



# TRANSMISI DAN EKSPRESI GEN PENYANDI HORMON PERTUMBUHAN PADA IKAN CUPANG (*Betta imbellis*) TRANSGENIK GENERASI KEDUA

NADIA AYUNINGTHIAS



ILMU AKUAKULTUR  
SEKOLAH PASCASARJANA  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR

2021

- 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 berjudul “Transmisi dan Ekspresi Gen Penyandi Hormon Pertumbuhan pada Ikan Cupang (*Betta imbellis*) Transgenik Generasi Kedua” adalah karya saya dengan arahan dari komisi 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 2021

*Nadia Ayuningthias*  
NIM C151170391

@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.

## RINGKASAN

NADIA AYUNINGTHIAS. Transmisi dan Ekspresi Gen Penyandi Hormon Pertumbuhan pada Ikan Cupang (*Betta imbellis*) Transgenik Generasi Kedua. Dibimbing oleh ALIMUDDIN, DINAR TRI SOELISTYOWATI dan ENI KUSRINI.

Ikan cupang (*Betta imbellis*) merupakan salah satu hewan endemik air tawar yang tersebar di beberapa wilayah di Indonesia. Ikan *B. imbellis* merupakan komoditas ikan hias yang memiliki potensi untuk dibudidayakan. Penggemar ikan cupang lebih menyukai yang berukuran lebih besar (*giant*) dengan panjang tubuh >6 cm daripada yang ukuran biasa (kisaran 5 cm). Ikan cupang (*B. imbellis*) berukuran *giant* masih menjadi ikan favorit di kontes internasional, dan masih sulit untuk mendapatkan ukuran ikan tersebut. Ikan cupang berukuran *giant* memiliki nilai pasar yang tinggi, berkisar antara Rp 900.000 hingga Rp 950.000 per ekor. Salah satu alternatif metode yang dapat diterapkan untuk menghasilkan ikan cupang *giant* adalah metode transgenik. Transgenik merupakan salah satu teknik rekayasa genetika yang dilakukan dengan cara menyisipkan gen asing ke genom inang, gen tersebut selanjutnya diekspresikan dalam bentuk fenotipe tertentu, dan diwariskan ke generasi berikutnya. Sebagian besar transgenesis pada ikan menggunakan gen penyandi hormon pertumbuhan (*growth hormone*, GH) dengan tujuan meningkatkan pertumbuhan agar waktu pemeliharaan untuk mencapai ukuran jual menjadi lebih singkat. Umumnya juga transgenesis GH dilakukan pada ikan konsumsi. Pada ikan hias, umumnya produksi transgenik dirancang untuk rekayasa warna.

Ikan *B. imbellis* merupakan salah satu jenis ikan betta Indonesia yang sudah berhasil didomestikasi di Balai Riset dan Budidaya Ikan Hias, Depok. Aplikasi transgenesis pada ikan *B. imbellis* telah menghasilkan generasi pertama ( $G_1$ ) yang membawa gen pertumbuhan dari ikan patin (*Pangasianodon hypophthalmus* GH; *PhGH*). Persentase ikan *B. imbellis* transgenik  $G_1$  yang membawa gen *PhGH* mencapai  $62,50 \pm 5,89\%$ . Integrasi transgen dapat diketahui dengan mengevaluasi persentase ikan transgenik hasil persilangan  $G_1$  dengan ikan non-transgenik. Ekspresi gen pada ikan  $G_1$  masih bervariasi. Ekspresi mRNA transgen dapat diukur menggunakan metode qPCR, dan secara fenotipik ekspresi tersebut ditunjukkan dengan pertumbuhan yang lebih cepat. Selanjutnya, produksi ikan transgenik secara massal membutuhkan induk ikan transgenik yang homosisot terhadap transgen. Ikan transgenik homosisot dapat diproduksi dengan menyilangkan antar ikan transgenik  $G_2$ . Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk memproduksi ikan cupang transgenik  $G_2$ , evaluasi performa reproduksi ikan cupang transgenik  $G_2$ , analisis performa pertumbuhan  $G_2$ , analisis ekspresi transmisi gen *PhGH*, analisis ekspresi gen hormon pertumbuhan (GH) dan *insulin-like growth factor-1* (IGF-1) pada ikan *B. imbellis* transgenik.

Induk ikan transgenik  $G_1$  diidentifikasi dengan metode *polymerase chain reaction* (PCR), kemudian dilakukan persilangan dengan metode resiprokal dengan menyilangkan induk  $G_1$  transgenik dan ikan non-transgenik. DNA diekstraksi dari potongan sirip ekor, kemudian digunakan dalam analisis transmisi gen ikan generasi kedua ( $G_2$ ) menggunakan metode PCR. Total RNA diekstraksi dari hipofisa, otot, hati dan sirip dengan mengikuti prosedur Tri Reagent Kit untuk analisis ekspresi gen. Sintesis *complementary* DNA (cDNA) dilakukan

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.

menggunakan *Transcriptor First Strand cDNA Synthesis Kit* (Roche). Parameter performa reproduksi (derajat pembuahan/DPh dan derajat penetasan/DPt), pertumbuhan ikan (laju pertumbuhan mutlak/LPM, laju pertumbuhan spesifik/LPS), kelangsungan hidup, persentase transmisi transgen dan tingkat ekspresi gen, dianalisis secara statistik dengan analisis sidik ragam ANOVA menggunakan perangkat lunak SPSS versi 18.0. Analisis lanjut dilakukan menggunakan uji Duncan pada selang kepercayaan 95%. Penelitian ini menunjukkan bahwa DPh dan DPt bervariasi antar persilangan, serta kelangsungan hidup sama pada semua persilangan. Ikan *B. imbellis* persilangan transgenik lebih dari 90% membawa transgen *PhGH*, dengan transmisi transgen dari induk G<sub>1</sub> ke transgenik G<sub>2</sub> berkisar dari 90,0% hingga 96,6%. Performa pertumbuhan ikan cupang transgenik G<sub>2</sub> lebih tinggi dibandingkan ikan non-transgenik, yakni sebesar 1,4-1,9 kali. Ekspresi gen *PhGH* hanya terdeteksi pada ikan transgenik, sedangkan ekspresi gen *BeGH* terdeteksi pada ikan transgenik dan non-transgenik dengan tingkat ekspresi yang sama. Tingkat ekspresi gen *insulin like growth factor-1* (IGF-1) pada ikan cupang transgenik G<sub>2</sub> lebih tinggi dibandingkan dengan ikan cupang non-transgenik. Rerata panjang dan bobot tubuh ikan transgenik adalah  $4,28 \pm 0,70$  cm dan  $1,77 \pm 0,05$  g, sedangkan non-transgenik masing-masing  $3,40 \pm 0,20$  cm dan  $1,40 \pm 0,04$  g.

Kesimpulan penelitian ini transgen *PhGH* diwariskan ke ikan G<sub>2</sub> dengan persentase ikan transgenik lebih tinggi dibandingkan dengan generasi G<sub>1</sub>-nya. Gen *PhGH* diekspresikan pada semua ikan G<sub>2</sub> transgenik sehingga memiliki tingkat pertumbuhan yang lebih tinggi dibandingkan dengan ikan non-transgenik.

Kata kunci: *Betta imbellis*, hormon pertumbuhan (GH), *insulin-like growth factor-1*, transmisi, transgenik.





## SUMMARY

NADIA AYUNINGTHIAS. *Growth hormone gene transmission and expression in the second generation of transgenic betta fish (Betta imbellis)*. Supervised by ALIMUDDIN, DINAR TRI SOELISTYOWATI and ENI KUSRINI.

Betta fish (*Betta imbellis*) is one of the endemic freshwater animals spread in several regions in Indonesia. *B. imbellis* fish is an ornamental fish commodity that has the potential to be cultivated. Betta fish fans prefer the larger size (giant) with a body length of > 6 cm than the regular size (approximately 5 cm). Betta fish giant size is still a favorite fish in international contests, and it is still difficult to get a fish that size. Giant-sized betta fish have a high market value, ranging from IDR 900,000 to IDR 950,000 per fish. One alternative method that can be applied to produce a giant betta fish is the transgenic method. Transgenic is a genetic engineering technique that is done by inserting foreign genes into the host genome, these genes are then expressed in certain phenotypes, and passed on to the next generation. Most transgenesis in fish use growth hormone (GH) encoding genes with the aim of increasing growth so that the maintenance time to reach selling size is shorter. Generally, GH transgenesis is also carried out in consumption fish. In ornamental fish, generally transgenic production is designed for color engineering.

The G<sub>1</sub> transgenic broodstock were identified by polymerase chain reaction (PCR) method, then crossbreeding was carried out by the reciprocal method by crossing transgenic G<sub>1</sub> broodstock and non-transgenic fish. DNA was extracted from the fin-clipped tail, then used in the analysis of gene transmission in the second generation (G<sub>2</sub>) using the PCR method. Total RNA was extracted from pituitary, muscle, liver and fins following the Tri-Reagent Kit procedure for gene expression analysis. Complementary DNA (cDNA) synthesis was carried out using the Transcriptor First Strand cDNA Synthesis Kit. Parameters of reproductive performance (fertilization rate and hatching rate), growth (absolute growth rate, specific growth rate), fish survival, percentage of transgene transmission and gene expression level were statistically analyzed by analysis of variance ANOVA using the SPSS software version 18.0. Further analysis was performed using Duncan's test at a 95% confidence interval.

This study showed that fertilization and hatching rates varied among crosses, and survival was the same in all crosses. Transgenic crossbreed fish was more than 90% progenies carrying the *PhGH* transgene, identified with transgene transmission from G<sub>1</sub> parent to G<sub>2</sub> ranging from 90.0% to 96.6%. The growth performance of G<sub>2</sub> transgenic betta fish was higher than that of non-transgenic fish, which was 1.4-1.9 times. The *PhGH* gene expression was only detected in transgenic fish, whereas *BeGH* gene expression was detected in transgenic and non-transgenic fish with the same level of expression. The IGF-1 gene expression level of G<sub>2</sub> transgenic betta fish was higher than that of non-transgenic betta fish. The mean length and body weight of transgenic fish were 4.28±0.70 cm and 1.77 ± 0.05 g, while the non-transgenic fish were 3.40±0.20 cm and 1.40±0.04 g, respectively.

In conclusion, G<sub>2</sub> offspring have inherited the percentage of *PhGH* transgene inherited to G<sub>2</sub> progenies with a higher percentage of transgenic fish compared to their G<sub>1</sub> generation. The *PhGH* gene was expressed in all G<sub>2</sub> transgenic so that had a higher growth rate compared to non-transgenic fish.

Keywords: *Betta imbellis*, growth hormone (GH), insulin-like growth factor-1, transmission, transgenic.

@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.



## © Hak Cipta Milik IPB, Tahun 2021 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*

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.





# **TRANSMISI DAN EKSPRESI GEN PENYANDI HORMON PERTUMBUHAN PADA IKAN CUPANG (*Betta imbellis*) TRANSGENIK GENERASI KEDUA**

**NADIA AYUNINGTHIAS**

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

**ILMU AKUAKULTUR  
SEKOLAH PASCASARJANA  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR**

**2021**

- 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 Luar Komisi pada Ujian Tesis:

1. Dr. Dinamella Wahjuningrum S.Si M.Si

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.



Judul : Transmisi dan Ekspresi Gen Penyandi Hormon Pertumbuhan pada Ikan Cupang (*Betta imbellis*) Transgenik Generasi Kedua  
 Nama : Nadia Ayuningthias  
 NIM : C151170391

Disetujui oleh:

Pembimbing 1:  
 Prof. Dr. Alimuddin S.Pi, M.Sc



Pembimbing 2:  
 Dr.Ir. Dinar Tri Soelistyowati, DEA



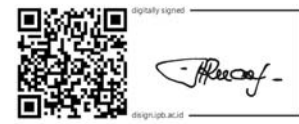
Pembimbing 3:  
 Dr. Eni Kusriani, M.Si



Diketahui oleh:

Ketua Program Studi Ilmu Akuakultur :

Prof. Dr. Ir. Widanarni, MSi  
 19670927 199403 2 001



Dekan Sekolah Pascasarjana:

Prof. Dr. Ir. Anas Fauzi Miftah, M. Eng  
 19600419 198503 1 002



Tanggal Ujian:  
 30 Juli 2021

Tanggal Lulus:  
 Agustus 2021

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 *subhanahu wata'ala* atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan karya ilmiah dengan judul “Transmisi dan Ekspresi Gen Penyandi Hormon Pertumbuhan pada Ikan Cupang (*Betta imbellis*) Transgenik Generasi kedua”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada Bapak Prof. Dr. Alimuddin, SPi MSc, Ibu Dr. Ir. Dinar Tri Soelistyowati, DEA dan Ibu Dr. Eni Kusriani, MSi, selaku pembimbing yang telah banyak memberikan arahan dan masukan, baik teknis maupun non-teknis kepada penulis hingga tesis ini selesai disusun. Terima kasih juga penulis ucapkan kepada Ibu Prof. Dr. Ir. Widarnani, M.Si, selaku ketua Program Studi Ilmu Akuakultur dalam sidang tesis, yang telah memberikan arahan dan masukan demi perbaikan karya ilmiah ini. Tidak lupa penulis sampaikan ucapan terima kasih kepada Ibu Dr. Dinamella Wahjuningrum S.Si M.Si selaku dosen penguji luar komisi pembimbing pada ujian tesis, atas saran yang diberikan sehingga karya ilmiah ini menjadi lebih baik.

Penghargaan penulis juga sampaikan kepada Bapak Dr. Idil Ardi, SPi, MSi selaku Kepala Balai Riset Budidaya Ikan Hias (BRBIH) Depok dan Ibu Erma Primanita Hayuningtyas, S.Pi dari Laboratorium Genetika Balai Riset Budidaya Ikan Hias Depok, atas fasilitas dan bantuan yang telah diberikan selama penelitian, teknisi balai Pak Asep Sholihin dan Pak Budi Setiawan yang telah membantu selama proses pemeliharaan benih di Hatchery BRBIH, Depok. Penulis juga mengucapkan terima kasih dan rasa hormat kepada ayahanda Surawan dan Ibunda Sumiyati dan saudaraku Abimanyu Danu Prayoga dan Qorri Muhammad Akib, dan terkhusus suami tercinta Ilham Muhamam dan anak-anakku yang amat saya kasih; Muhammad Khair Al Baqir dan Muhammad Ghaissan Al Afkari atas kasih sayang, kesabaran, pengertian serta doa yang selalu dipanjatkan selama penulis menjalani masa studi.

Penulis juga berterima kasih kepada keluarga besar di Laboratorium Reproduksi dan Genetika Organisme Akuatik Departemen Budidaya Perairan (BDP) FPIK, IPB yang telah membantu saya serta menjadi motivasi saya selama masa studi dan menulis tugas akhir ini; Muhammad Fuadi, SPi, MSi, Dr. Hasan Nasrullah, dan Yanti Nababan, SPi, MSi. Tidak luput saya juga mengucapkan terima kasih untuk sahabat saya sejak sekolah menengah pertama, Saputri W. Agustine yang telah memberikan waktu luang lebih untuk membantu selama penelitian dan menulis, juga kepada keluarga besar Program studi Ilmu Akuakultur angkatan 2017 yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu, serta seluruh pihak yang telah membantu dalam penulisan tesis ini.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Agustus 2021

Nadia Ayuningthias

## DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xii
<b>1 PENDAHULUAN</b>	<b>4</b>
Latar Belakang	4
Rumusan Masalah	5
Tujuan Penelitian	5
Manfaat Penelitian	5
Hipotesis Penelitian	6
<b>2 TINJAUAN PUSTAKA</b>	<b>6</b>
Ikan Cupang ( <i>Betta imbellis</i> )	6
<i>Growth Hormone</i> (GH)	7
<i>Insulin-Like Growth Factors</i> (IGF)	8
Transmisi Gen	8
Ekspresi Gen	10
Performa Pertumbuhan	11
<b>3 METODE</b>	<b>13</b>
Waktu dan Tempat	13
Prosedur Penelitian	13
Persiapan wadah dan induk	13
Produksi ikan cupang transgenik generasi kedua (G <sub>2</sub> )	13
Pemeliharaan larva	14
Parameter Uji dan Analisis Data	14
Performa Reproduksi	14
Derajat Pembuahan (DPh)	14
Derajat Penetasan (DPt )	15
Kelangsungan Hidup	15
Laju Pertumbuhan Spesifik (LPS)	15
Identifikasi Transmisi Gen pada Ikan G <sub>2</sub> Transgenik	15
Analisis Ekspresi Gen pada Ikan Generasi Kedua (G <sub>2</sub> )	16
Analisis qPCR Gen GH dan IGF-1	17
Analisis Data	18
<b>4 HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>18</b>
Transmisi Transgen <i>PhGH</i> pada Ikan Cupang Transgenik G <sub>2</sub>	18
Performa Pertumbuhan dan Performa Produksi Ikan Cupang Transgenik G <sub>2</sub>	19
Tingkat Ekspresi Gen GH dan IGF-1	21
<b>5 SIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>22</b>
Simpulan	22
Saran	23
DAFTAR PUSTAKA	23

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.

## LAMPIRAN RIWAYAT HIDUP

*@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.

## DAFTAR GAMBAR

1 Ikan cupang transgenik ( <i>Betta imbellis</i> )	
2 Jalur regulasi ekspresi genetik pada eukariot (Yuwono 2005)	10
3 Elektroforegram hasil deteksi gen phgh pada ikan cupang generasi kedua persilangan TT (atas) dan non-transgenik NN (bawah)	19
4 Pertambahan panjang (atas) dan bobot (bawah) ikan cupang transgenik generasi G <sub>2</sub>	21
5 Tingkat ekspresi transgen <i>PhGH</i> dan gen hormon pertumbuhan ikan cupang ( <i>BeGH</i> ) pada ikan cupang generasi G <sub>2</sub>	21
6 Tingkat ekspresi gen <i>IGF-1</i> di jaringan hati ikan non-transgenik (NN) dan transgenik (TT)	22

## DAFTAR TABEL

1 Peningkatan pertumbuhan ikan transgenik hasil introduksi gen GH	8
2 Rancangan persilangan resiprokal antara ikan cupang transgenik dan nontransgenik	13
3 Sekuen primer yang digunakan pada penelitian	17
4 Identifikasi transmisi transgen ikan cupang G <sub>2</sub> (n=30)	19
5 Performa pertumbuhan reproduksi dan produksi ikan cupang	20

## DAFTAR LAMPIRAN

1 Garis besar alur penelitian	33
2 Induk G <sub>1</sub> yang dipergunakan untuk produksi ikan G <sub>2</sub>	34
3 Hasil Transmisi transgen G <sub>1</sub> dan G <sub>2</sub>	38
4 Metode analisis ekspresi gen	36
5 Perbandingan ukuran ikan transgenik G <sub>1</sub> dan G <sub>2</sub>	38