

ANALISIS METABOLIT SEKUNDER TERKAIT PEMBUNGAAN MANGGA PADA BERBAGAI VARIETAS DAN SPEKTRUM CAHAYA LED

PANDI ARIANSAH



PROGRAM STUDI MAGISTER AGRONOMI DAN HORTIKULTURA
FAKULTAS PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025



@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.

PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Analisis Metabolit Sekunder Terkait Pembungaan Mangga pada Berbagai Varietas dan Spektrum Cahaya LED” 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, Juni 2025

Pandi Ariansah
A2502231059

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



RINGKASAN

PANDI ARIANSAH. Analisis Metabolit Sekunder Terkait Pembungaan Mangga pada Berbagai Varietas dan Spektrum Cahaya LED. Dibimbing oleh ROEDHY POERWANTO, EDI SANTOSA, dan DHIKA PRITA HAPSARI.

Fase pembentukan bunga pada tanaman buah tropis, khususnya mangga, melibatkan tahapan kompleks yang dipengaruhi oleh faktor endogen serta eksogen. Penelitian ini mengeksplorasi regulasi fisiologi pembungaan bibit tanaman mangga melalui pendekatan metabolomik untuk mengidentifikasi profil metabolit sekunder pada empat varietas mangga lokal yaitu Manalagi 69, Denarum, Agri Gardina 45, dan Gadung 21 di bawah perlakuan spektrum cahaya LED merah, biru, putih, dan kontrol tanpa LED. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi perbedaan profil metabolit sekunder, dan mengevaluasi pengaruh LED terhadap produksi metabolit pada bibit varietas mangga lokal dengan paparan spektrum cahaya LED yang berbeda. Bibit mangga yang berumur 1,5 tahun ditransplantasikan ke dalam planter bag kemudian diletakkan di greenhouse dan diberi pencahayaan LED selama 21 jam/hari dengan memperhatikan suhu, kelembapan, dan intensitas cahaya. Analisis metabolomik dengan GCMS mengidentifikasi senyawa metabolit sekunder pada daun. Data diinterpretasikan melalui analisis multivariate berupa *heatmap*, SOM, PLSDA, dan DSPC *network* untuk mengelompokkan pola metabolik. Perlakuan LED memengaruhi produksi metabolit sekunder, hasil analisis GCMS mengidentifikasi 50 senyawa di 12 jalur biosintesis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa LED putih secara signifikan menunjukkan produksi metabolit sekunder paling tinggi, cahaya putih LED memiliki komposisi spektral yang kompleks sedangkan cahaya LED biru menunjukkan jumlah lebih sedikit. Kelompok metabolit yang teridentifikasi meliputi terpenoid, flavonoid, alkaloid, dan asam lemak, yang berkontribusi terhadap pertahanan tanaman, regulasi pertumbuhan dan mekanisme fisiologis pembungaan. Temuan ini menunjukkan bahwa spektrum cahaya yang berbeda memengaruhi biosintesis metabolit sekunder, yang berpengaruh terhadap perkembangan bibit mangga. Visualisasi kelimpahan metabolit sekunder melalui analisis multivariate mengonfirmasi perbedaan signifikan antar perlakuan dengan squalene, lupeol, vitamin E, Friedelan-3-one, dan neophytadine sebagai senyawa kunci yang dominan pada semua perlakuan dengan kelimpahan tinggi. Kelompok senyawa triterpen, asam lemak, dan sesquiterpen mendominasi jalur biosintesis yang terkait dengan adaptasi lingkungan dan pensinyalan hormonal dalam regulasi fisiologis pembungaan. Penelitian ini menunjukkan bahwa spektrum cahaya LED putih secara selektif menginduksi lebih banyak produksi biosintesis metabolit sekunder yang berkontribusi pada regulasi fisiologi pembungaan.

Kata kunci: GCMS, LED, mangga, pembibitan, pembungaan



SUMMARY

PANDI ARIANSAH. Secondary Metabolite Analysis in Relation to Flower Induction in Mango Varieties under Different LED Light Spectra. Supervised by ROEDHY POERWANTO, EDI SANTOSA, and DHIKA PRITA HAPSARI

Flowering phase in tropical fruit plants, particularly mango, involves complex stages influenced by both endogenous and exogenous factors. This study explores the physiological regulation of flowering in mango seedlings through a metabolomic approach to identify secondary metabolite profiles in four local mango varieties Manalagi 69, Denarum, Agri Gardina 45, and Gadung 21 under treatments of red, blue, white LED light spectra and a non-LED control. The aim of this research is to identify differences in secondary metabolite profiles and evaluate the impact of LED exposure on metabolite production in local mango seedlings subjected to different LED light spectra. Mango seedlings aged 1.5 years were transplanted into planter bags, placed in a screenhouse, and exposed to LED lighting for 21 hours per day, with monitoring of temperature, humidity, and light intensity. Metabolomic analysis using GC-MS was performed to identify secondary metabolites in the leaves. The data were interpreted through multivariate analyses including heatmaps, SOM, PLS-DA, and DSPC network to classify metabolic patterns. LED treatments influenced secondary metabolite production. GC-MS analysis identified 50 compounds across 12 biosynthetic pathways. The results showed that white LED light significantly induced the highest production of secondary metabolites. White LED light has a more complex spectral composition, whereas blue LED light led to fewer metabolites. The identified metabolite groups included terpenoids, flavonoids, alkaloids, and fatty acids, which contribute to plant defense, growth regulation, and the physiological mechanisms of flowering. These findings indicate that different light spectra affect the biosynthesis of secondary metabolites, which in turn influence mango seedling development. Visualization of secondary metabolite abundance through multivariate analysis confirmed significant differences among treatments, with squalene, lupeol, vitamin E, friedelan-3-one, and neophytadiene identified as key dominant compounds with high abundance across all treatments. Groups of triterpenes, fatty acids, and sesquiterpenes dominated the biosynthetic pathways associated with environmental adaptation and hormonal signaling in the physiological regulation of flowering. This study demonstrates that white LED light selectively induces greater biosynthetic production of secondary metabolites, contributing to the physiological regulation of flowering in mango seedlings.

Keywords: flowering, GCMS, LED spectra, mango, seedlings

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 mengumunkan 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.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2025¹
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

ANALISIS METABOLIT SEKUNDER TERKAIT PEMBUNGAAN MANGGA PADA BERBAGAI VARIETAS DAN SPEKTRUM CAHAYA LED

PANDI ARIANSAH

Tesis
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister pada
Program Studi Agronomi dan Hortikultura

**PROGRAM STUDI MAGISTER AGRONOMI DAN HORTIKULTURA
FAKULTAS PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



@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. Krisantini, M.Sc
- 2 Dr. Ir. Winarso Drajad Widodo, Ph.D



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

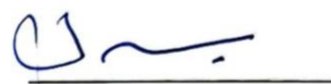
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan 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

Judul Tesis : Analisis Metabolit Sekunder Terkait Pembungaan Mangga pada Berbagai Varietas dan Spektrum Cahaya LED
Nama : Pandi Ariansah
NIM : A2502231059

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Prof. Dr. Ir. Roedhy Poerwanto, M.Sc



Pembimbing 2:
Prof. Dr. Edi Santosa, S.P., M.Si



Pembimbing 3:
Dr. Dhika Prita Hapsari, S.P., M.Si



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Prof. Dr. Ani Kurniawati, S.P., M.Si
NIP 19691113 199403 2 001



Dekan Fakultas Pertanian:
Prof. Dr. Ir. Suryo Wiyono, M.Sc.Agr
NIP 19690212 199203 1 003



Tanggal Ujian: 20 Juni 2025

Tanggal Lulus:

09 JUL 2025

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 Agustus 2024 sampai bulan Januari 2025 merupakan tesis dengan judul “Analisis Metabolit Sekunder Beberapa Varietas Mangga pada Perbedaan Spektrum Cahaya LED”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Roedhy Poerwanto, M.Sc, Prof. Dr. Edi Santosa, S.P., M.Si, Dr. Dhika Prita Hapsari, S.P., M.Si yang telah membimbing dan memberi saran.
2. Dr. Deden Derajat Matra, SP., M.Agr (Alm), selaku dosen pembimbing yang telah membimbing, memberikan banyak arahan selama menjadi dosen sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini.
3. Dr. Sari Nurulita, S.P., M.Si, yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan tulisan ini.
4. Rekan-rekan seperjuangan drh. Wisnu Rahmadan Almanda, Ratu Mutiara Wulandari, S.Pd, dan Zukhruf Khairati Baharuddin, S.Pt, M.Si yang telah kebersamai penulis dalam menyelesaikan studi magister di Insitut Pertanian Bogor
5. Keluarga besar PMDSU batch 7 IPB, Sinergi AGH 56, serta keluarga besar pascasarjana Agronomi dan Hortikultura 2022, 2023, dan 2024.
6. Fruitomics 56, 57 dan 58 yang telah kebersamai dan membantu dalam kegiatan penelitian.
7. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada orang tua serta seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan, doa, dan kasih sayangnya sehingga penulis memiliki motivasi dalam belajar dan terus berusaha.

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

Bogor, Juni 2025

Pandi Ariansah

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Hipotesis	3
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Mangga Varietas Lokal	4
2.2 Cahaya Buatan dengan <i>Light Emitting Diode</i>	4
2.3 Pembungaan Mangga	5
2.4 Morfologi dan Fisiologi Pembentukan Bunga Mangga	5
2.5 Analisis Metabolomik dengan GCMS	6
2.6 Analisis Multivariate	6
III METODE	8
3.1 Waktu dan Tempat	8
3.2 Alat dan Bahan	8
3.3 Prosedur Kerja	8
3.4 Analisis Kondisi Lingkungan	10
3.5 Analisis Profil Metabolit Sekunder dengan GCMS	10
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	12
4.1 Kondisi Lingkungan	12
4.2 Kualitas dan Intensitas Cahaya	12
4.3 Analisis Metabolit Sekunder dengan GCMS	14
4.4 Identifikasi Senyawa Umum dan Spesifik	20
4.5 Identifikasi Fungsional Jalur Biosintesis	25
4.6 Partial Least Square Discriminant Analysis (PLSDA – VIP score)	28
4.7 Heatmap Clustering Analysis	29
4.8 Self Organizing Map (SOM) Feature Overview	30
4.9 Analisis Debiased Sparse Partial Correlation Network	32
V SIMPULAN DAN SARAN	34
5.1 Simpulan	34
5.2 Saran	34
DAFTAR PUSTAKA	35
LAMPIRAN	41
RIWAYAT HIDUP	54

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 TABEL

1	Perlakuan penyinaran LED pada beberapa varietas mangga	9
2	Identifikasi dan karakterisasi profil metabolit sekunder daun dari empat varietas mangga pada perbedaan spektrum LED	16
3	Identifikasi dan karakterisasi profil metabolit sekunder daun dari empat varietas mangga pada perbedaan spektrum LED (<i>lanjutan</i>)	17
4	Identifikasi dan karakterisasi profil metabolit sekunder daun dari empat varietas mangga pada perbedaan spektrum LED (<i>lanjutan</i>)	18
5	Identifikasi dan karakterisasi profil metabolit sekunder daun dari empat varietas mangga pada perbedaan spektrum LED (<i>lanjutan</i>)	19
6	Identifikasi fungsional senyawa spesifik dan kelompok biosintesis pada empat varietas mangga	26
7	Identifikasi fungsional senyawa spesifik dan kelompok biosintesis pada empat varietas mangga (<i>lanjutan</i>)	27

DAFTAR GAMBAR

1	Persiapan bibit (A) <i>transplanting</i> bibit mangga ke dalam planterbag; (B) Proses perakitan lampu di dalam screenhouse	8
2	Perlakuan cahaya pada bibit mangga (A) LED merah; (B) LED putih; (C) LED biru	9
3	Grafik suhu (°C) dan kelembapan udara (%) di dalam <i>screenhouse</i>	12
4	Grafik kuantifikasi cahaya LED yang diukur menggunakan Licor 1500 dengan sensor (a) fotometrik ($\times 10^2$ klux), (b) kuantum ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), (c) pyranometrik (W m^{-2})	13
5	Jumlah produksi metabolit sekunder pada empat varietas mangga dibawah perbedaan perlakuan cahaya	15
6	Identifikasi senyawa spesifik dan umum daun mangga Agri Gardina 45 pada perbedaan spektrum LED	21
7	Identifikasi senyawa spesifik dan umum daun mangga Gadung 21 pada perbedaan spektrum LED	22
8	Identifikasi senyawa spesifik dan umum daun mangga Denarum pada perbedaan spektrum LED	23
9	Identifikasi senyawa spesifik dan umum daun mangga Manalagi 69 pada perbedaan spektrum LED	24
10	Identifikasi fungsional profil senyawa metabolit sekunder berdasarkan kelompok jalur biosintesis	25
11	Akumulasi senyawa spesifik pada empat varietas mangga	26
12	Visualisasi <i>variable importance in projection</i> (VIP) <i>score plot</i> perlakuan LED pada beberapa varietas mangga	28
13	Visualisasi <i>heatmap clustering analysis</i> perlakuan LED pada varietas (a) Manalagi 69; (b) Gadung 21; (c) Denarum; (d) Agri Gardina 45	30
14	Visualisasi <i>Self-Organizing Map</i> (SOM) <i>cluster</i> perlakuan LED pada beberapa varietas mangga	31



- 15 *Debiased sparse partial correlation network* metabolit sekunder empat varietas mangga pada perbedaan perlakuan cahaya LED 32

DAFTAR LAMPIRAN

1	Hasil identifikasi profil metabolit sekunder mangga Manalagi 69 pada perlakuan kontrol	42
2	Hasil identifikasi profil metabolit sekunder mangga Manalagi 69 pada perlakuan LED biru	42
3	Hasil identifikasi profil metabolit sekunder mangga Manalagi 69 pada perlakuan LED putih	42
4	Hasil identifikasi profil metabolit sekunder mangga Manalagi 69 pada perlakuan LED putih (<i>lanjutan</i>)	43
5	Hasil identifikasi profil metabolit sekunder mangga Manalagi 69 pada perlakuan LED merah	43
6	Hasil identifikasi profil metabolit sekunder mangga Denarum pada perlakuan kontrol	44
7	Hasil identifikasi profil metabolit sekunder mangga Denarum pada perlakuan LED biru	44
8	Hasil identifikasi profil metabolit sekunder mangga Denarum pada perlakuan LED putih	44
9	Hasil identifikasi profil metabolit sekunder mangga Denarum pada perlakuan LED putih (<i>lanjutan</i>)	45
10	Hasil identifikasi profil metabolit sekunder mangga Denarum pada perlakuan LED merah	45
11	Hasil identifikasi profil metabolit sekunder mangga Agri Gardina 45 pada perlakuan kontrol	46
12	Hasil identifikasi profil metabolit sekunder mangga Agri Gardina 45 pada perlakuan LED biru	46
13	Hasil identifikasi profil metabolit sekunder mangga Agri Gardina 45 pada perlakuan LED putih	46
14	Hasil identifikasi profil metabolit sekunder mangga Agri Gardina 45 pada perlakuan LED putih (<i>lanjutan</i>)	47
15	Hasil identifikasi profil metabolit sekunder mangga Agri Gardina 45 pada perlakuan LED merah	47
16	Hasil identifikasi profil metabolit sekunder mangga Gadung 21 pada perlakuan kontrol	47
17	Hasil identifikasi profil metabolit sekunder mangga Gadung 21 pada perlakuan kontrol (<i>lanjutan</i>)	48
18	Hasil identifikasi profil metabolit sekunder mangga Gadung 21 pada perlakuan LED biru	48
19	Hasil identifikasi profil metabolit sekunder mangga Gadung 21 pada perlakuan LED putih	48
20	Hasil identifikasi profil metabolit sekunder mangga Gadung 21 pada perlakuan LED putih (<i>lanjutan</i>)	49

21	Hasil identifikasi profil metabolit sekunder mangga Gadung 21 pada perlakuan LED merah	49
22	Kromatogram senyawa squalene yang ditemukan pada perlakuan kontrol mangga Manalagi 69	50
23	Proses kegiatan penelitian di lapangan dan laboratorium	50
24	Hasil pengukuran intensitas cahaya dengan Licor 1500 menggunakan sensor fotometrik ($\times 10^2$ klux)	51
25	Hasil pengukuran radiasi cahaya dengan Licor 1500 menggunakan sensor pyranometrik ($W m^{-2}$)	51
26	Hasil pengukuran nilai PPFD dengan Licor 1500 menggunakan sensor kuantum ($\mu mol m^{-2} s^{-1}$)	51
27	Publikasi Ilmiah	51
28	Deskripsi Varietas Mangga Gadung 21	52
29	Deskripsi Varietas Mangga Manalagi 69	52
30	Deskripsi Varietas Mangga Denarum	52
31	Deskripsi Varietas Mangga Agri Gardina 45	52



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