessings that make this dissertation successfully completed. The research that was carried out for two years is entitled "Evaluation of Dietary Cinnamaldehyde on the Growth, Nutrient Utilization, Protein Sparing, and Fillet Quality of Nile Tilapia *Oreochromis niloticus*".

The author expresses her heartfelt gratitude to her supervisors Prof. Dr. Ir. Dedi Jusadi, Prof. Dr. Ir. Muhammad Agus Suprayudi, Dr. Julie Ekasari, and Dr. Ichsan Ahmad Fauzi, who have guided and provided valuable comments and suggestions. Along with her supervising professors Dr. Keriman Yuruten Ozdemir and Dr. Rahmi Can Ozdemir for their support and supervision during the analysis of her samples at the central laboratory of Kastamonu University, Republic of Turkiye, and her classmate Dr. Imam Tri Wahyudi for the laboratory assistance, data analysis, and interpretation. Her deepest gratitude is conveyed to the Mindanao State University Tawi-Tawi College of Technology and Oceanography under the chancellorship of Prof. Dr. Mary Joyce Z. Guinto-Sali for granting her a full MSU-APDP scholarship privilege, and the Southeast Asian Ministers of Education Organization - Southeast Asian Regional Center for Graduate Study and Research in Agriculture (SEAMEO-SEARCA) under the directorship of Dr. Glenn B. Gregorio for awarding her a PhD research scholarship. The author also expresses her special and sincere gratitude to the IPB graduate school (Sekolah Pascasarjana), the IPB International Collaboration Office (IPB-ICO), the dean of the Faculty of Fisheries and Marine Sciences Prof. Dr. Ir. Fredinan Yulianda, and the faculty and staff of the aquaculture department for their kindness and understanding. To her classmates and friends for such a wonderful companionship and experience, and especially to her family and relatives who have given their moral support, prayers, and love.

The author is aware that this dissertation is not without its shortcomings and is still far from being perfect. Therefore, it is open to any useful criticism and suggestions.

Bogor, 12 August 2024

Ainulyakin Hasan Imlani



TABLE OF CONTENTS

LIST OF TABLE	xvi
LIST OF FIGURE	xvii
APPENDICES	xviii
INTRODUCTION	1
1.1 Background	1
1.2 Problem Statement	2
1.3 Objectives	5
1.4 State of the Art	5
1.5 Importance of the Study	6
1.6 Hypotheses	6
1.7 Novelty	6
1.8 Scope	6
II EVALUATION OF DIETARY CINNAMALDEHYDE ON THE GROWTH AND NUTRIENTS UTILIZATION OF NILE TILAPIA <i>Oreochromis niloticus</i>	7
2.1 Abstract	7
2.2 Introduction	7
2.3 Methodology	8
2.4 Results	12
2.5 Discussion	17
2.6 Conclusion	19
III EVALUATION OF DIETARY CINNAMALDEHYDE ON THE PROTEIN SPARING IN NILE TILAPIA <i>Oreochromis Niloticus</i>	20
3.1 Abstract	20
3.2 Introduction	20
3.3 Methodology	21
3.4 Results	23
3.5 Discussion	25
3.6 Conclusion	26
IV EVALUATION OF DIETARY CINNAMALDEHYDE ON THE FILLET QUALITY AND GEOSMIN CONTENT OF NILE TILAPIA <i>Oreochromis niloticus</i>	27
4.1 Abstract	27
4.2 Introduction	27
4.3 Methodology	28
4.4 Results	32
4.5 Discussion	35
4.6 Conclusion	36
V GENERAL DISCUSSION	37
VI CONCLUSION AND RECOMMENDATION	40
6.1 Conclusion	40
6.2 Recommendation	40
REFERENCES	41

Hak cipta milik IPB University

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.

APPENDICES
BIOGRAPHY

@Hak cipta milik IPB University

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.



LIST OF TABLES

1	Chemical analysis of feed composition for Nile tilapia	8
2	Primers for qRT-PCR analysis	9
3	Digestive enzymes of Nile tilapia fed with different levels of CIN	
4	Blood plasma biochemistry of Nile tilapia fed with different levels of CIN	12
5	Analysis of antioxidant status of Nile tilapia fed with different levels of CIN	15
6	Growth performance of Nile tilapia fed with different levels of CIN	16
7	Proximate composition of whole body, muscle, and liver of Nile tilapia fed with different levels of CIN	17
8	Formulation and proximate composition of diet for Nile tilapia	22
9	Experimental diet formulation	22
10	Proximate composition of diets for Nile tilapia	24
11	Growth performance of Nile tilapia at different energy, protein, and cinnamaldehyde inclusion levels	24
12	Proximate whole body, muscle, liver and visceral of Nile tilapia after 60 days of feeding treatment	24
13	Biochemical parameters of tilapia after 60 days of feeding treatment	23
14	Ingredients of diet formulations for <i>O. niloticus</i>	29
15	Composition of medium BG11	31
16	Initial and final weight of Nile Tilapia	33
17	Total lipid content in Nile tilapia fillets	33



LIST OF FIGURES

1.	Catabolism of carbohydrates and fats	2
2.	Conceptual framework	2
3.	Stages of the experiment	3
4.	Glucose tolerance test	11
5.	Gene expressions	13
6.	Optimum level of cinnamaldehyde for Nile tilapia	15
7.	Stage 3 procedures	28
8.	Density of cyanobacteria	32
9.	Geosmin content	34
10.	Geosmin and lipid correlation	34
11.	Role of cinnamaldehyde in tilapia culture	37

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.



APPENDICES

1.	Digestive enzyme analysis	46
2.	Biochemical analysis of blood	47
3.	Primer Optimization , mRNA Extraction, and cDNA Synthesis	50
4.	Antioxidant analysis	52
5.	Proximate analysis(AOAC 2012)	53
6.	Digestive enzymes of Nile tilapia fed with different levels of CIN	53
7.	Blood plasma boichemistry of Nile tilapia fed with different levels of CIN	53
8.	Analysis of antioxidant status of Nile tilapia fed with different levels of CIN	57
9.	Growth performance of Nile tilapia fed with different levels of CIN	57
10.	Proximate composition of whole body, muscle, and liver of Nile tilapia fed with different levels of CIN 19	57
11.	Feed intake and protein retention	58
12.	Proximate composition of diets for Nile tilapia	58
13.	Growth performance of Nile tilapia at different energy, protein, and cinnamaldehyde inclusion levels	59
14.	Proximate whole body, muscle, liver and visceral of Nile tilapia after 60 days of feeding	59
15.	Biochemical parameters of tilapia after 60 days of feeding	60
16.	Ingredients of diet formulations for <i>O. niloticus</i>	60
17.	Composition of medium BG11	60
18.	Initial and final weight of Nile Tilapia	61

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.