



KAJIAN FISILOGI DAN *MULTIOMICS* TANAMAN STROBERI PADA PERBEDAAN CAHAYA BUATAN DAN HORMON JASMONAT-SALISILAT

M ADRIAN



**PROGRAM STUDI AGRONOMI DAN HORTIKULTURA
FAKULTAS PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2022**

- 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.



PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Kajian Fisiologi dan *Multiomics* Tanaman Stroberi pada Perbedaan Cahaya Buatan dan Hormon Jasmonat-Salisilat” 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 2022

M Adrian
A2502211025



@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.



RINGKASAN

M ADRIAN. Kajian Fisiologi dan *Multiomics* Tanaman Stroberi pada Perbedaan Cahaya Buatan dan Hormon Jasmonat-Salisilat. Dibimbing oleh DEDEN DERAJAT MATRA, ROEDHY POERWANTO dan EIICHI INOUE.

Stroberi sebagai buah dengan antioksidan tinggi memiliki fisiologi, transkrip dan metabolit sekunder yang berbeda tergantung pada teknik budidaya. Di negara tropis khususnya Indonesia, sentra produksi stroberi berada di dataran tinggi dengan ketinggian 1000 mdpl. Terjadinya perubahan iklim dan pemanasan global mengakibatkan berubahnya kondisi lingkungan tanaman dataran tinggi, khususnya stroberi sehingga dikhawatirkan stroberi mengalami kepunahan. Berdasarkan hal tersebut perlu dilakukan modifikasi sederhana dalam pengembangan teknik budi daya stroberi agar dapat meningkatkan produksi dan kualitas buah.

Salah satu modifikasi lingkungan yang dapat dilakukan adalah penggunaan LED sebagai cahaya buatan dan juga aplikasi hormon MeJA MeSA untuk meningkatkan produksi dan kualitas buah. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui mekanisme dan adaptasi tanaman stroberi di dataran rendah terhadap cahaya buatan dan hormon MeSA-MeJA. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan dua faktor yaitu jenis lampu LED dan hormon MeJA MeSA.

Hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan pertumbuhan pucuk terhadap aplikasi LED, MeJA dan MeSA. Pengaruh MeJA dengan konsentrasi tinggi menghambat pertumbuhan dan pembungaan pada stroberi. Adapun penggunaan LED mampu memangkas masa juvenil stroberi dengan mempercepat fase pembungaan serta pemakaian asimilasi glukosa dan fruktosa yang lebih banyak dibandingkan kontrol. Secara umum, aplikasi LED dan hormon MeJA-MeSA tidak mempengaruhi kualitas kimia buah. Identifikasi *Full Length Transcripts* menghasilkan 10.248 *transcripts*. Hasil GC-MS dan LC-MS menunjukkan adanya senyawa spesifik yang diduga berperan dalam mekanisme pertahanan tanaman terhadap cekaman biotik dan abiotik.

Kata kunci: cahaya buatan, *full length transcripts*, *gas chromatography-mass spectrometry*, *light emitting diode*, stroberi



SUMMARY

M ADRIAN. Physiological and Multiomics Study of Strawberry Plant on Artificial Light and Jasmonate-Salicylate Differences. Supervised by DEDEN DERAJAT MATRA of 1st SUPERVISOR, ROEDHY POERWANTO of 2nd SUPERVISOR, and EIICHI INOUE of 3rd SUPERVISOR.

Strawberries as a fruit with high antioxidants have different physiology, transcripts and secondary metabolites depending on the cultivation technique. In tropical countries, especially Indonesia, strawberry production centers are in the highlands with an altitude of 1000 meters above sea level (masl). The occurrence of climate change and global warming has resulted in changes in the environmental conditions of highland plants, especially strawberries, so that there is concern that the strawberries will become extinct. Based on this, it is necessary to make simple modifications in the development of strawberry cultivation techniques in order to increase fruit production and quality.

One of the environmental modifications that can be made is the use of LEDs as artificial light and the application of the MeJA-MeSA hormone to increase fruit production and quality. The purpose of this study was to determine the mechanism and adaptation of strawberry plants in the lowlands to artificial light and MeJA-MeSA hormones. This study used a randomized block design (RBD) with two factors, namely the type of LED lamp and the MeJA-MeSA hormone.

The results showed that there were differences in shoot growth for LED, MeJA and MeSA applications. Effect of high concentrations of MeJA inhibiting growth and flowering on strawberries. The use of LEDs can reduce the juvenile period of strawberries by accelerating the flowering phase and using more glucose and fructose assimilation than the control. In general, the application of LED and MeJA-MeSA hormones did not affect the chemical quality of the fruit. Identification Full Length Transcripts yields 10,248 transcripts. GC-MS and LC-MS results indicate the presence of specific compounds that are thought to play a role in plant defense mechanisms against biotic and abiotic stresses.

Keywords: artificial light, full length transcripts, gas chromatography-mass spectrometry, light emitting diode, strawberry



© Hak Cipta milik IPB, tahun 2022¹
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.



@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.



KAJIAN FISILOGI DAN *MULTIOMICS* TANAMAN STROBERI PADA PERBEDAAN CAHAYA BUATAN DAN HORMON JASMONAT-SALISILAT

M ADRIAN

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

**PROGRAM STUDI AGRONOMI DAN HORTIKULTURA
FAKULTAS PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2022**



@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.

Penguji pada Ujian Tesis:

- 1. Dr. Ir. Krisantini, M.Sc. (Penguji Luar Komisi)**
- 2. Dr. Ir. Winarso Drajad Widodo, M.S. (Perwakilan Program Studi)**



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 Tesis : Kajian Fisiologi dan *Multiomics* Tanaman Stroberi pada Perbedaan Cahaya Buatan dan Hormon Jasmonat-Salisilat (*Physiological and Multiomics Studies of Strawberry Plant on Artificial Light and Jasmonate-Salicylate Differences*)

Nama : M Adrian
NIM : A2502211025

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Dr. Deden Derajat Matra, S.P., M.Agr.

Pembimbing 2:
Prof. Dr. Ir. Roedhy Poerwanto, M.Sc.

Pembimbing 3:
Prof. Eiichi Inoue, PhD.

Eiichi Inoue
2023.01.12
16:11:19 +09'00'

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Dr. Ani Kurniawati, S.P., M.Si.
NIP 196911131994032001
Plt. Dekan Fakultas Pertanian:
Prof. Dr. Ir. Suryo Wiyono, M.Sc.Agr.
NIP 196902121992031003

Tanggal Ujian:
30 Desember 2022

Tanggal Lulus: 16 JAN 2023



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 April 2022 sampai bulan Desember 2022 ini ialah Pra dan Pascapanen Stroberi, dengan judul “Kajian Fisiologi dan *Multiomics* Tanaman Stroberi pada Perbedaan Cahaya Buatan dan Hormon Jasmonat-Salisilat”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada para pembimbing, Dr. Deden Derajat Matra, S.P., M.Agr, Prof. Dr. Ir. Roedhy Poerwanto, M.Sc, dan Prof. EiicM. Agroue, PhD. yang telah membimbing dan banyak memberi saran. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada penguji luar komisi, Dr. Ir. Krisantini, M.Sc. Di samping itu, penghargaan penulis sampaikan kepada PDUPT Kemendikbudristek dan Toray Foundation (ITSF) yang telah mendanai penelitian ini. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada ayah, ibu dan seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan, doa, dan kasih sayangnya. Terima kasih pula disampaikan kepada Mega Andrean, Mukhlisin, Rusdan, Bunga, Yuliza, Bismo, Ibnu, Rachmadi, Wawan, teman-teman Senior Resident, Gloriosa 54, NWC Faperta, Pasca AGH 2021 dan rekan-rekan sepembimbingan S1-S3 yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan karya ilmiah ini.

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

Bogor, Desember 2022

M Adrian

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 | 2 |
| II TINJAUAN PUSTAKA | 3 |
| 2.1 Morfologi dan Syarat Tumbuh Stroberi | 3 |
| 2.2 Peran Cahaya, <i>Artificial Light</i> dan <i>Light Emitting Diode (LED)</i> dalam Proses Fotosintesis | 3 |
| 2.3 Metil Salisilat dan Metil Jasmonat dalam Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman | 4 |
| 2.4 Teknologi <i>Omics</i> dalam Adaptasi dan Pertumbuhan Tanaman | 4 |
| III METODE | 6 |
| 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian | 6 |
| 3.2 Alat dan Bahan | 6 |
| 3.3 Prosedur Kerja | 6 |
| 3.4 Pengamatan Percobaan | 7 |
| 3.5 Analisis data | 10 |
| IV HASIL DAN PEMBAHASAN | 11 |
| 4.1 Kondisi Umum | 11 |
| 4.2 Analisis Jaringan Daun | 12 |
| 4.3 Pertumbuhan Pucuk | 14 |
| 4.4 Pertumbuhan Stolon, Bunga dan Buah | 15 |
| 4.5 Analisis Kadar Klorofil | 16 |
| 4.6 Analisis Kadar Glukosa dan Fruktosa Daun | 17 |
| 4.7 PTT dan TAT Buah | 18 |
| 4.8 Analisis Kadar Gula dan Asam Organik Buah | 20 |
| 4.9 Identifikasi <i>Full Length Transcripts</i> | 21 |
| 4.10 Identifikasi Profil Metabolit Sekunder | 23 |
| V SIMPULAN DAN SARAN | 26 |
| 5.1 Simpulan | 26 |
| 5.2 Saran | 26 |
| DAFTAR PUSTAKA | 27 |
| LAMPIRAN | 33 |
| RIWAYAT HIDUP | 38 |



DAFTAR TABEL

| | | |
|---|---|----|
| 1 | Nilai PTT dan TAT pada buah yang diukur dengan <i>brix-acidity</i> | 19 |
| 2 | Kadar glukosa, fruktosa dan asam organik buah stroberi pada perlakuan LED + MeJA | 20 |
| 3 | Kadar glukosa, fruktosa dan asam organik buah stroberi pada perlakuan LED + MeSA | 20 |
| 4 | Ringkasan <i>raw reads</i> dan <i>clean reads</i> data dari empat perlakuan LED dengan MeJA dan MeSA | 21 |
| 5 | Ringkasan perakitan transkriptom secara <i>de novo</i> dan nilai <i>Open Reading Frames</i> (ORFs) sebagai prediksi karakteristik dari empat perlakuan LED dengan MeJA dan MeSA | 22 |
| 6 | Senyawa-senyawa hasil identifikasi menggunakan LC-MS pada daun stroberi | 24 |
| 7 | Peran dan fungsi senyawa-senyawa pada daun stroberi hasil identifikasi menggunakan LC-MS | 25 |

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|----|---|----|
| 1 | Kondisi penampakan stroberi perlakuan (a) RB 2:1, (b) RB 1:2, (c) RB 1:1 serta (d) penampakan stroberi yang ditanam dengan wadah baki | 7 |
| 2 | Grafik (a) kelembapan dan (b) suhu harian dalam <i>screenhouse</i> yang diukur dengan Elitech <i>data logger</i> | 11 |
| 3 | Grafik nilai intensitas cahaya LED yang diukur dengan Licor 1500 | 12 |
| 4 | Grafik perbandingan analisis jaringan hara dalam daun dengan unsur hara (a) Nitrogen, (b) Fosfor, (c) Kalium, (d) Kalsium, (e) Magnesium, (f) Natrium, (g) Besi, (h) Tembaga dan (i) Zink | 13 |
| 5 | Perubahan tinggi pucuk yang diamati 3 hari sekali pada perlakuan (a) LED + MeJA dan (b) LED + MeSA | 14 |
| 6 | Pembentukan organ vegetatif berupa (a) stolon dan organ generatif berupa (b) bunga dan (c-d) buah | 15 |
| 7 | Kadar klorofil a dalam daun pada perlakuan (a) LED + MeJA dan (b) LED + MeSA; serta kadar klorofil b dalam daun pada perlakuan (c) LED + MeJA dan (d) LED + MeSA | 16 |
| 8 | Kadar glukosa dalam daun pada perlakuan (a) LED + MeJA dan (b) LED + MeSA; serta kadar fruktosa dalam daun pada perlakuan (c) LED + MeJA dan (d) LED + MeSA | 18 |
| 9 | Analisis kluster terkait kelimpahan gen pada empat perlakuan utama menggunakan <i>Heatmaps</i> | 22 |
| 10 | (a) Analisis kluster dari kelimpahan metabolit sekunder hasil GC-MS menggunakan <i>heatmaps</i> ; (b) hasil klasifikasi fungsi terhadap beberapa senyawa yang diduga berperan dalam mekanisme pertahanan tanaman terhadap serangan cekaman biotik dan abiotik | 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.

DAFTAR LAMPIRAN

| | | |
|---|---|----|
| 1 | Penampakan tanaman pada perlakuan hormon dan tanpa hormon | 34 |
| 2 | Sertifikat hasil analisis jaringan daun terkait status hara | 35 |
| 3 | Kromatogram beberapa senyawa hasil GC-MS | 36 |
| 4 | Kromatogram beberapa senyawa hasil LC-MS | 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.



@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.