IPB University
Bogor Indonesia
@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.
IPB University
Perpustakaan IPB University

DESAIN DAN UJI KINERJA SISTEM PEMBENIHAN IKAN KOI (*Cyprinus rubrofuscus)*

KARTIKA MAYLANI

PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL DAN LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK DAN TEKNOLOGI
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.

Perpustakaan IPB University

IPB University
Bogor Indonesia

PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul "Desain dan Uji Kinerja Sistem Pembenihan Ikan Koi (*Cyprinus rubrofuscus*)" 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, Juli 2026

Kartika Maylani
F0507251018

@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.
Perpustakaan IPB University

@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

IPB University
Bogor Indonesia
@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.
IPB University
Perpustakaan IPB University

RINGKASAN

KARTIKA MAYLANI. Desain dan Uji Kinerja Sistem Pembenihan Ikan Koi (*Cyprinus rubrofuscus*). Dibimbing oleh BUDI INDRA SETIAWAN dan SATYANTO KRIDO SAPTOMO.

Ikan Koi (*Cyprinus rubrofuscus*) merupakan komoditas ikan hias bernilai ekonomi tinggi, namun pembenihannya pada skala kecil masih menghadapi kendala dalam efisiensi sistem dan pengelolaan kualitas air. Selain itu, kajian yang mengintegrasikan karakteristik hidraulik, kualitas air, dan kinerja reproduksi dalam satu sistem pembenihan berbasis resirkulasi masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan merancang sistem pembenihan ikan Koi skala kecil berbasis resirkulasi yang mengintegrasikan pemeliharaan induk, pemijahan, dan penetasan telur, serta mengevaluasi karakteristik hidraulik, kualitas air, dan kinerja reproduksi sistem tersebut. Penelitian dilakukan menggunakan sistem resirkulasi yang terdiri atas kolam pemeliharaan induk, kolam pemijahan, kolam penetasan telur, unit filtrasi mekanis dan biologis, serta jaringan perpipaan. Evaluasi meliputi karakteristik hidraulik berupa debit aliran, kecepatan aliran, bilangan Reynolds, *head loss*, dan *turnover rate*, kualitas air berupa suhu, pH, oksigen terlarut, *total ammonia nitrogen (*TAN), amonia tak terionisasi (NH_3), dan nitrit, serta kinerja reproduksi berdasarkan estimasi fekunditas, *Fertilization Rate* (FR), dan *Hatching Rate* (HR). Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu mengintegrasikan proses pemeliharaan induk, pemijahan, dan penetasan telur dalam satu sistem yang beroperasi secara kontinu. Debit aliran berkisar 85,88–198,11 L/jam *dengan head loss total* sebesar 0,0734 m pada jalur *trunk inlet* dan 0,0989 m pada jalur *trunk outlet*, sedangkan *turnover rate* sebesar 0,31 kali/jam mengindikasikan bahwa sirkulasi air masih dapat dioptimalkan. Suhu, pH, oksigen terlarut, dan NH_3 berada pada kisaran yang mendukung proses pembenihan, meskipun TAN dan nitrit menunjukkan kecenderungan meningkat selama penetasan telur. Sistem menghasilkan estimasi fekunditas sebesar 63.364 butir, FR sebesar 87,61%, dan HR sebesar 97,98%. Penelitian ini menghasilkan sistem pembenihan ikan Koi skala kecil berbasis resirkulasi yang mengintegrasikan seluruh tahapan awal pembenihan dalam satu sistem operasional. Temuan penelitian menunjukkan bahwa karakteristik hidraulik, kualitas air, dan kinerja reproduksi saling berkaitan dalam menentukan kinerja sistem, sehingga optimasi distribusi aliran, laju sirkulasi, dan efektivitas filtrasi menjadi aspek penting dalam pengembangan sistem pembenihan berbasis resirkulasi.

Kata kunci: *head loss*, hidraulik, kualitas air, pembenihan, resirkulasi

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

SUMMARY

KARTIKA MAYLANI. Design and Performance Evaluation of a Koi Fish (Cyprinus rubrofuscus) Hatchery System. Supervised by BUDI INDRA SETIAWAN and SATYANTO KRIDO SAPTOMO.

Koi (Cyprinus rubrofuscus) are ornamental fish with high economic value; however, small-scale breeding still faces challenges in system efficiency and water quality management. Furthermore, studies that integrate hydraulic characteristics, water quality, and reproductive performance within a single recirculating aquaculture system remain limited. Therefore, this study aims to design a small-scale recirculating Koi breeding system that integrates broodstock rearing, spawning, and egg hatching, and to evaluate the system's hydraulic characteristics, water quality, and reproductive performance. The study was conducted using a recirculating system consisting of a broodstock rearing pond, a spawning pond, an egg hatching pond, mechanical and biological filtration units, and a piping network. The evaluation included hydraulic characteristics such as flow rate, flow velocity, Reynolds number, head loss, and turnover rate; water quality parameters such as temperature, pH, dissolved oxygen, total ammonia nitrogen (TAN), un-ionized ammonia (NH_3), and nitrite; and reproductive performance based on estimated fecundity, fertilization rate (FR), and hatching rate (HR). The results of the study show that the system is capable of integrating broodstock maintenance, spawning, and egg hatching into a single, continuously operating system. The flow rate ranged from 85.88 to 198.11 L/h with a total head loss of 0.0734 m in the inlet trunk line and 0.0989 m in the outlet trunk line, while the turnover rate of 0.31 times/hour indicates that water circulation can still be optimized. Temperature, pH, dissolved oxygen, and NH_3 were within ranges supportive of the breeding process, although TAN and nitrite showed an upward trend during egg hatching. The system yielded an estimated fecundity of 63,364 eggs, a fertilization rate (FR) of 87.61%, and a hatching rate (HR) of 97.98%. This study resulted in a small-scale recirculating Koi fish hatchery system that integrates all early stages of hatchery operations into a single operational system. The findings indicate that hydraulic characteristics, water quality, and reproductive performance are interrelated in determining system performance; therefore, optimizing flow distribution, circulation rate, and filtration efficiency are critical aspects in the development of recirculating hatchery systems.

Keywords: hatchery system, head loss, hydraulics, recirculation, water quality

IPB University

IPB University
Bogor Indonesia
@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.
Perpustakaan IPB University

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026
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 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

IPB University
Bogor Indonesia
@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.
IPB University
Perpustakaan IPB University

DESAIN DAN UJI KINERJA SISTEM PEMBENIHAN IKAN KOI (*Cyprinus rubrofuscus*)

KARTIKA MAYLANI

Tesis
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister pada
Program Studi Magister Teknik Sipil dan Lingkungan

PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL DAN LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK DAN TEKNOLOGI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026

IPB University
Bogor Indonesia
@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.
IPB University
Perpustakaan IPB University

Tim Penguji pada Ujian Tesis:
Dr. Liyantono, S.T.P., M.Agr.

Judul Tesis : Desain dan Uji Kinerja Sistem Pembenihan Ikan Koi (*Cyprinus rubrofuscus*)
Nama : Kartika Maylani
NIM : F0507251018

Disetujui oleh

Ketua Komisi Pembimbing:
Prof. Dr. Ir. Budi Indra Setiawan, M.Agr.
NIP. 19600628 198503 1 002

Anggota Komisi Pembimbing:
Prof. Dr. Satyanto Krido Saptomo, S.TP., M.Si.
NIP. 19730411 200501 1 002

Diketahui oleh

Ketua Program Studi Magister Teknik Sipil dan Lingkungan:
Prof. Dr. Ir. Satyanto Krido Saptomo, S.TP., M.Si.
NIP. 19730411 200501 1 002

Dekan Fakultas Teknik dan Teknologi:
Prof. Dr. Ir. Slamet Budijanto, M.Agr.
NIP. 19610502 198603 1 002

Tanggal Ujian: 3 Agustus 2026

Tanggal Lulus: 12 AUG 2026

IPB University
Bogor Indonesia
@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.
IPB University
Perpustakaan IPB University

@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

IPB University
Bogor Indonesia
@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.
IPB University
Perpustakaan IPB University

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Januari 2026 sampai bulan Juni 2026 ini ialah rekayasa sistem akuakultur dan teknologi pembenihan ikan, dengan judul "Desain dan Uji Kinerja Sistem Pembenihan Ikan Koi (*Cyprinus rubrofuscus*)".

Terima kasih penulis ucapkan kepada pihak-pihak yang berperan dalam proses penelitian dan penyelesaian tesis ini, khususnya kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Budi Indra Setiawan, M. Agr. dan Prof. Dr. Satyanto Krido Saptomo, S.T.P., M. Si selaku komisi pembimbing tugas akhir yang selalu mendukung dan membimbing dalam penyelesaian tesis ini
2. Bapak Amad Supriadi, Ibu Karimah, Adik Irman, Adik Da'i, dan Adik Rezfan, serta keluarga besar lainnya yang selalu memberikan dukungan, doa, dan kasih sayang pada penulis
3. Teuku Devan Assiddiqi, S.T., M.T. selaku rekan yang telah membantu dalam diskusi dan pelaksanaan teknis penelitian
4. Bapak Supandi atas bantuan yang diberikan kepada penulis dalam instalasi sistem perpipaan serta pemasangan peralatan yang digunakan dalam penelitian
5. Bapak Usman yang telah membantu dan mempermudah penulis dalam pengurusan berbagai keperluan administrasi selama penelitian berlangsung
6. Napitupulu Yosefino Rivaldo, S.T., dan rekan-rekan bimbingan yang senantiasa memberikan bantuan dan dukungan pada seluruh proses penelitian dan penyusunan tesis
7. Mariska, Izmi, Anggela, dan Rahmah yang senantiasa memberikan dukungan moral, semangat, serta motivasi kepada penulis sehingga dapat melewati berbagai kendala dan menyelesaikan tesis ini dengan baik
8. Teman-teman mahasiswa Program Studi Magister Teknik Sipil dan Lingkungan khususnya program SINERGI SIL 58 yang telah memberikan dukungan, semangat, dan kebersamaan selama masa perkuliahan dan penyusunan tesis.

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

Bogor, Juli 2026

Kartika Maylani

IPB University
Bogor Indonesia

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL xiii

DAFTAR GAMBAR xiii

DAFTAR LAMPIRAN xiv

I. PENDAHULUAN 1
- 1.1 Latar Belakang 1
- 1.2 Rumusan Masalah 4
- 1.3 Tujuan 4
- 1.4 Manfaat 5
- 1.5 Ruang Lingkup 5

II TINJAUAN PUSTAKA 7
- 2.1 Desain Sistem Pembenihan 7
- 2.2 Pembenihan Ikan Koi (*Cyprinus rubrofuscus*) 8
- 2.3 Aspek Hidraulik Sistem 9
- 2.4 Sistem Perpipaan 10
- 2.5 Kualitas Air Pembenihan 16

III METODE 18
- 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian 18
- 3.2 Alat dan Bahan 18
- 3.3 Prosedur Kerja 19
- 3.4 Analisis Data 22

IV HASIL DAN PEMBAHASAN 29
- 4.1 Gambaran Umum Sistem Pembenihan 29
- 4.2 Karakteristik Hidraulik Sistem Pembenihan 32
- 4.3 Kualitas Air Sistem Pembenihan 43
- 4.4 Kinerja Reproduksi dan Penetasan Ikan Koi 47
- 4.5 Evaluasi Kinerja Sistem Pembenihan 52

V SIMPULAN DAN SARAN 55
- 5.1 Simpulan 55
- 5.2 Saran 55

DAFTAR PUSTAKA 57

LAMPIRAN 63

RIWAYAT HIDUP 73

© 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.

IPB University

Perpustakaan IPB University

IPB University
Bogor Indonesia
@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.
IPB University
Perpustakaan IPB University

DAFTAR TABEL

1	Jenis aliran pada pipa berdasarkan Re	11
2	Sifat-sifat air pada tekanan atmosfer	11
3	Nilai ε untuk koefisien Colebrook	12
4	Nilai koefisien K untuk beberapa kondisi jenis pipa	15
5	Nilai koefisien kehilangan tekanan minor	15
6	Kualitas air pembibitan ikan Koi	17
7	Ciri-ciri induk ikan Koi matang gonad	21
8	Debit pada sistem box kontrol	32
9	Debit operasional masing-masing kolam	33
10	Debit maksimum masing-masing cabang	34
11	Debit pada setiap segmen pipa utama (*trunk inlet*)	34
12	Debit pada setiap segmen pipa utama (*trunk outlet*)	35
13	Kecepatan aliran pada setiap segmen *trunk inlet*	37
14	Kecepatan aliran pada jalur *outlet*	37
15	Bilangan Reynolds pada setiap segmen *trunk inlet*	38
16	Bilangan Reynolds pada setiap segmen *trunk outlet*	39
17	*Head loss* mayor *inlet* dan *outlet*	40
18	*Head loss* minor jalur *inlet* dan *outlet*	41
19	*Head loss* total sistem	42
20	Hasil konversi amonia total (TAN) menjadi amonia tak terionisasi (NH_3)	46
21	Estimasi fekunditas pada siklus pemijahan	48
22	Hasil pengamatan *fertilization rate* (FR) berdasarkan telur sampel	49
23	Hasil pengamatan *hatching rate* (HR) berdasarkan telur sampel	50

DAFTAR GAMBAR

1	Diagram Moody untuk penentuan *friction factor* (F) pada rumus Darcy Weisbach	13
2	Peta lokasi penelitian	18
3	Diagram alir penelitian	28
4	Model tiga dimensi sistem pembenihan	29
5	Tampak atas komponen sistem pembenihan	30
6	Susunan filtrasi mekanis dan biologis sederhana	31
7	Perubahan suhu, pH, dan oksigen terlarut (DO) selama proses pemijahan dan penetasan telur	44
8	Perubahan konsentrasi amonia dan nitrit selama proses pemijahan dan penetasan telur	45

9 Tahapan perkembangan telur ikan Koi selama proses penetasan: (a) telur dengan embrio berkembang dan (b) telur berhasil menetas menjadi larva 51

DAFTAR LAMPIRAN

1 Lampiran 1 Hasil pengukuran debit operasional pada setiap kolam 64
2 Lampiran 2 Hasil pengukuran debit *outlet* pada setiap kolam 64
3 Lampiran 3 Hasil perhitungan bilangan Reynolds dan faktor gesekan pada jalur *trunk inlet* 65
4 Lampiran 4 Hasil perhitungan bilangan Reynolds dan faktor gesekan pada jalur *trunk outlet* 65
5 Lampiran 5 Data hasil pengukuran kualitas air selama penelitian 66
6 Lampiran 6 Data induk ikan Koi sebelum dan setelah pemijahan 66
7 Lampiran 7 Gambar teknik sistem pembenihan ikan Koi 67
8 Lampiran 8 Dokumentasi pembangunan sistem dan penelitian 72

IPB University
Bogor Indonesia
@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.
Perpustakaan IPB University