

**PERUBAHAN FISILOGI DAN BOKIMIA TANAMAN BISBUL
(*Diospyros discolor* Willd.) (EBENACEAE) AKIBAT *ARTIFICIAL
LIGHT AT NIGHT* (ALAN)**

**NURWANI RISMONA
G3503221007**



**PROGRAM STUDI BIOLOGI TUMBUHAN
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**

- 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 “Perubahan Fisiologi dan Biokimia Tanaman Bisbul (*Diospyros discolor* Willd.) (Ebenaceae) yang Terdampak *Artificial Light at Night* (ALAN)” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apapun 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, Agustus 2025

Nurwani Rismona
G3503221007



@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

NURWANI RISMONA. Perubahan Fisiologi dan Biokimia Tanaman Bisbul (*Diospyros discolor* Willd.) (Ebenaceae)) yang Terdampak *Artificial Light at Night* (ALAN). Dibimbing oleh TRIADIATI, HAMIM, dan KARTIKA NING TYAS.

Tumbuhan menggunakan cahaya sebagai sumber energi dan informasi untuk respon fisiologi tumbuhan terhadap cahaya, salah satu perubahan lingkungan alam yang paling cepat meningkat adalah lingkungan malam hari yang dihasilkan oleh cahaya buatan yang dikenal dengan istilah *Artificial Light at Night* (ALAN). Studi mengenai ALAN yang telah dilakukan di daerah subtropis, menunjukkan efek negatif pada laju fotosintesis, pertumbuhan, daun gugur dan metabolisme berbagai spesies tanaman. Namun, penelitian serupa di daerah tropis, khususnya di Kebun Raya Bogor (KRB), belum banyak dilakukan. Bisbul (*Diospyros discolor* Willd.) merupakan salah satu spesies yang tumbuh di KRB, dan memiliki nilai ekologis serta ekonomi tinggi, sehingga perlu mendapat perhatian agar bisa dimanfaatkan dengan baik. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh ALAN terhadap perubahan morfofisiologi hingga metabolit pada tanaman bisbul. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi dasar pertimbangan dalam penerapan ALAN di kawasan konservasi tumbuhan di daerah tropis, khususnya Kebun Raya Bogor.

Penelitian ALAN pada tanaman bisbul dilaksanakan dari bulan Januari 2023 hingga Januari 2024. Pemberian perlakuan dilakukan selama 12 bulan di Pembibitan 2 KRB BRIN. Preparasi dan analisis sampel tanaman dilakukan di Laboratorium KRB BRIN, Laboratorium Departemen Biologi IPB serta Laboratorium Riset Unggulan IPB. Rancangan penelitian menggunakan rancangan petak terbagi dalam rancangan acak kelompok faktorial. Perlakuan terdiri atas tiga faktor: warna cahaya sebagai petak utama, durasi penyinaran sebagai anak petak, dan intensitas cahaya sebagai anak-anak petak. Setiap faktor perlakuan memiliki beberapa taraf. Bahan utama yang digunakan adalah bibit tanaman bisbul yang berumur 1 tahun dengan kriteria tinggi dan jumlah daun yang relatif seragam. Parameter yang diamati terdiri atas pertumbuhan, anatomi, fisiologi, dan metabolit.

Data pertumbuhan yang diukur meliputi pertambahan tinggi tajuk, diameter batang, jumlah daun senesen, dan bobot kering tanaman bisbul. Pengamatan data anatomi meliputi ketebalan daun dan kerapatan stomata. Pengukuran fisiologi meliputi laju fotosintesis, konduktasi stomata dan laju transpirasi menggunakan instrumen LI-COR 6400, serta pengukuran kandungan klorofil, yang dilakukan menggunakan spektrofotometer. Profil metabolit bisbul dianalisis menggunakan LC-MS/MS. Data morfologi, anatomi, dan fisiologi dianalisis menggunakan ANOVA pada taraf kepercayaan 95% dan bila terdapat perbedaan yang nyata dilanjutkan dengan DMRT pada taraf $\alpha=5\%$. Data metabolomik dianalisis menggunakan program Mzmine dan MetaboAnalyst 6.0 untuk menghasilkan *heatmap*. Identifikasi kelompok metabolit menggunakan PubChem.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ALAN menyebabkan perubahan pada morfofisiologi bisbul. Perubahan ritme sirkadian akibat ALAN menyebabkan pertumbuhan tanaman bisbul yang terpapar ALAN lebih lambat dibandingkan tanaman kontrol. Gangguan ini memengaruhi ekspresi gen sirkadian, mengurangi efisiensi penangkapan dan pemanfaatan energi, serta menurunkan laju fotosintesis



dan pertumbuhan tanaman. Paparan ALAN juga memengaruhi diameter batang, menyebabkan daun gugur berjumlah besar terutama durasi yang panjang 6(7) dan 12(7) malam. Fenomena ini terjadi karena alokasi karbon lebih banyak diarahkan untuk mekanisme pertahanan dibandingkan untuk pertumbuhan.

ALAN juga menyebabkan laju transpirasi menurun dalam kondisi pencahayaan yang berlebihan, menunjukkan adanya stres fisiologis akibat gangguan siklus alami tanaman. Kerapatan stomata dan ketebalan daun juga berubah sebagai respons terhadap pencahayaan. Penyinaran ALAN dengan berbagai warna cahaya, intensitas tinggi dan durasi penyinaran 6(7) dan 12(7) malam menyebabkan penurunan konsentrasi metabolit seperti asam kafeik dan katekin sedangkan yang mengalami peningkatan konsentrasi niasinamida dan L-prolin.

Kata kunci: asam kafeik, kandungan klorofil, katekin, niasinamida, senesens

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.

SUMMARY

NURWANI RISMONA. Physiological and Biochemical Changes in the Bisbul Plant (*Diospyros discolor* Willd.) (Ebenaceae) Affected by *Artificial Light at Night* (ALAN). Supervised by TRIADIATI, HAMIM, and KARTIKA NING TYAS

Plants utilize light not only as a source of energy but also as an environmental signal that regulates various physiological processes. One of the most rapidly increasing environmental changes in recent years is nighttime light exposure, commonly known as Artificial Light at Night (ALAN). Studies on ALAN have been extensively conducted in subtropical regions, demonstrating its negative effects on photosynthesis rates, growth, leaf senescence, and metabolism across various plant species. However, similar studies in tropical areas, including Indonesia particularly in plant conservation area such as Bogor Botanical Gardens (Kebun Raya Bogor, KRB), are still limited. Bisbul (*Diospyros discolor* Willd.), a species planted in KRB, has significant ecological and economic value, highlighting the need for proper management and optimal utilization. Therefore, this study aimed to analyze the effects of ALAN on physiological and biochemical changes in bisbul plant. The results are expected to serve as a basis for considering ALAN regulation and implementation in plant conservation areas in tropical regions, especially at the Bogor Botanical Gardens.

Research was conducted from January 2023 to January 2024 in the Bogor Botanical Gardens, Bogor, Indonesia. Treatments were administered for 12 months at Nursery 2 of the National Research and Innovation Agency (BRIN) at KRB, Bogor. Sample preparation and analysis were carried out at the KRB BRIN Laboratory, Department of Biology Laboratory and the Advanced Research Laboratory at IPB University. The study employed a split-plot design within a factorial randomized block design. The treatments consisted of three factors: light color as the main plot, radiation duration as the subplot, and light intensity as the sub-subplot. Each factor included multiple treatment levels. The plant material used consisted of one-year-old bisbul (*D. discolor*) seedlings with relatively uniform height and leaf number. Observed parameters included aspects of plant growth, anatomical characteristics, physiological responses, and metabolite profiles.

Plant growth was represented by crown height increase, stem diameter, number of senescent leaves, and dry weight of bisbul plants. Anatomical observations encompassed leaf thickness and stomatal density. Gas exchange was analyzed to photosynthetic rate, stomatal conductance, and transpiration rate, using LI-COR 6400 photosynthetic analyzer instrument. Chlorophyll content was measured using a spectrophotometer. To understand metabolomic analysis were also carried out using LC-MS/MS. Anatomical, and physiological were statistically analyzed using Analysis of Variance (ANOVA) at a 95% confidence level, followed by Duncan's Multiple Range Test (DMRT) at the 5% significance level when significant differences were observed. Metabolomic data were processed using MZmine and MetaboAnalyst 6.0 to generate heatmaps, and metabolite groups were identified using the PubChem database.

The research results show that *Artificial Light at Night* (ALAN) induced changes in the physiology of bisbul plants. Disruptions in the circadian rhythm due to ALAN exposure slowed down the growth of bisbul plants compared to control



plants. This disruption affected the expression of circadian genes, reduced the efficiency of energy capture and utilization, and decreased photosynthesis rates and overall plant growth. ALAN exposure also affected stem diameter and resulted in a greater number of senescent leaves, particularly under long-duration treatments of 6(7) and 12(7) nights. This phenomenon likely occurs because carbon allocation shifted more toward defense mechanisms rather than growth processes.

ALAN further lead to a decrease in transpiration rates under excessive lighting conditions, indicating physiological stress due to disrupted circadian cycles. Changes in stomatal density and leaf thickness were also observed in response to illumination. Exposure to various light colors at high intensity for extended durations 6(7) and 12(7) consecutive nights resulted in reduced concentrations of several metabolites, including caffeic acid and catechin. However, increases were observed in the concentrations of nicotinamide (niacinamide) and L-proline.

Keywords: caffeic acid, catechin, chlorophyll content, niacinamide, senescence

- 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 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 2025
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

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.

FISIOLOGI DAN BOKIMIA TANAMAN BISBUL (*Diospyros discolor* Willd.) (EBENACEAE) YANG TERDAMPAK *ARTIFICIAL LIGHT AT NIGHT* (ALAN)

NURWANI RISMONA

Tesis

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister pada
Program Studi Biologi Tumbuhan

**PROGRAM STUDI BIOLOGI TUMBUHAN
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
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.

Penguji Luar Komisi Pembimbing pada Ujian Tesis: Dr. Ir. Sulistijorini, M.Si

Judul Tesis : Perubahan Fisiologi dan Biokimia Tanaman Bisbul (*Diospyros discolor* Willd.) (Ebenaceae) yang Terdampak *Artificial Light at Night* (ALAN)
Nama : Nurwani Rismona
NIM : G3503221007

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Prof. Dr. Dra. Triadiati, M.Si



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



Pembimbing 3:
Dr. Ir. Kartika Ning Tyas, M.Si



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Dr. Ir. Aris Tjahjoleksono D.E.A
NIP 196111201987031005



Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam:
Dr. Berry Juliandi, S.Si., M.Si
NIP 197807232007011001



Tanggal Ujian: 14 Agustus 2025

Tanggal Lulus:



@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.

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhanaahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga penyusunan tesis ini berhasil diselesaikan. Judul yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Januari 2023 sampai Januari 2024 ini adalah “Fisiologi dan Biokimia Tanaman Bisbul (*Diospyros discolor* Willd.) yang Terdampak *Artificial Light at Night* (ALAN)”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada Prof. Dr. Dra. Triadiati, M.Si., Prof. Dr. Ir. Hamim, M.Si., dan Dr. Ir. Kartika Ning Tyas, M.Si., selaku pembimbing, atas ilmu, arahan, masukan, dan bimbingannya selama proses penelitian dan penulisan tesis ini. Ungkapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada seluruh Dosen dan tenaga kependidikan dan tenaga administrasi Program Studi Biologi Tumbuhan atas ilmu, bimbingan, bantuan, dan kemudahan administrasi selama penulis menempuh perkuliahan. Terima kasih dan penghargaan penulis sampaikan kepada IPB yang telah mendanai penelitian ini melalui skema Penelitian Aksi tahun 2023, kepada Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) melalui keputusan Kepala BRIN No 10/III.5/HK/2023, serta Deputy Infrastruktur Riset dan Inovasi BRIN atas izin yang diberikan kepada kami untuk memanfaatkan persemaian Kebun Raya Bogor dalam penelitian ini.

Terimakasih penulis sampaikan kepada Frisca Damayanti, M.Sc., dan Dr. Mutiara Kusumaningtyas Pitaloka, M.Si., selaku peneliti BRIN pada kegiatan penelitian ALAN, yang telah banyak memberikan ilmu dan arahan selama penulis menjalankan penelitian di Kebun Raya Bogor, serta Azkia Putri Maulida, S.Pd., selaku rekan mahasiswa penelitian ALAN. Ucapan terima kasih pula kepada seluruh staf kebun pembibitan Kebun Raya Bogor dan staf laboratorium BRIN KRB atas bantuan dan kebersamaannya selama proses penelitian berlangsung. Serta kepada Bapak M. Ali Yanwar beserta tim dari Unit Layanan Umum KKB Bogor-Kusnoto, serta Biro KPUK BRIN atas bantuan dan kerja samanya dalam pemeliharaan lampu-lampu ALAN selama penelitian ini.

Terima kasih yang sangat besar juga penulis sampaikan kepada orang tua tercinta, Bapak Senang Miko AMK., Almh. Ibu Suraini, S.Pd., dan Ibu Husniah, SE., kepada kakak tersayang, Rudhiko Aziz, Ayu Wahyuni, AMD., dan Yeni Bayak Miko, S.Ars., serta keluarga besar penulis, yang senantiasa memberikan doa, dukungan, dan motivasi untuk penulis selama studi magister.

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada seluruh teman-teman Biologi Tumbuhan terutama angkatan 2022, teman-teman di Laboratorium Fisiologi dan Genetika Tumbuhan IPB, Setiadi M Noor, Demo Buana Putra, Fajar Al-Fitra, Muhammad Khadafi, dan sahabat-sahabat penulis atas segala doa, dukungan, dan bantuan yang telah diberikan kepada penulis selama menjalani perkuliahan dan penelitian.

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

Bogor, Agustus 2025

Nurwani Rismona



@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.



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	xviii
DAFTAR GAMBAR	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
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 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Tanaman Bisbul (<i>Diospyros discolor</i> Willd.)	4
2.2 <i>Artificial Light at Night</i> (ALAN)	5
2.3 Dampak ALAN Terhadap Fisiologi Tumbuhan	6
2.4 Dampak ALAN terhadap Komposisi Biokimia	9
2.5 Studi Terkait dan Temuan Sebelumnya	11
III METODE	14
3.1 Waktu dan Tempat	14
3.2 Alat dan Bahan	14
3.3 Rancangan Penelitian	14
3.4 Prosedur Kerja	15
3.5 Analisis Data	17
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	18
4.1 Hasil	18
4.2 Pembahasan	27
V SIMPULAN DAN SARAN	33
5.1 Simpulan	33
5.2 Saran	33
DAFTAR PUSTAKA	38
LAMPIRAN	52
RIWAYAT HIDUP	57



DAFTAR TABEL

1	Taraf dan kode perlakuan ALAN dalam penelitian fisiologi dan biokimia tanaman bisbul (<i>Diospyros discolor</i> Willd.)	15
2	Laju fotosintesis tanaman bisbul (<i>Diospyros discolor</i> Willd.) setelah 12 bulan terpapar ALAN dengan warna cahaya, durasi penyinaran dan intensitas penyinaran berbeda	18
3	Laju transpirasi dan konduktasi stomata tanaman bisbul (<i>Diospyros discolor</i> Willd.) setelah 12 bulan terpapar ALAN dengan warna cahaya dan durasi penyinaran berbeda	19
4	Kandungan klorofil total tanaman bisbul (<i>Diospyros discolor</i> Willd.) setelah 12 bulan terpapar ALAN dengan warna cahaya dan intensitas penyinaran berbeda	19
5	Ketebalan daun dan kerapatan stomata tanaman bisbul (<i>Diospyros discolor</i> Willd.) setelah 12 bulan terpapar ALAN dengan warna cahaya dan durasi penyinaran berbeda	20
6	Jumlah daun senesen pada tanaman bisbul (<i>Diospyros discolor</i> Willd.) setelah 12 bulan perlakuan ALAN dengan warna cahaya, durasi penyinaran dan intensitas cahaya berbeda	22
7	Bobot kering tajuk tanaman bisbul (<i>Diospyros discolor</i> Willd.) setelah 12 bulan terpapar ALAN dengan warna cahaya dan intensitas penyinaran berbeda	22
8	Pertambahan diameter batang tanaman bisbul (<i>Diospyros discolor</i> Willd.) setelah 12 bulan terpapar ALAN dengan warna cahaya dan durasi penyinaran berbeda	23
9	Pertambahan cabang tanaman bisbul (<i>Diospyros discolor</i> Willd.) yang terpapar ALAN dengan intensitas penyinaran berbeda setelah 12 bulan perlakuan	23
10	Pertambahan tinggi tanaman bisbul (<i>Diospyros discolor</i> Willd.) setelah 12 bulan terpapar ALAN dengan warna cahaya dan intensitas penyinaran berbeda	24

DAFTAR GAMBAR

1	Penampang melintang daun bisbul (<i>Diospyros discolor</i> Willd.) setelah 12 bulan perlakuan ALAN pada daun (A) Kontrol, (B) Perlakuan B-12(7), dan (C) Perlakuan M-12(7). ea: epidermis atas, eb: epidermis bawah, p: palisade, m: mesofil. Pembesaran 40x.	20
2	Stomata pada permukaan abaksial daun bisbul (<i>Diospyros discolor</i> Willd.) setelah 12 bulan perlakuan ALAN (A) Kontrol, (B) H-6(2), dan (C) M-1(7). Garis kotak hitam dalam gambar menunjukkan keberadaan jumlah stomata dalam satu bidang pandang. Pembesaran 10x.	21
3	Perbedaan pertumbuhan tanaman bisbul (<i>Diospyros discolor</i> Willd.) antara Kontrol (A), dengan perlakuan MR-12(7) (B), HR-12(7) (C), dan BR-12(7) (D). Skala = 30 cm.	24
	Nilai Variable Importance in Projection (VIP) metabolit pada bisbul (<i>Diospyros discolor</i> Willd.) setelah 12 bulan perlakuan ALAN. T: intensitas tinggi, R: intensitas rendah. Arti kode angka: Angka di luar	

- tanda kurung menunjukkan durasi penyinaran, jumlah jam per malam. Angka di dalam kurung menunjukkan jumlah malam per pekan. 25
- 5 Heatmap profil metabolit sekunder tanaman bisbul (*Diospyros discolor* Willd.) setelah 12 bulan perlakuan ALAN. T: intensitas tinggi, R: intensitas rendah. Arti kode angka: Angka di luar tanda kurung menunjukkan durasi penyinaran, jumlah jam per malam. Angka di dalam kurung menunjukkan jumlah malam per pekan. 26

DAFTAR LAMPIRAN

- 1 Nilai p-value hasil uji ANOVA two-way 52
- 2 Pertambahan diameter batang tanaman bisbul (*Diospyros discolor* Willd.) per bulan pada perlakuan warna dan durasi penyinaran ALAN yang berbeda 53
- 3 Pertambahan cabang tanaman bisbul (*Diospyros discolor* Willd.) per bulan pada perlakuan intensitas cahaya ALAN yang berbeda 53
- 4 Tinggi tanaman bisbul (*Diospyros discolor* Willd.) per bulan pada perlakuan warna dan intensitas cahaya ALAN yang berbeda 54
- 5 Identitas putative metabolit tanaman bisbul (*Diospyros discolor* Willd.) yang terdampak ALAN pada 12 bulan setelah perlakuan 55