



PENGUNAAN *Phaeodactylum tricornutum* YANG DIKULTUR DENGAN PUPUK BERBEDA UNTUK PENINGKATAN PERTUMBUHAN DAN RESPONS IMUN LARVA UDANG WINDU

@Hak cipta milik IPB University

DIENAH NAHWAHATIKA



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.

PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul Penggunaan *Phaeodactylum tricornutum* yang Dikultur dengan Pupuk Berbeda untuk Peningkatan Pertumbuhan dan Respons Imun Larva Udang Windu 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, Desember 2023

Dienah Nahwatika
C1501202029

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

RINGKASAN

DIENAH NAHWAHATIKA. Penggunaan *Phaeodactylum tricorutum* yang Dikultur dengan Pupuk Berbeda untuk Peningkatan Pertumbuhan dan Respons Imun Larva Udang Windu. Dibimbing oleh JULIE EKASARI, WIDANARNI, dan INCE AYU KHAIRANA KADRIAH.

Udang windu (*Penaeus monodon*) merupakan salah satu komoditas unggulan budidaya di Indonesia yang memiliki nilai ekonomis yang tinggi. Tantangan utama dalam pengembangan budidaya udang windu baik pada pembenihan maupun pembesaran di tambak adalah kematian massal yang disebabkan oleh penyakit bakterial yang disebabkan oleh genus *Vibrio*. Salah satu strategi pengendalian patogen vibrio yang lebih aman dan ramah lingkungan adalah dengan memanfaatkan senyawa bioaktif yang memiliki sifat antibakteri alami yang berasal dari produk alami seperti mikroalga. Salah satu mikroalga yang dapat dikembangkan untuk kegiatan budidaya adalah *Phaeodactylum tricorutum*. *P. tricorutum* merupakan mikroalga kelompok diatom yang dikenal memiliki kandungan asam lemak tak jenuh ganda asam eicosapentaenoat (EPA) dan senyawa bioaktif seperti fukosantin yang relatif tinggi. Fukosantin yang dihasilkan diatom dilaporkan dapat menghambat efek sel kanker dengan memengaruhi aktivitas proapoptosisnya. Selain itu fukosantin juga memiliki kemampuan sebagai anti-diabetes, anti-obesitas, anti-*photoaging*, anti-*angiogenic*, dan efek anti-metastasis. Untuk itu *P. tricorutum* memiliki potensi yang sangat besar untuk dikultur baik sebagai sumber berbagai senyawa bioaktif maupun sebagai pakan alami untuk larva berbagai organisme akuatik termasuk udang windu. Komposisi nutrisi dan senyawa bioaktif dalam mikroalga sangat dipengaruhi oleh ketersediaan nutrisi dari pupuk yang digunakan pada media pemeliharaan mikroalga. Penggunaan pupuk dalam kegiatan budidaya mikroalga dapat memengaruhi kuantitas dan kualitas mikroalga yang digunakan sebagai pakan alami untuk kegiatan pemeliharaan udang. Berdasarkan hal tersebut maka penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh pupuk komersil yang berbeda terhadap: 1) pertumbuhan dan kandungan beta karoten *P. tricorutum*, 2) aktivitas antibakteri dan antibiofilm ekstrak *P. tricorutum*, dan 3) dampaknya terhadap pertumbuhan dan respons imun post larva udang windu.

Penelitian ini dilakukan dalam tiga tahap yang meliputi uji pertumbuhan *P. tricorutum*, uji aktivitas antibakteri dan aktivitas antibiofilm vibrio patogen dan uji *in vivo* yaitu uji pertumbuhan dan respons imun udang windu pasca pemeliharaan dan uji tantangan vibrio patogen. Uji pertumbuhan *P. tricorutum* menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) yang terdiri atas lima perlakuan dengan tiga ulangan yaitu Conway (CON), pupuk balai biosilika (PBB), pupuk balai rica (PBR), pupuk komersil paten (PKP), dan pupuk komersil asnit (PKA). Selanjutnya untuk uji *in vitro* pada kultur vibrio patogen menggunakan rancangan acak lengkap dengan 12 perlakuan dengan tiga ulangan. Pada tahap ini ekstrak *P. tricorutum* yang berasal dari kultur dengan pupuk yang berbeda ditambahkan pada beberapa isolat vibrio yang bersifat patogen yaitu *V. parahaemolyticus*, *V. harveyi* dan *V. alginolyticus*. Pada uji aktivitas pembentukan biofilm digunakan antibiotik streptomycin sebagai kontrol. Selanjutnya untuk uji *in vivo* pada post larva udang windu menggunakan rancangan acak lengkap dengan empat perlakuan dengan tiga

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.

ulangan yaitu K (tanpa pemberian *P. tricornutum*), CON (pemberian *P. tricornutum* dengan conway), PBB (pemberian *P. tricornutum* dengan pupuk balai biosilika) dan PKA (pemberian *P. tricornutum* dengan pupuk komersial asnita). Setelah masa pemeliharaan selesai, dilakukan ujiantang dengan menggunakan bakteri *V. parahaemolyticus* dan *V. harveyi*.

P. tricornutum yang dikultur dengan pupuk CON, PBB dan PKA menunjukkan kepadatan, laju pertumbuhan, dan biomassa yang lebih tinggi daripada perlakuan lain ($P < 0.05$). Sedangkan total karotenoid tertinggi ditunjukkan oleh perlakuan PBB (0,41 g/L). Berbeda dengan hasil penelitian sebelumnya yang melaporkan kemampuan *P. tricornutum* dalam menghambat pertumbuhan vibrio patogen, seperti *V. anguillarum*, *V. cholera*, *V. parahaemolyticus*, *V. vulnificus*, dan *V. natriegens*, penelitian ini menunjukkan bahwa *P. tricornutum* yang digunakan dalam penelitian ini tidak memiliki kemampuan dalam menghambat pertumbuhan vibrio yang diujikan. Meskipun demikian, *P. tricornutum* memiliki kemampuan antibiofilm terhadap *V. parahaemolyticus*, *V. harveyi*, dan *V. alginolyticus*. Penelitian ini menunjukkan bahwa pemberian mikroalga *P. tricornutum* dapat meningkatkan pertumbuhan udang windu selama 30 hari pemeliharaan secara signifikan dibandingkan dengan udang yang dipelihara tanpa penambahan mikroalga. *Total haemocyte count*, aktivitas *phenoloxidase* dan aktivitas *respiratory burst* menunjukkan bahwa pemberian mikroalga *P. tricornutum* terutama pada perlakuan PBB mampu meningkatkan respons imun post larva udang windu. Hasil ujiantang menunjukkan bahwa pemberian mikroalga *P. tricornutum* yang dikultur dengan pupuk PBB memiliki nilai kelangsungan hidup pasca ujiantang vibrio yang lebih tinggi ($P < 0,05$) dibandingkan dengan perlakuan CON dan PKA. Berdasarkan hasil penelitian ini maka dapat disimpulkan bahwa penggunaan pupuk komersial yang berbeda berpengaruh signifikan terhadap produktivitas, kandungan total karotenoid, aktivitas antibakteri dan antibiofilm *P. tricornutum* yang selanjutnya berdampak pada pertumbuhan dan respons imun larva udang windu, dengan hasil terbaik didapatkan pada pupuk biosilika (PBB).

Kata kunci: mikroalga, *P. tricornutum*, pupuk, *Penaeus monodon*, vibrio

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

SUMMARY

DIENAH NAHWAHATIKA. Utilization of *Phaeodactylum tricornutum* Cultured with Different Fertilizers to Increase Growth and Immune Response of Tiger Shrimp Larvae. Supervised by JULIE EKASARI, WIDANARNI, and INCE AYU KHAIRANA KADRIAH.

Tiger shrimp (*Penaeus monodon*) is one of the leading aquaculture commodities in Indonesia that has high economic value. The main challenge in the development of tiger shrimp farming both in hatcheries and enlargement in ponds is mass mortality caused by vibriosis bacterial disease caused by the genus *Vibrio*. One of the strategy to control vibrio pathogens that is safer and more environmentally friendly is to utilize bioactive compounds that have natural antibacterial properties derived from natural products such as microalgae. One of the microalgae that can be developed for cultivation activities is *Phaeodactylum tricornutum*. *P. tricornutum* is a diatom that known to have a high content of eicosapentaenoic acid (EPA) polyunsaturated fatty acids and bioactive compounds such as fucosantin. Fucosantin produced by diatoms is reported to inhibit the effects of cancer cells by affecting proapoptotic activity. In addition, fucosantin also has anti-diabetic, anti-obesity, anti-photoaging, anti-angiogenic, and anti-metastatic effects. For this reason, *P. tricornutum* has enormous potential to be cultured both as a source of various bioactive compounds and as a natural food for larvae of various aquatic organisms including tiger shrimp. The composition of nutrients and bioactive compounds in microalgae is strongly influenced by the availability of nutrients from fertilizers used in microalgae rearing media. The use of fertilizers in microalgae farming activities can affect the quantity and quality of microalgae used as natural food for shrimp rearing activities. Based on this, this study aims to evaluate the effect of different commercial fertilizers on: 1) growth and beta carotene content of *P. tricornutum*, 2) antibacterial and antibiofilm activities of *P. tricornutum* extracts, and 3) their impact on growth and immune response of post larval tiger shrimp.

This study was conducted in three stages which included *P. tricornutum* growth test, antibacterial activity test and antibiofilm activity of pathogenic vibrio and in vivo test, namely growth test and immune response of tiger shrimp after maintenance and pathogenic vibrio challenge test. The growth test of *P. tricornutum* used a completely randomized design (CRD) consisting of five treatments with three replicates, namely Conway (CON), biosilica hall fertilizer (PBB), rica hall fertilizer (PBR), patent commercial fertilizer (PKP), and asnita commercial fertilizer (PKA). Furthermore, for in vitro tests on pathogenic vibrio cultures using a complete randomized design with 12 treatments with three replications. At this stage, *P. tricornutum* extracts derived from cultures with different fertilizers were added to several pathogenic vibrio isolates, namely *V. parahaemolyticus*, *V. harveyi* and *V. alginolyticus*. In the biofilm formation activity test, streptomycin antibiotic was used as a positive control. Furthermore, for in vivo tests on tiger shrimp larvae post using a complete randomized design with four treatments with three replicates, namely K (without addition of *P. tricornutum*), CON (with addition of *P. tricornutum* with conway), PBB (with addition of *P. tricornutum* with biosilica fertilizer) and PKA (with addition of *P. tricornutum* with

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

asnita commercial fertilizer). After the maintenance period was completed, a challenge test was conducted using *V. parahaemolyticus* and *V. harveyi* bacteria.

P. tricornutum cultured with CON, PBB and PKA fertilizers showed higher density, growth rate and biomass than other treatments ($P < 0.05$). The highest total carotenoids were shown by PBB treatment (0.41 g/L). In contrast to the results of previous studies that reported the ability of *P. tricornutum* to inhibit the growth of pathogenic vibrios, such as *V. anguillarum*, *V. cholera*, *V. parahaemolyticus*, *V. vulnificus*, and *V. natriegens*, this study showed that *P. tricornutum* used in this study did not have the ability to inhibit the growth of the vibrio tested. However, *P. tricornutum* had antibiofilm ability against *V. parahaemolyticus*, *V. harveyi*, and *V. alginolyticus*. This study shows that feeding *P. tricornutum* microalgae can significantly improve the growth of tiger shrimp during 30 days of rearing compared to shrimp reared without the addition of microalgae. Total haemocyte count, phenoloxidase activity and respiratory burst activity showed that the administration of *P. tricornutum* microalgae, especially in the PBB treatment, was able to increase the immune response of tiger shrimp post larvae. The results of the challenge test showed that the provision of microalgae *P. tricornutum* cultured with PBB fertilizer had a higher post vibrio challenge test survival value ($P < 0.05$) compared to the CON and PKA treatments. Based on the results of this study, it can be concluded that the use of different commercial fertilizers has a significant effect on the productivity, total carotenoid content, antibacterial activity and antibiofilm of *P. tricornutum* which in turn affects the growth and immune response of tiger shrimp larvae, with the best results obtained in biosilica fertilizer (PBB).

Keywords: fertilizer, microalgae, *Penaeus monodon*, *P. tricornutum*, vibrio

@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 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.



PENGUNAAN *Phaeodactylum tricornutum* YANG DIKULTUR DENGAN PUPUK BERBEDA UNTUK PENINGKATAN PERTUMBUHAN DAN RESPONS IMUN LARVA UDANG WINDU

DIENAH NAHWAHATIKA

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

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

Tim Penguji pada Ujian Tesis:

- 1 Dr. Ir. Agus Oman Sudrajat, M.Sc.**
- 2 Dr. Sri Nuryati, S.Pi., M.Si.**

Judul Tesis : Penggunaan *Phaeodactylum tricornutum* yang Dikultur dengan Pupuk Berbeda untuk Peningkatan Pertumbuhan dan Respons Imun Larva Udang Windu

Nama : Dienah Nahwahatika
NIM : C1501202029

Disetujui oleh

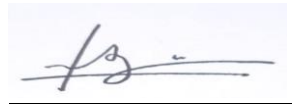
Pembimbing 1:
Dr. Julie Ekasari, S.Pi., M.Sc.



Pembimbing 2:
Prof. Dr. Ir. Widanarni, M.Si.



Pembimbing 3:
Dr. Ince Ayu Khairana Kadriah, S.Pi., M.Agr.



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Prof. Dr. Ir. Widanarni, M.Si
NIP 196709271994032001



Dekan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan:
Prof. Dr. Ir. Fredinan Yulianda, M.Sc
NIP 196307311988031002



Tanggal Ujian: 22 Desember 2023

Tanggal Lulus:

PRAKATA

Puji dan syukur kepada Allah subhanaahu wa ta'ala yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga tesis ini berhasil dituntaskan dan mengusung judul Penggunaan *Phaeodactylum tricornutum* yang Dikultur dengan Pupuk Berbeda untuk Peningkatan Pertumbuhan dan Respons Imun Larva Udang Windu. Tesis ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Sains pada Program Studi Ilmu Akuakultur, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.

Terima kasih kepada Ibu pembimbing yaitu Ibu Dr. Julie Ekasari, S.Pi., M.Sc., selaku Ketua Komisi Pembimbing, Ibu Prof. Dr. Ir. Widanarni, M.Si., dan Ibu Dr. Ince Ayu Khairana Kadriah, S.Pi., M.Agr., selaku Anggota Komisi Pembimbing yang telah membimbing dan banyak memberi saran.

Penulis ucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu, berkontribusi, dan memberi dukungan baik secara langsung maupun tidak langsung, semoga Allah SWT membalas kebaikan dan selalu dalam lindungan-Nya. Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Desember 2023

Dienah Nahwahatika

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xi
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	3
1.5 Hipotesis	3
II METODE	4
2.1 Waktu dan Tempat Penelitian	4
2.2 Materi Uji	4
2.3 Rancangan Penelitian	4
2.4 Prosedur Penelitian	6
2.5 Parameter Pengamatan	8
2.6 Analisis Data	11
III HASIL DAN PEMBAHASAN	12
3.1 Hasil	12
3.2 Pembahasan	17
IV SIMPULAN DAN SARAN	23
4.1 Simpulan	23
4.2 Saran	23
DAFTAR PUSTAKA	24
LAMPIRAN	35
RIWAYAT HIDUP	43

DAFTAR TABEL

1. Rancangan penelitian <i>in vitro</i> Tahap 1 pengamatan pertumbuhan <i>P. tricornutum</i>	4
2. Rancangan penelitian <i>in vitro</i> Tahap 2 pengamatan aktivitas antimikroba dan aktivitas antibiofilm <i>P. tricornutum</i> terhadap vibrio patogen	5
3. Rancangan penelitian <i>in vivo</i> kinerja pertumbuhan dan respons imun udang windu	5
4. Jumlah penambahan nutrien (N, P dan Si) pada media pemeliharaan dari masing-masing pupuk	6
5. Kualitas air pada pemeliharaan udang windu yang diberi <i>P. tricornutum</i> dengan pupuk berbeda	7
6. Aktivitas antimikroba ekstrak mikroalga <i>P. tricornutum</i> terhadap <i>Vibrio</i> patogen (<i>V. parahaemolyticus</i> , <i>V. harveyi</i> , dan <i>V. alginolyticus</i>).	14
7. Aktivitas antibiofilm ekstrak mikroalga <i>P. tricornutum</i> yang dipelihara dengan pupuk yang berbeda terhadap vibrio patogen (<i>V. parahaemolyticus</i> , <i>V. harveyi</i> dan <i>V. alginolyticus</i>).	14
8. Biomassa awal (W0), biomassa akhir (Wt), pertambahan bobot (ΔW), laju pertumbuhan spesifik (LPS) dan kelangsungan hidup (KH) udang windu yang diberi mikroalga <i>P. tricornutum</i> yang dipelihara dengan pupuk yang berbeda selama 30 hari pemeliharaan.	15

DAFTAR GAMBAR

1. Kepadatan dan laju pertumbuhan spesifik mikroalga <i>P. tricornutum</i> selama pemeliharaan.	12
2. Biomassa mikroalga <i>P. tricornutum</i> selama pemeliharaan.	13
3. Total karotenoid mikroalga <i>P. tricornutum</i> selama pemeliharaan.	13
4. <i>Total haemocyte count</i> , <i>respiratory burst</i> dan <i>aktivitas phenoloxidase</i> udang windu selama penelitian.	16
5. Kematian kumulatif udang windu pasca ujiantang.	17
6. Kelangsungan hidup udang windu pasca ujiantang.	17

DAFTAR LAMPIRAN

1. Komposisi 5 Jenis Pupuk	36
2. Hasil Analisis Sidik Ragam	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.