

**EFEK PEMBERIAN INTENSITAS CAHAYA DAN KONSENTRASI
LIMBAH BUDIDAYA LELE BERBEDA pada KAPASITAS
FITOREMEDIASI DAN PERTUMBUHAN LEMNA
(*Lemna perpusilla*)**

AGUS WALUYO



**PROGRAM MAGISTER ILMU AKUAKULTUR
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**





PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Efek pemberian intensitas cahaya dan konsentrasi limbah budidaya lele berbeda pada kapasitas fitoremediasi dan pertumbuhan lemna (*Lemna perpusilla*)” 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, Januari 2024

Agus Waluyo
C1501211014

- 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

AGUS WALUYO. Efek Pemberian Intensitas Cahaya dan Konsentrasi Limbah Budidaya Lele Berbeda pada Kapasitas Fitoremediasi dan Pertumbuhan Lemna (*Lemna perpusilla*). Dibimbing oleh KUKUH NIRMALA, AWALINA SATYA dan YUNI PUJI HASTUTI.

Ikan lele menjadi salah satu komoditas perikanan budi daya yang populer di kalangan pembudi daya ikan. Produksi budi daya ikan lele terus meningkat dan telah mengarah pada intensifikasi budi daya. Kegiatan intensifikasi produksi akuakultur berimplikasi pada peningkatan penggunaan input terutama pakan dan air serta peningkatan produksi limbah per satuan luas lahan. Meningkatnya harga pakan dan kebutuhan air serta belum termanfaatkannya limbah produksi menjadi beberapa kendala yang selama ini dihadapi oleh pembudidaya.

Limbah budidaya lele, berpotensi dapat dimanfaatkan kembali melalui proses perombakan limbah organik menjadi sumber energi (proses biokonversi) dan dimanfaatkan untuk budidaya pakan alami seperti cacing sutera, daphnia dan beberapa jenis tanaman. Lemna merupakan salah satu tanaman air potensial yang dapat dimanfaatkan. Melalui proses fitoremediasi, lemna menyerap kadar nutrisi dalam limbah dan menurunkan konsentrasinya, selanjutnya limbah yang telah dipurifikasi dapat digunakan kembali dalam kegiatan budidaya sehingga dapat menghemat air. Sementara produksi biomassa lemna, memiliki nilai tambah karena lemna dapat dijadikan sebagai pakan alami atau pakan substitusi dalam kegiatan budidaya yang dapat mereduksi biaya produksi. Pemanfaatan lemna dalam kegiatan budidaya, juga mendukung konsep *blue economy* yang diprogramkan oleh pemerintah. Mudahnya pemeliharaan lemna, salah satunya dapat dipelihara pada media limbah budidaya karena lemna mampu tumbuh dalam lingkungan tinggi nutrisi termasuk kadar amonia yang tinggi seperti limbah lele.

Sebagai organisme autotrofik, tingkat aktivitas fitoremediasi tingkat pertumbuhan lemna masih dipengaruhi dua faktor utama, yaitu keberadaan unsur hara dan intensitas cahaya. Di dalam lingkungan akuakultur, keberadaan unsur hara dipengaruhi oleh pakan dan feses yang berhubungan langsung dengan umur dan kepadatan ikan atau berkaitan dengan siklus produksi, sedangkan intensitas cahaya di alam dipengaruhi oleh cuaca.

Belum adanya data kinerja pertumbuhan dan fitoremediasi lemna pada pemanfaatan limbah budidaya lele untuk satu siklus produksi, berhubungan dengan perubahan konsentrasi limbah yang dihasilkan, serta perubahan tingkat intensitas cahaya matahari di alam, oleh karena itu penelitian ini dilakukan sebagai upaya evaluasi dan optimasi pemanfaatan lemna dalam kegiatan budidaya ikan lele.

Penelitian ini menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) dua faktorial meliputi dua tahapan, yaitu tahap pendahuluan dan tahap utama. Penelitian tahap pendahuluan bertujuan untuk menganalisis perlakuan naungan dengan kinerja pertumbuhan lemna terbaik, terdiri atas kombinasi empat perlakuan konsentrasi limbah melalui pengenceran dan empat perlakuan naungan yaitu tanpa naungan (N0), naungan 25% (N25), naungan 50% (N50) dan naungan 75% (N75). Naungan terbaik diujikan kembali pada variasi konsentrasi limbah murni yang diambil dari kolam budidaya ikan lele di kawasan Bogor dengan pengelompokan pada umur

pemeliharaan L1 (2 bulan), L2 (3 bulan) dan L3 (4 bulan). Pemeliharaan lemna dilakukan selama 18 hari. Pengukuran dan pengambilan parameter pengamatan dilakukan tiga hari sekali dengan parameter uji meliputi kerja pertumbuhan lemna (biomassa mutlak, *specific growth rate* dan produktivitas), efisiensi reduksi nutrisi (TN, TP dan NH_4^+), *Biological oxygen demand* (BOD), *Total suspended solid* (TSS), kandungan klorofil-a dan proksimat.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian naungan yang mereduksi cahaya matahari 25% (N25) diperoleh kinerja pertumbuhan lemna sedikit lebih tinggi namun nilainya tidak berbeda signifikan dengan N0. Akan tetapi, efek pada kapasitas fitoremediasi memperlihatkan nilai yang signifikan berbeda nyata ($P < 0,05$), N25 menghasilkan tingkat efisiensi reduksi TN dan TP yang lebih tinggi, masing-masing nilainya adalah 61,94% dan 10,64%. Pada reduksi NH_4^+ dan BOD nilainya tetap tinggi yaitu 60,34% dan 43,99% namun tidak berbeda secara signifikan dengan N0. Untuk nilai TSS pemberian naungan tidak memberikan pengaruh yang signifikan, namun keberadaan lemna terbukti mampu menurunkan TSS. Lemna pada N25 terbukti secara signifikan memiliki kandungan protein dan lemak yang lebih tinggi dan serat yang rendah dibandingkan tanpa naungan (N0).

Secara umur budidaya ikan lele, limbah yang digunakan sebagai media kultur lemna yaitu umur 2 bulan (L1), 3 bulan (L2) dan 4 bulan (L3), secara signifikan memperlihatkan hasil bahwa limbah L1 dan L2 menghasilkan total kinerja pertumbuhan lemna yang lebih baik dibanding limbah lele umur 4 bulan (L3) yang memiliki kandungan konsentrasi nutrisi awal mulai dari TN, TP, dan NH_4^+ masing-masing adalah 35,73 mg/L, 2,82 mg/L dan 19,28 mg/L.

Kata kunci : fitoremediasi, *Lemna perpusilla*, limbah lele, nutrisi.

SUMMARY

AGUS WALUYO. The Effects of Different Light Intensity and Concentration of Catfish Farming Effluent on Phytoremediation Capacity and Duckweed (*Lemna perpusilla*) Growth. Supervised by KUKUH NIRMALA, AWALINA SATYA, and YUNI PUJI HASTUTI.

Catfish is one of the aquaculture commodities that is popular among fish farmers. Catfish cultivation production is increasing and leading to intensification of cultivation. Aquaculture production intensification activities have implications for increasing inputs, mainly feed and water and waste production per unit of land area. The increasing price of feed and water requirements and the underutilization of production waste are some of the obstacles farmers face.

Catfish cultivation effluent can be reused by converting organic wastewater into an energy source (bioconversion process) and used to cultivate natural feed such as tubifex, daphnia, and several types of plants. Duckweed is one of the potential aquatic plants that can be utilized. Through the phytoremediation process, duckweed absorbs nutrient levels in waste and reduces their concentration; then, the purified waste can be reused in cultivation activities to save water. Concurrently, the production of duckweed biomass has been identified as a valuable addition to existing practices due to its potential use as a natural or substitute feed in cultivation activities, which could reduce overall production costs. The cultivation of duckweed also aligns with the government's blue economy concept, as it is a simple and effective method of maintaining a sustainable ecosystem. One of the critical benefits of duckweed is its ability to thrive in nutrient-rich environments, including those with high ammonia levels, such as catfish effluent.

As an autotrophic organism, the level of phytoremediation activity and growth rate of duckweed is still influenced by two main factors: the presence of nutrients and light intensity. In an aquaculture environment, the availability of nutrients is dependent on the feed and feces produced by the fish, which in turn are directly related to the age and density of the fish or the production cycle. In contrast, the intensity of light is influenced by the weather in nature.

The performance of duckweed growth and phytoremediation in the utilization of catfish cultivation waste for one production cycle, related to changes in the concentration of waste produced and changes in the level of sunlight intensity in nature, has yet to be documented. This study was conducted to evaluate and optimize the utilization of duckweed in catfish cultivation activities.

This research employed a randomized block design (RBD) that encompassed both the preliminary and main stages. The preliminary stage of the research project was designed to identify the shade treatment that would result in the greatest growth performance. This was achieved by combining four waste concentration treatments through dilution with four shade treatments, which were as follows: no shade (N0), 25% shade (N25), 50% shade (N50), and 75% shade. (N75). The optimal shade treatment was then tested again on variations in the concentration of pure waste taken from catfish cultivation ponds in the Bogor area, with groupings at L1 (2 months), L2 (3 months), and L3 (4 months) rearing ages. duckweed maintenance was conducted for a period of 18 days. Measurements and sampling were performed



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.

at three-day intervals, with parameters including biomass growth, nutrient removal efficiency (TN, TP, and NH_4^+), BOD, TSS, chlorophyll-a, and proximate content.

The results demonstrated that the provision of shade, which reduced sunlight by 25% (N25), slightly increased duckweed growth performance. However, this value was not significantly different from that observed in the N0 treatment. The effect on phytoremediation capacity exhibited a significantly different value ($P < 0.05$), N25 demonstrating a higher level of TN, TP, and BOD reduction efficiency, which were 61.94% and 10.64%, respectively. Regarding the reduction of NH_4^+ and BOD, the values remained high at 60.34% and 43,99% but were not significantly different from N0. Concerning the TSS value, the provision of shade did not exert a significant effect; however, the presence of duckweed was demonstrated to be capable of reducing TSS. Duckweed at N25 was proven to have significantly higher protein and fat content and lower fiber than in the absence of shade (N0).

Regarding the age of catfish cultivation, the waste utilized as a culture medium for duckweed, precisely two months (L1), three months (L2), and four months (L3), demonstrated that the L1 and L2 waste exhibited superior total duckweed growth performance in comparison to The catfish waste from the four-month-old specimens (L3) exhibited initial nutrient concentrations of 35.73 mg/L for total nitrogen (TN), 2.82 mg/L for total phosphorus (TP), and 19.28 mg/L for ammonia (NH_4^+), respectively.

Keywords : catfish wastewater, duckweed, fitoremediation, *Lemna perpusilla*, nutrient.



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 2024
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.



**EFEK PEMBERIAN INTENSITAS CAHAYA DAN KONSENTRASI
LIMBAH BUDIDAYA LELE BERBEDA pada KAPASITAS
FITOREMEDIASI DAN PERTUMBUHAN LEMNA
(*Lemna perpusilla*)**

AGUS WALUYO

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

**PROGRAM MAGISTER ILMU AKUAKULTUR
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
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.

Tim Penguji pada Ujian Tesis:

- 1. Dr. Sri Nuryati, S.Pi., M.Si.**
- 2. Dr. Ir. Tatag Budiarti, M.Si.**

Judul Tesis : Efek Pemberian Intensitas Cahaya dan Konsentrasi Limbah Budidaya
Lele Berbeda pada Kapasitas Fitoremediasi dan Pertumbuhan Lemna
(*Lemna perpusilla*)

Nama : Agus Waluyo

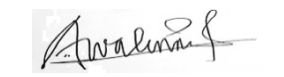
NIM : C1501211014

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Dr. Ir. Kukuh Nirmala, M.Sc.



Pembimbing 2:
Dr. Awalina Satya, M.Si.



Pembimbing 3:
Dr. Yuni Puji Hastuti, S.Pi., M.Si.



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Prof. Dr. Ir. Widanarni, M.Si.
NIP. 19670927 199403 2 001



Dekan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan :
Prof. Dr. Ir. Fredinan Yulianda, M.Sc.
NIP. 19630731 198803 1 002



Tanggal Ujian: 03 Desember 2024

Tanggal Lulus :



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhanaahu wa ta'ala*, atas segala karunia-Nya sehingga tesis yang berjudul “Efek pemberian intensitas cahaya dan konsentrasi limbah budidaya lele berbeda pada kapasitas fitoremediasi dan pertumbuhan lemna (*Lemna perpusilla*)” berhasil diselesaikan.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dr. Ir. Kukuh Nirmala, M.Sc. selaku ketua komisi pembimbing, ibu Dr. Awalina Satya, M.Si. dan ibu Dr. Yuni Puji Hastuti, S.Pi, M.Si. selaku anggota komisi pembimbing yang telah banyak meluangkan waktu dan pikiran dalam membimbing dan memberi saran.

Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada ibu Dr. Yopi Novita, S.Pi., M.Si. selaku moderator seminar, Dr. Sri Nuryati, S.Pi., M.Si. dan Dr. Ir. Tatag Budiardi, M.Si. selaku dosen penguji tamu. Kepada Drs. Tjandra Chrismadha dan Dr. Evi Susanti atas masukan dan saran selama penelitian dilapangan. Kepada teman-teman laboratorium hidrologi (Eva Nafisyah, Dian Oktaviani, Fajar Sumi Lestari) dan rekan-rekan kerja di Pusat Riset Limnologi dan Sumber Daya Air BRIN. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada alm. bapak dan almh. ibu serta keluarga, istri dan anak-anak tercinta yang telah memberikan doa, dukungan dan kasih sayangnya.

Semoga tesis ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu akuakultur.

Bogor, Desember 2024

Agus Waluyo



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 ISI

DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
1.5 Hipotesis	2
II METODE	3
2.1 Waktu dan Tempat Penelitian	3
2.2 Bahan dan Alat Penelitian	3
2.3 Prosedur Penelitian	4
2.4 Parameter Uji	8
2.5 Analisis data	9
III HASIL DAN PEMBAHASAN	11
3.1 Hasil	11
3.1.1 Penelitian Pendahuluan	11
3.1.2 Efisiensi Reduksi Total Nitrogen (TN)	12
3.1.3 Efisiensi Reduksi Total Posfat (TP)	14
3.1.4 Efisiensi Reduksi Ammonium (NH ₄ ⁺)	15
3.1.5 Efisiensi Reduksi Biological Oxygen Demand (BOD)	17
3.1.6 Efisiensi Reduksi Total Suspended Solid (TSS)	18
3.1.7 Kinerja Pertumbuhan Lemna	19
3.1.8 Total Klorofil	21
3.1.9 Proksimat	22
3.1.10 Kualitas Air	24
3.1.11 Intensitas Cahaya	25
3.2 Pembahasan	26
3.2.1 Kinerja Pertumbuhan Lemna	26
3.2.2 Efisiensi Reduksi Nutrien (TN, TP, NH ₄ ⁺)	29
3.2.3 Efisiensi Reduksi Biological Oxygen Demand (BOD)	34
3.2.4 Efisiensi Reduksi Total Suspended Solid (TSS)	35
3.2.5 Total Klorofil	37
3.2.6 Proksimat (Protein, Lemak dan Serat)	38
3.2.7 Kualitas Air	43
IV KESIMPULAN DAN SARAN	49
DAFTAR PUSTAKA	51
LAMPIRAN	63
RIWAYAT HIDUP	91



DAFTAR TABEL

1	Kombinasi perlakuan konsentrasi limbah ikan lele dan naungan pada penelitian pendahuluan	5
2	Perlakuan konsentrasi limbah lele murni dan variasi naungan pada penelitian utama	6
3	Profil media (limbah lele) pada penelitian utama	7
4	Kinerja pertumbuhan lemna pada variasi naungan penelitian pendahuluan	12
5	Nilai kinerja Pertumbuhan lemna tahap utama pada naungan berbeda	21
6	Nilai kinerja pertumbuhan lemna tahap utama pada limbah berbeda	21
7	Kandungan total klorofil pada lemna pada variasi naungan	22
8	Kadar protein lemna pada variasi naungan	23
9	Kadar lemak lemna pada variasi naungan	24
10	Kadar serat lemna pada variasi naungan	24
11	Kualitas air pada naungan berbeda	25
12	Kualitas air pada media berbeda	25
13	Intensitas cahaya pada variasi naungan	26
14	Komposisi kimia pada spesies lemna berbeda	43

DAFTAR GAMBAR

1	Laboratorium <i>greenhouse</i> Pusat Riset Limnologi dan Sumber Daya Air KST-Soekarno-BRIN	3
2	Stok kultur lemna awal	3
3	Ukuran mesh <i>shade net</i> sesuai persentase naungan	4
4	Kolam budidaya lele a) 2 bulan b) 3 bulan c) 4 bulan d) proses pengangkutan limbah	6
5	Penempatan wadah percobaan pada bak dengan sistem resirkulasi	7
6	Pengisian limbah pada wadah percobaan	8
7	Kinerja pertumbuhan lemna penelitian pendahuluan: biomassa mutlak (a), <i>specific growth rate</i> (SGR) (b), produktivitas (c) lemna pada hari ke-18 yang diberi perlakuan naungan	11
8	Fluktuasi efisiensi reduksi TN pada variasi naungan	12
9	Efisiensi reduksi TN pada variasi naungan	13
10	Hubungan intensitas cahaya pada naungan berbeda dengan efisiensi reduksi TN	13
11	Hubungan biomassa lemna pada naungan berbeda dengan efisiensi reduksi TN	13
12	Fluktuasi efisiensi reduksi TP pada variasi naungan	14
13	Efisiensi reduksi TP pada variasi naungan	14
14	Hubungan intensitas cahaya pada naungan berbeda dengan efisiensi reduksi TP	15
15	Hubungan biomassa lemna pada naungan berbeda dengan efisiensi reduksi TP	15
16	Fluktuasi efisiensi reduksi ammonium (NH_4^+) pada variasi naungan	16

17	Efisiensi reduksi NH_4^+ pada variasi naungan	16
18	Hubungan intensitas cahaya pada naungan berbeda dengan efisiensi reduksi NH_4^+	16
19	Hubungan biomassa lemna pada naungan berbeda dengan efisiensi reduksi NH_4^+	17
20	Fluktuasi efisiensi reduksi BOD pada variasi naungan	17
21	Efisiensi reduksi BOD pada variasi naungan	18
22	Hubungan intensitas cahaya pada naungan berbeda dengan efisiensi reduksi BOD	18
23	Hubungan biomassa lemna dengan efisiensi reduksi BOD	18
24	Fluktuasi efisiensi reduksi TSS	19
25	Efisiensi reduksi TSS pada variasi naungan	19
26	Kinerja pertumbuhan lemna pada naungan berbeda di tahap utama: biomassa mutlak (a), <i>Specific Growth Rate</i> (SGR) (b), produktivitas (c) lemna pada hari ke-18 yang diberi perlakuan naungan dan limbah budidaya lele berbeda.	20
27	Kinerja pertumbuhan lemna pada limbah berbeda ditahap utama: biomassa lemna (a), <i>Specific Growth Rate</i> (SGR) (b), produktivitas (c) lemna pada hari ke-18 yang diberi perlakuan naungan dan limbah budidaya lele berbeda.	20
28	Total klorofil lemna pada naungan berbeda	21
29	Kandungan klorofil lemna pada variasi media dan naungan	22
30	Kadar protein lemna pada naungan berbeda	23
31	Kadar lemak lemna pada naungan berbeda	23
32	Kadar serat lemna pada naungan berbeda	24
33	Pengukuran parameter kualitas air dengan <i>water quality checker</i> (WQC)	25
34	Hubungan intensitas cahaya harian <i>outdoor</i> dengan rumah kaca pada variasi naungan	25
35	Intensitas cahaya harian pada variasi naungan	26

DAFTAR LAMPIRAN

1	Pertumbuhan lemna hari ketiga	65
2	Gambar-gambar penelitian	66
3	Grafik parameter kualitas air pada naungan berbeda	67
4	<i>Analysis of variance</i> kinerja pertumbuhan lemna	70
5	<i>Analysis of variance</i> efisiensi reduksi total nitrogen	78
6	<i>Analysis of variance</i> efisiensi reduksi total posfat	80
7	<i>Analysis of variance</i> efisiensi reduksi total ammonium	82
8	<i>Analysis of variance</i> efisiensi reduksi BOD	84
9	<i>Analysis of variance</i> efisiensi reduksi TSS	85
10	<i>Analysis of variance</i> kadar protein kasar	87
11	<i>Analysis of variance</i> kadar lemak kasar	88
12	<i>Analysis of variance</i> kadar serat kasar	90