

INDUKSI MUTAN PUTATIF PADA TANAMAN PAKAN INDIGOFERA (*Indigofera zollingeriana* Miq.) TOLERAN NAUNGAN DENGAN IRADIASI SINAR GAMMA

JUWARTINA IDA ROYANI



**PROGRAM STUDI PEMULIAAN DAN BIOTEKNOLOGI TANAMAN
FAKULTAS PERTANIAN
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.

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 DISERTASI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa disertasi dengan judul “**Induksi Mutan Putatif pada Tanaman Pakan Indigofera (*Indigofera zollingeriana* Miq.) Toleran Naungan dengan Iradiasi Sinar Gamma**” 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 disertasi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Agustus 2024

Juwartina Ida Royani
A263180041

@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.

RINGKASAN

JUWARTINA IDA ROYANI. Induksi Mutan Putatif pada Tanaman Pakan Indigofera (*Indigofera zollingeriana* Miq.) Toleran Naungan dengan Iradiasi Sinar Gamma. Dibimbing oleh SUDARSONO, LUKI ABDULLAH dan SYARIFAH HIS AISYAH.

Indigofera zollingeriana Miq, merupakan salah satu hijauan pakan ternak yang saat ini sedang intensif dikembangkan di Indonesia. Hijauan ini mengandung sumber protein dan mineral yang tinggi, struktur serat yang baik dan nilai pencernaan yang tinggi. Kandungan nutrisi *I. zollingeriana* adalah protein kasar mencapai 31%, pencernaan bahan kering sebesar 76%, dan pencernaan bahan organik sebesar 83%. Produksi pertumbuhan Indigofera sangat cepat, adaptif terhadap tingkat kesuburan rendah, mudah dan murah pemeliharaannya. Tanaman ini dapat memproduksi hijauan yang cukup tinggi yaitu 31-51 ton BK/ha/tahun dengan produksi daun sebesar 4,096 kg BK/ha/panen pada pemangkasan 68 hari. Permintaan akan hijauan pakan ternak meningkat dari tahun ke tahun, termasuk *I. zollingeriana* tetapi pengembangan produksi terkendala oleh lahan yang diperuntukkan bagi tanaman pangan. Untuk itu pengembangan teknologi hijauan pakan ternak, khususnya *I. zollingeriana* harus diarahkan agar dapat berintegrasi dengan berbagai sistem usaha tani yang sudah ada. Introduksi tanaman *I. zollingeriana* pada program silvopastura atau agropastura sangat menjanjikan untuk memenuhi kebutuhan produksi hijauan pakan ternak secara nasional. Permasalahannya, belum ada kultivar tanaman *I. zollingeriana* toleran naungan yang sudah diaplikasikan di lahan silvopastura atau agropastura. Perakitan tanaman *I. zollingeriana* toleran naungan dengan iradiasi sinar gamma menjadi alternatif untuk menghasilkan varietas unggul baru *I. zollingeriana* yang dapat dimanfaatkan pada program silvopastura atau agropastura dan menjadi alternatif usaha peningkatan produksi hijauan pakan ternak di Indonesia.

Penelitian pertama bertujuan untuk mengetahui radiosensitivitas, dosis optimal, dan pertumbuhan generasi M1 dari setiap bahan *I. zollingeriana* yang diiradiasi dengan sinar gamma. Ada 4 sumber bahan tanaman yang digunakan yaitu benih, plantlet, kalus dan daun *in vitro*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat kepekaan setiap dosis berbeda untuk setiap sumber bahan tanaman. Material benih memiliki radiosensitivitas terhadap sinar gamma pada dosis 183.988 Gy, plantlet pada dosis 253.677 Gy, kalus tidak dapat dihitung dan material daun *in vitro* pada dosis 242.241 Gy.

Penelitian kedua bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh sinar gamma terhadap pertumbuhan vegetatif dan generatif mutan putatif *I. zollingeriana* generasi M1 dan produksi benih generasi M2. Benih hasil iradiasi dilakukan germinasi sampai bibit siap tanam pada umur 9 MST selanjutnya ditanam di lahan. Hasil analisis deskriptif mengungkapkan bahwa mutan putatif menunjukkan variasi pada pertumbuhan vegetatif dan generatif: terjadi penurunan tinggi tanaman dan jumlah buku, diameter batang tidak ada perubahan tetapi terjadi peningkatan pada parameter jumlah daun, cabang, bunga, dan polong. Produksi polong mengalami peningkatan pada beberapa mutan putatif *I. zollingeriana*, tetapi produksi benih menurun pada sebagian besar mutan putatif *I. zollingeriana* jika dibandingkan dengan tanaman kontrol.

Penelitian ketiga bertujuan untuk melakukan seleksi 14 primer *Simple Sequence Repeat* (SSR) dari *I. pseudotinctoria* pada 12 DNA genom mutan putatif *I. zollingeriana* Miq dan analisis variasi genetik pada 5 tetua dan 25 mutan putatif *I. zollingeriana* generasi M1. Hasil seleksi dari 14 primer SSR dari *I. pseudotinctoria*, 10 primer dapat dilanjutkan untuk profiling mutan putatif *I. zollingeriana*. Hasil profiling dengan 10 primer SSR terseleksi menunjukkan bahwa 4 primer polimorfik (J7, J8, J11, J13) dan dapat digunakan untuk analisis variasi genetik. Analisis parameter genetik menghasilkan informasi tentang data ukuran alel pada masing-masing genotipe, nilai frekuensi alel utama, jumlah alel per lokus, nilai H_e , nilai H_o , dan nilai PIC. Primer J11 digolongkan sebagai primer yang informatif berdasarkan nilai PIC. Analisis kluster pada 5 tetua dan 25 mutan putatif *I. zollingeriana* generasi M1 terbagi menjadi 3 kluster dengan variasi jarak genetik tanaman tetua dengan mutan putatif berada pada kisaran 0.000-0,918.

Penelitian keempat bertujuan untuk mengetahui pengaruh tingkat naungan dan dosis iradiasi sinar gamma pada pertumbuhan tanaman dan produksi biomasa mutan putatif *I. zollingeriana* generasi M2. Benih M2 hasil produksi benih pada penanaman generasi M1 digunakan untuk penelitian keempat ini. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa perlakuan naungan secara signifikan ($P < 0.05$) berpengaruh pada pertumbuhan mutan putatif *I. zollingeriana* generasi M2, tinggi tanaman, kandungan klorofil dan lebar daun meningkat sedangkan jumlah daun, jumlah ruas, diameter batang, jumlah cabang, dan panjang menurun. Perlakuan tingkat dosis berpengaruh pada parameter jumlah daun, jumlah ruas, diameter batang, jumlah cabang dan sedangkan tinggi tanaman, kandungan klorofil, dan panjang daun tidak berbeda. Hasil produksi biomasa dipengaruhi oleh tingkat naungan pada semua parameter yang diamati, sedangkan untuk pengaruh tingkat dosis, hanya pada bobot kering bagian daun yang tidak berbeda nyata ($P < 0.05$), sedangkan parameter yang lain dipengaruhi oleh dosis yang diberikan. Mutan putatif D4 (300 Gy) menunjukkan pertumbuhan dan produksi biomassa yang tinggi baik dalam kondisi ternaungi maupun tanpa naungan.

Penelitian kelima bertujuan untuk mengevaluasi kandungan nutrisi, dan pencernaan *in vitro* dari mutan putatif *I. zollingeriana* generasi M2 yang ditanam di bawah naungan. Produksi biomasa hasil penelitian keempat digunakan sebagai material untuk analisis. Analisis dilakukan pada 28 genotipe mutan putatif *I. zollingeriana* generasi M2 terpilih dengan menggunakan bahan kering dari biomassa daun. Kandungan nutrisi yang dianalisis meliputi: kadar bahan kering (BK), bahan organik (BO), kadar abu, protein kasar (PK), serat kasar (SK), lemak kasar (LK), *Total Digestible Nutrien* (TDN) dan nilai pencernaan NDF dan IVDT. Hasil menunjukkan bahwa secara signifikan ($P < 0.05$) naungan mempengaruhi kandungan nutrisi dari mutan putatif *I. zollingeriana* generasi M2. Naungan menurunkan bahan kering, kandungan abu, TDN, produksi bahan kering dan protein, tetapi meningkatkan kandungan air, bahan organik, protein kasar, lemak kasar, dan serat kasar. Hasil analisis pencernaan *in vitro* berdasarkan nilai dNDF dan IVTD terbaik, genotipe R6.2.2 (0%) potensial dikembangkan di lahan tanpa naungan sedangkan genotipe R5.10.3 (55%) dan R3.1.2 (75%) potensial dikembangkan di bawah naungan.

Kata kunci: Analisis nutrisi, hijauan pakan ternak, pencernaan *in vitro*, mutan putatif, naungan, produksi biomassa, variasi genetik



SUMMARY

JUWARTINA IDA ROYANI. Induction of Putative Shade-Tolerant Mutants in Forage Plant *Indigofera* (*Indigofera zollingeriana* Miq.) Using Gamma Rays. Supervised by SUDARSONO, LUKI ABDULLAH and SYARIFAH IIS AISYAH.

Indigofera zollingeriana Miq is currently a focus of intensive development in Indonesia as a forage. This plant boasts a high protein and mineral content, a robust fiber structure, and excellent digestibility. Its nutritional profile includes a crude protein content of 31%, dry matter digestibility of 76%, and organic matter digestibility of 83%. *I. zollingeriana* exhibits rapid growth production, adapts well to low soil levels, and is cost-effective to maintain. It can yield substantial green biomass, ranging from 31 to 51 tons of dry matter per hectare per year, with a leaf production of 4,096 kg of dry matter per hectare per harvest at 68 days of pruning. However, the production of *I. zollingeriana* faces challenge constraints due to land designated for food crops. To address this, forage technology development, especially for *I. zollingeriana*, should be integrated into various agricultural business systems. The introduction of *I. zollingeriana* into silvopasture or agropasture programs holds great promise to the national forage production needs for livestock. One notable challenge is the absence of shade-tolerant cultivars of *I. zollingeriana* applied to silvopasture or agropasture land. Cultivating shade-tolerant varieties of *I. zollingeriana* emerges as a viable alternative to produce new superior varieties suitable for silvopasture or agropasture programs.

The first study aimed to determine the radio-sensitivity, optimal dose, and growth characteristics of the M1 generation of each material of *I. zollingeriana* irradiated with gamma rays. The findings revealed varying sensitivity levels to gamma rays for each source of plant material. Specifically, seed material exhibited radio-sensitivity at a dose of 183,988 Gy, plantlets at 253,677 Gy, while callus could not be quantified, and *in vitro* leaf material at a dose of 242,241 Gy. Notably, morphological differences were observed in the leaves of the irradiated material.

The second study aimed to evaluate the impact of gamma radiation on the vegetative and generative growth of putative mutants of *I. zollingeriana* in the M1 generation and seed production in the M2 generation. Descriptive analysis revealed variations in vegetative and generative growth among putative mutants: while plant height and node count decreased, stem diameter remained unaffected. However, there was an increase in leaf, branch, flower, and pod numbers. Pod production increased in some putative mutants, but seed production decreased in most putative mutants compared to the control plants.

The third study aimed to conduct selection on 14 Simple Sequence Repeat (SSR) primers from *I. pseudotinctoria* on 12 genomics DNA of putative mutants of *I. zollingeriana* Miq and analyze genetic variations among 5 control plants and 25 putative mutants of *I. zollingeriana* in the M1 generation. Among the 14 SSR primers from *I. pseudotinctoria*, 10 primers were suitable for profiling putative mutants of *I. zollingeriana*. Results revealed 4 polymorphic primers (J7, J8, J11, J13) suitable for genetic analysis. Genetic parameter analysis provided information on allele size for each genotype, major allele frequency, number of

alleles per locus, H_e , H_o , and PIC values. Primer J11 was categorized as an informative primer. Cluster analysis categorized the 5 control plants and 25 putative mutants into 3 clusters, with genetic distance varying between control plants and mutants from 0.000 to 0.918.

The fourth study aimed to investigate the effects of shading levels and gamma radiation dosage on the growth and biomass production of putative mutant *I. zollingeriana* in the M2 generation. Seeds from the M2 generation were used for this study. The results indicated that shading treatment significantly ($P < 0.05$) affected the growth of the putative mutants of *I. zollingeriana* in the M2 generation. Shading improved plant height, chlorophyll content, and leaf width, while it reduced the number of leaves, number of inter-nodes, stem diameter, number of branches, and leaf length. The level of dosage influenced the number of leaves, number of inter-nodes, stem diameter, and number of branches, but did not affect plant height, chlorophyll content, or leaf length. Biomass production was affected by shading across all observed parameters. For dosage effects, only the dry weight of the leaf was not significantly different ($P < 0.05$), while other parameters were influenced by the given dose. The putative mutant D4 (300 Gy) exhibited high growth and biomass production under both shaded and unshaded conditions.

The fifth study aimed to evaluate the nutrient content and *in vitro* digestibility of the putative mutants of *I. zollingeriana* in the M2 generation grown under shading. Biomass produced from the putative mutants of *I. zollingeriana* in the M2 generation were used as material for this analysis. The analysis was conducted on 28 selected genotypes of putative mutants of *I. zollingeriana* in the M2 generation using dry biomass from the leaves. The nutrients analyzed included: dry matter (DM), organic matter (OM), ash content, crude protein (CP), crude fiber (CF), crude fat (EE), total digestible nutrients (TDN), and the digestibility values of NDF and IVTD. The results showed that shading significantly ($P < 0.05$) affected the nutrient content of the putative mutants of *I. zollingeriana* in the M2 generation. Shading reduced dry matter, ash content, TDN, as well as the production of dry matter and protein, but increased water content, organic matter, crude protein, crude fat, and crude fiber. Based on *in vitro* digestibility, genotype R6.2.2 (0% shading) as potential candidate for development without shading and genotype R5.10.3 (55% shading) and R3.1.2 (75% shading) showed potential for development under shaded conditions.

Keywords: analysis of nutrition, forage, genetic variation, *in vitro* digestible, production of biomass, putative mutants, shade



- 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.



@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.

INDUKSI MUTAN PUTATIF PADA TANAMAN PAKAN INDIGOFERA (*Indigofera zollingeriana* Miq.) TOLERAN NAUNGAN DENGAN IRADIASI SINAR GAMMA

JUWARTINA IDA ROYANI

Disertasi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Doktor pada
Program Studi Pemuliaan dan Bioteknologi Tanaman

**PROGRAM STUDI PEMULIAAN DAN BIOTEKNOLOGI TANAMAN
FAKULTAS PERTANIAN
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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Penguji Luar Komisi Pembimbing pada Ujian Tertutup Disertasi :

- 1 Dr. Ir. Megayani Sri Rahayu, M.S
- 2 Dr. Arya Widura Ritonga, S.P., M.Si

Promotor Luar Komisi Pembimbing pada Sidang Promosi Terbuka Disertasi:

- 1 Puji Lestari, S.P., M.Si, Ph.D.
- 2 Dr. Ir. Megayani Sri Rahayu, M.S.



Judul Disertasi : Induksi Mutan Putatif pada Tanaman Pakan Indigofera (*Indigofera zollingeriana* Miq.) Tolcran Naungan dengan Iradiasi Sinar Gamma.
Nama : Juwartina Ida Royani
NIM : A263180041

@Hak cipta milik IPB University

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Prof. Dr. Ir. Sudarsono, M.Sc.



Pembimbing 2:
Prof. Dr. Ir. Luki Abdullah, M.Sc.Agr.



Pembimbing 3:
Dr. Ir. Syarifah Iis Aisyah, M.Sc. Agr.



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Dr. Ir. Yudiwanti Wahyu E.K., M.S.
NIP 196311071988112001

Dekan Fakultas Pertanian:
Prof. Dr. Ir. Suryo Wiyono, M.Sc.Agr.
NIP. 196902121992031003



Tanggal Ujian: 22 Juli 2024

Tanggal Lulus: 13 AUG 2024

PRAKATA

Sesudah kesulitan akan ada kemudahan, janji Allah SWT pada Surat Al-Insyirah ayat 5-6 itu pasti. Tiada daya dan kekuatan kecuali atas pertolongan Allah SWT. Alhamdulillah, atas kebesaran, keberkahan, kemudahan dan ridho Allah SWT, mengantarkan penulis untuk dapat menyelesaikan dengan baik disertasi dengan judul Induksi Mutan Putatif pada Tanaman Pakan Indigofera (*Indigofera zollingeriana* Miq.) Toleran Naungan dengan Iradiasi Sinar Gamma.

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Prof. Dr. Ir. Sudarsono, M.Sc., Prof. Dr. Ir. Luki Abdullah, M.Sc.Agr. dan Dr. Ir. Syarifah Iis Aisyah, M.Sc.Agr. yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan dukungan selama masa studi, penelitian dan penyusunan disertasi ini. Terima kasih tak terhingga juga penulis ucapkan kepada Dr. Ir. Yudiwanti Wahyu E.K., M.S. selaku Kepala Prodi Pemuliaan dan Bioteknologi Tanaman yang telah sangat memotivasi, membantu dan mendukung studi penulis dari mulai awal sampai studi ini terselesaikan dan kepada tim sekretariat Prodi Pemuliaan dan Bioteknologi Tanaman dan Pascasarjana Fakultas Pertanian yang telah melancarkan dan membantu semua proses administrasi penulis selama studi.

Terima kasih juga penulis sampaikan kepada suamiku tercinta Dr. Apt. Dudi Hardianto, S.Si., M.Si dan anak-anak tersayangku Rakha Aiman Mumtaz dan Razan Ahmad Yazid Ilmany, atas semua dukungannya dan yang telah sabar waktunya dibagi, kepada Yth Pimpinan di kantor, baik di ex BPPT maupun di BRIN, yang telah memberi ijin, dukungan penuh dan memfasilitasi studi dari awal sampai akhir, saudara-saudaraku terkasih dari Keluarga Besar alm Bapak H. Lettu POM Much Djamil-almh Ibu Hj. Siti Dawamah dan alm Bapak H. Suparman-Ibu Hj. Atikah, kepada teman-teman seperjuangan program doktor Pascasarjana PBT angkatan 2018, teman-teman di ex PTPP-BPPT dan keluarga besar LAPTIB-BPPT, Kelompok Riset Tanaman Industri dan Penyegar, Pusat Riset Tanaman Perkebunan BRIN, Organisasi Riset Pertanian dan Pangan BRIN, Rumah Program Organisasi Riset Teknologi Nuklir BRIN, Tim Penilai Varietas Tanaman Pakan Ternak Kementan, Tim Corporate Sosial Responsibility PT Biofarma Persero, dan semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu, yang telah banyak memberikan dukungan dan doa. Semoga seluruh kebaikan dilipatgandakan pahalanya oleh Allah SWT dan menjadi bekal kelak di akhirat nanti. Aamiin

Kesempurnaan hanyalah milik Allah SWT, penulisan disertasi ini masih sangat jauh dari sempurna, untuk itu segala masukan, saran, kritik dan perbaikan kearah yang lebih baik akan sangat penulis harapkan. Semoga disertasi ini dapat bermanfaat dan menjadi salah satu acuan bagi perkembangan ilmu pengetahuan, terutama perkembangan pemuliaan hijauan pakan ternak di Indonesia. *For Allah has perfect knowledge of all things* (Surah An nur verse: 35)

Bogor, Agustus 2024

Juwartina Ida Royani



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	4
1.4 Manfaat	4
1.5 Ruang Lingkup	4
1.6 Kebaruan (<i>Novelty</i>)	6
TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Hijauan Pakan Ternak	7
2.2 Taksonomi dan Botani Tanaman <i>Indigofera zollingeriana</i>	8
2.3 Pemuliaan Hijauan Pakan Ternak	11
2.4 Pemuliaan Mutasi Pada Hijauan Pakan Ternak	12
2.5 Induksi Hijauan Pakan Ternak Toleran Naungan	14
III PENGARUH IRADIASI SINAR GAMMA PADA RADIOSENSITIVITAS DARI MATERIAL BENIH, PLANTLET, KALUS DAN DAUN <i>IN VITRO</i> TANAMAN <i>Indigofera zollingeriana</i> Miq	17
3.1 Abstrak	17
3.2 Pendahuluan	18
3.3 Bahan dan Metode	19
3.4 Hasil dan Pembahasan	20
3.5 Simpulan	26
IV EVALUASI PERTUMBUHAN VEGETATIF DAN GENERATIF DARI MUTAN PUTATIF <i>Indigofera zollingeriana</i> Miq GENERASI M1 DAN PRODUKSI BENIH GENERASI M2	27
4.1 Abstrak	28
4.2 Pendahuluan	28
4.3 Bahan dan Metode	28
4.4 Hasil dan Pembahasan	31
4.5 Simpulan	42
V SELEKSI PRIMER SIMPLE SEQUENCE REPEATS (SSR) DAN DETEKSI VARIASI GENETIK PADA MUTAN PUTATIF <i>Indigofera zollingeriana</i> Miq GENERASI M1	43
5.1 Abstrak	43
5.2 Pendahuluan	44
5.3 Bahan dan Metode	46
5.4 Hasil dan Pembahasan	49
5.5 Simpulan	57

DAFTAR ISI (*Lanjutan*)

VI	PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI BIOMASA MUTAN PUTATIF <i>Indigofera zollingeriana</i> Miq GENERASI M2 PADA PENANAMAN DI BAWAH NAUNGAN	58
6.1	Abstrak	58
6.2	Pendahuluan	59
6.3	Bahan dan Metode	60
6.4	Hasil dan Pembahasan	62
6.5	Simpulan	74
VII	EVALUASI KANDUNGAN NUTRISI DAN KECERNAAN <i>IN VITRO</i> PADA MUTAN PUTATIF <i>Indigofera zollingeriana</i> Miq GENERASI M2 DI BAWAH NAUNGAN	75
7.1	Abstrak	75
7.2	Pendahuluan	76
7.3	Bahan dan Metode	77
7.4	Hasil dan Pembahasan	82
7.5	Simpulan	89
VIII	PEMBAHASAN UMUM	90
IX	SIMPULAN DAN REKOMENDASI	
9.1	Simpulan	93
9.2	Rekomendasi	94
	DAFTAR PUSTAKA	95
	LAMPIRAN	110
	DAFTAR RIWAYAT HIDUP	123

DAFTAR TABEL

1	Kandungan nutrisi <i>I. zollingeriana</i>	9
2	Nilai tengah beberapa karakter pertumbuhan tunas <i>I. zollingeriana</i> hasil iradiasi sinar gamma menggunakan bahan tanam benih	22
3	Primer SSR yang digunakan untuk skrining mutan putatif <i>I. zollingeriana</i>	47
4	Hasil skrining 14 primer SSR pada 12 mutan putatif <i>I. zollingeriana</i>	49
5	Perlakuan gradien temperatur 12 primer dari DNA genom mutan putatif R5.2 dari <i>I. zollingeriana</i>	50
6	Profil DNA hasil elektroforesis menggunakan PAGE pada 5 tetua dan 25 mutan putatif <i>I. zollingeriana</i> dengan 10 primer SSR	51
7	Parameter genetik dari 4 lokus SSR dari mutan putatif <i>I. zollingeriana</i>	53
8	Pertumbuhan mutan putatif <i>I. zollingeriana</i> generasi M2 ($P < 0.05$) di bawah naungan	66
9	Produksi biomasa mutan putatif <i>I. zollingeriana</i> generasi M2 ($P < 0.05$)	72
10	Nilai nutrisi dari mutan putatif <i>I. zollingeriana</i> generasi M2	85
11	Produksi bahan kering dan protein dari mutan putatif <i>I. zollingeriana</i> generasi M2	86
12	Nilai kandungan dNDF dan IVTD pada mutan putatif <i>I. zollingeriana</i> generasi M2	88

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 GAMBAR

1	Bagan alir penelitian induksi mutan putatif pada tanaman pakan <i>I. zollingeriana</i> miq. toleran naungan dengan iradiasi sinar gamma	5
2	Tanaman pakan pernak <i>I. zollingeriana</i> . Keterangan: a. batang, b. daun, c. bunga, d. polong dan e. biji (Sumber: dokumen pribadi)	10
3	Karakter-karakter yang perlu di perbaiki pada tanaman hijauan pakan (Sumber: Chapstaff <i>et al.</i> 2018)	11
4	Metode pemuliaan mutasi pada tanaman (Sumber: Oladosu <i>et al.</i> 2016)	13
5	Mekanisme adaptasi tanaman terhadap naungan (Sumber: Gommers <i>et al.</i> 2016)	14
6	Kurva polinomial pada material benih <i>I. zollingeriana</i> pada pertumbuhan 6 MST	21
7	Morfologi tunas dari germinasi benih <i>I. zollingeriana</i> generasi M1 berumur 6 MST	22
8	Perbedaan pertumbuhan tanaman <i>I. zollingeriana</i> generasi M1 dibandingkan dengan tanaman kontrol pada material benih. A. daun tiga, B: batang bercabang	23
9	Kurva eksponensial dari material plantlet <i>I. zollingeriana</i>	24
10	Pertumbuhan tunas dan pucuk generasi M1V1 dari material plantlet <i>I. zollingeriana</i> berumur 6 MST	24
11	Pengamatan pertumbuhan material kalus dari <i>I. zollingeriana</i> generasi M1V1 umur 6 MST	25
12	Pertumbuhan material daun generasi M1V1 dari <i>I. zollingeriana</i> berumur 6 MST	26
13	Kurva eksponensial pada material daun <i>in vitro</i> dari <i>I. zollingeriana</i> berumur 6 MST	26
14	Daun dari tanaman mutan putatif <i>I. zollingeriana</i> generasi M1 menunjukkan perbedaan morfologi yang beragam, seperti daun keriting (a, b), daun variegata (b, d), dan daun menebal (e), dibandingkan dengan tanaman kontrol (c, f).	31
15	Pertumbuhan vegetatif mutant putatif <i>I. zollingeriana</i> generasi M1 pada umur 20 MST. (a). Tinggi tanaman, (b). Jumlah daun, (c). Jumlah cabang, (d). Jumlah buku dan (e). Diameter batang.	35
16	Persentase pertumbuhan bunga (a) dan polong (b) pada mutan putatif <i>I. zollingeriana</i> dari umur 14-30 MST.	36
17	Pertumbuhan generatif mutan putatif <i>I. zollingeriana</i> generasi M1 pada umur 28 MST. (a). Jumlah bunga, dan (b). Jumlah polong untuk setiap dosis dari mutan putatif <i>I. zollingeriana</i>	37
18	Ukuran polong dan biji yang dipanen dari mutan putatif <i>I. zollingeriana</i> generasi M2 pada umur 30 MST: (a). Polong umur 20 MST, (b). Polong panen umur 30 MST, (c). Polong kering, (d). Ukuran polong, (e). Ukuran biji.	38

DAFTAR GAMBAR (*Lanjutan*)

19	Produksi polong dari mutan putatif <i>I. zollingeriana</i> , generasi M2 pada umur 30 MST. (a). Bobot basah, (b). Bobot kering polong dan (c). Persentase susut	39
20	Parameter bobot, panjang dan diameter polong mutan putatif <i>I. zollingeriana</i> generasi M2 pada umur 30 MST. (a). bobot polong, (b). Panjang polong, dan (c). Diameter polong.	40
21	Parameter pengamatan benih dari mutan putatif <i>I. zollingeriana</i> generasi M2 pada umur 30 MST. (a). Bobot benih kering, (b). Bobot benih, (c). Panjang benih dan (d). Diameter benih.	42
22	Pola pita DNA dari mutan putatif <i>I. zollingeriana</i> dengan primer SSR. A. Skrining dengan primer J3; B. Optimasi suhu <i>annealing</i> dengan primer J6, J7. J8 dan J9; C. DNA profiling dengan primer J8	51
23	Profil DNA dari 5 tetua dan 25 mutan putatif <i>I. zollingeriana</i> generasi M1 hasil elektroforesis menggunakan PAGE. A. Pita polimorfik dari primer J7 B. Pita monomorfik dari primer J3 dan J6.	52
24	Dendrogram dari 5 tetua dan 25 mutan putatif <i>I. zollingeriana</i> hasil iradiasi sinar gamma generasi M1 terbagi menjadi 3 kluster besar	54
25	Jarak genetik dari 5 tetua dan 25 mutan putatif <i>I. zollingeriana</i> hasil iradiasi sinar gamma generasi M1. Warna kuning adalah jarak genetik mutan putatif <i>I. zollingeriana</i> mendekati 1 dan warna hijau adalah jarak genetik mutan putatif <i>I. zollingeriana</i> 0.000 yang menandakan genotipe yang mirip.	56
26	Interaksi tingkat naungan dan tingkat dosis pada pertumbuhan mutan putatif <i>I. zollingeriana</i> generasi M2. (a). Tinggi tanaman. (b). Jumlah daun. (c). Jumlah ruas. (d). Diameter batang.	68
27	Interaksi tingkat naungan dan tingkat dosis pada pertumbuhan mutan putatif <i>I. zollingeriana</i> generasi M2. (a). Jumlah cabang. (b). Kandungan klorofil. (c). Panjang daun dan (d). Lebar daun.	69
28	Interaksi tingkat naungan dan tingkat dosis pada produksi biomasa mutan putatif <i>I. zollingeriana</i> generasi M2. (a). Total bobot basah, (b). bobot basah biomasa daun, (c). bobot basah biomasa batang, (d). bobot kering biomasa daun, (e). bobot kering biomasa batang.	73

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

DAFTAR LAMPIRAN

1	Populasi mutan putatif <i>I. zollingeriana</i> generasi M1 di pembibitan. (a). 0 Gy, (b). 100 Gy, (c). 200 Gy, (d). 300 Gy, (e). 400 Gy, dan (f). 500 Gy	111
2	Kondisi tanah di Lahan Percobaan Laptiab BRIN	112
3	Pertumbuhan populasi mutan putatif <i>I. zollingeriana</i> M1 pada penanaman di Lahan Percobaan berumur (a). 0 MST, (b). 8 MST (c). 14 MST dan (d). 18 MST	113
4	Data deskriptif parameter pertumbuhan vegetatif mutan putatif <i>I. zollingeriana</i> M1	114
5	Data deskriptif parameter pertumbuhan generatif mutan putatif <i>I. zollingeriana</i> M1	116
6	Data deskriptif parameter produksi polong dan benih mutan putatif <i>I. zollingeriana</i> M1	117
7	Pengamatan kondisi lingkungan selama penanaman mutan putatif <i>I. zollingeriana</i> di bawah naungan.	119
8	Populasi mutan putatif <i>I. zollingeriana</i> pada penanaman di bawah naungan berumur 0 MST: (a). Naungan 0%, (b). Naungan 55%, (c). Naungan 65%, (d). Naungan 75% dan (e). Naungan 85%.	120
9	Populasi mutan putatif <i>I. zollingeriana</i> pada penanaman di bawah naungan berumur 6 MST: (a). Naungan 0%, (b). Naungan 55%, (c). Naungan 65%, (d). Naungan 75% dan (e). Naungan 85%	121
10	Populasi mutan putatif <i>I. zollingeriana</i> pada penanaman di bawah naungan berumur 8 MST: (a). Naungan 0%, (b). Naungan 55%, (c). Naungan 65%, (d). Naungan 75% dan (e). Naungan 85%.	122

+

