

**TESIS**

**BIBIT *Indigofera zollingeriana* MUTAN 2 HASIL IRADIASI  
GAMMA DAN CEKAMAN SALINITAS YANG DITANAM  
PADA DAERAH PESISIR DENGAN WAKTU  
PANEN BERBEDA : *Kajian Terhadap  
Kandungan Nutrisi dan  
Kecernaan In Vitro***

*Indigofera zollingeriana* MUTANT 2 OF GAMMA RAY UNDER  
SALINITY STRESS IN COASTAL AREAS WITH DIFFERENT  
HARVESTING AGES: *Study of Nutritional Value and In Vitro  
Digestibility*

**MUHAMMAD PRAWIRA ANUGRAH  
I012212003**



**ILMU DAN TEKNOLOGI PETERNAKAN  
FAKULTAS PETERNAKAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2024**

# TESIS

**BIBIT *Indigofera zollingeriana* MUTAN 2 HASIL IRADIASI GAMMA  
DAN CEKAMAN SALINITAS YANG DITANAM PADA DAERAH  
PESISIR DENGAN WAKTU PANEN BERBEDA :  
*Kajian Terhadap Kandungan Nutrisi  
dan Kecernaan In Vitro***

Disusun dan diajukan oleh

**MUHAMMAD PRAWIRA ANUGRAH  
I012212003**



**ILMU DAN TEKNOLOGI PETERNAKAN  
FAKULTAS PETERNAKAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2024**

TESIS

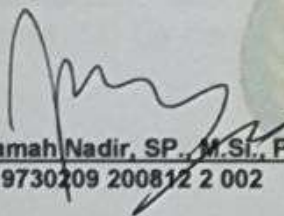
**BIBIT *Indigofera zollingeriana* MUTAN 2 HASIL IRADIASI GAMMA  
DAN CEKAMAN SALINITAS YANG DITANAM PADA DAERAH  
PESISIR DENGAN WAKTU PANEN BERBEDA : *Kajian  
Terhadap Kandungan Nutrisi dan Kecernaan In Vitro***

Disusun dan diajukan oleh

**MUHAMMAD PRAWIRA ANUGRAH  
NIM. I012212003**

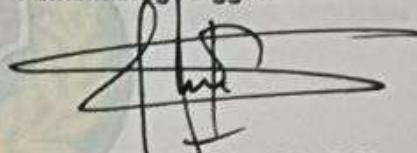
Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam  
rangka Penyelesaian Studi Program Magister Program Studi Ilmu dan  
Teknologi Peternakan Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin  
Pada tanggal 15 Juli 2024  
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Pembimbing Utama



Marhamah Nadir, SP., M.Si., Ph.D  
NIP. 19730209 200812 2 002

Pembimbing Anggota



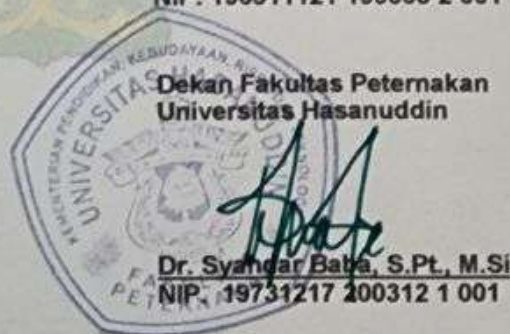
Dr. Ir. Syahrir Syahrir, M.Si  
NIP. 196511121 199003 2 001

Ketua Program Studi  
Ilmu dan Teknologi Peternakan



Prof. Dr. Ir. Ambo Ako, M. Sc., IPU.  
NIP. 19641231 198903 1 026

Dekan Fakultas Peternakan  
Universitas Hasanuddin



Dr. Syahgar Baba, S.Pt., M.Si  
NIP. 19731217 200312 1 001

## PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Prawira Anugrah  
Nomor Induk Mahasiswa : I012212003  
Program studi : Ilmu dan Teknologi Peternakan  
Jenjang : S2

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul:

**BIBIT *Indigofera zollingeriana* MUTAN 2 HASIL IRADIASI GAMMA  
DAN CEKAMAN SALINITAS YANG DITANAM PADA DAERAH  
PESISIR DENGAN WAKTU PANEN BERBEDA :  
*Kajian Terhadap Kandungan Nutrisi  
dan Kecernaan In Vitro***

Adalah karya tulisan ini saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain. Tesis yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan tesis ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar 1 Agustus 2024  
Yang Menyatakan



MUHAMMAD PRAWIRA ANUGRAH

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

Puji Syukur kepada Allah ta'ala yang masih melimpahkan rahmat sehingga penulis tetap menjalankan aktivitas sebagaimana mestinya, dan tak lupa pula penulis haturkan shalawat serta salam kepada junjungan baginda Nabi Muhammad sallallahu'alaihi wasallam, keluarga dan para sahabat, tabi'in dan tabiuttabi'in yang terdahulu, yang telah memimpin umat islam dari jalan addinul yang penuh dengan cahaya kesempurnaan. Penyusunan tesis dengan judul **Bibit *Indigofera Zollingeriana* Mutan 2 Hasil Iradiasi Gamma dan Cekaman Salinitas yang Ditanam Pada Daerah Pesisir dengan Waktu Panen Berbeda : *Kajian Terhadap Kandungan Nutrisi dan Kecernaan In Vitro***. melibatkan banyak pihak yang memberikan bantuan baik berupa moral dan materi kepada penulis. Ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya penulis haturkan dengan segala keikhlasan dan kerendahan hati kepada :

1. Bapak **Bachri** dan Ibu **Suhaeni** selaku orang tua yang senantiasa mendidik dan mendoakan penulis sampai saat ini
2. **Muhammad Fadhel Anugrah** dan **Muhammad Fachrul Anugrah** selaku saudara yang telah mendukung penulis sampai saat ini
3. Ibu **Marhamah Nadir, S.P., M.Si., Ph.D** selaku pembimbing utama dan Ibu **Dr. Ir. Syahrani Syahrir, M.Si** selaku pembimbing anggota yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan banyak bimbingan dan arahan serta motivasi sehingga dapat memperlancar penyusunan makalah ini

4. Bapak **Prof. Dr. Ir. Budiman, MP**, Ibu **Dr. Agr. Ir. Renny Fatmyah Utamy, S.Pt., M.Agr., IPM** dan Ibu **Dr. Rinduwati, S.Pt., MP** selaku tim penilai yang memberikan dukungan serta saran membangun untuk penyempurnaan makalah ini
5. Bapak **Prof. Dr. Ir. Ambo Ako** selaku Ketua Program Studi Magister Ilmu dan Teknologi Peternakan Universitas Hasanuddin
6. Bapak **Dr. Syahdar Baba, S.Pt., M.Si** selaku Dekan Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin dan **Seluruh Staf** dalam lingkungan Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin.
7. Teman-teman dari **Mahasiswa Program Magister, Bimbingan Indigofera**, dan rekan kerja yang telah meluangkan waktunya untuk membantu dan memberi semangat serta seluruh pihak yang tidak bisa disebut satu per satu

Dengan sangat rendah hati, kritik serta saran dari pembaca sangat diharapkan demi perkembangan dan kemajuan ilmu pengetahuan nantinya. Semoga makalah ini dapat memberi manfaat kepada kita semua, Aamiin Ya Robbal Aalamin.

Makassar, Juli 2024

Muhammad Prawira Anugrah

## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR .....	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR LAMPIRAN .....	vii
ABSTRACT .....	viii
ABSTRAK.....	ix
BAB I .....	1
PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah .....	4
C. Tujuan Penelitian .....	4
D. Kegunaan Penelitian.....	5
BAB II .....	7
TINJAUAN PUSTAKA .....	6
A. Tanaman <i>Indigofera zollingeriana</i> M2 .....	6
B. Perbaikan Genetik Tanaman.....	10
C. Produktivitas Tanaman Indigofera.....	11
D. Iradiasi Sinar Gamma .....	12
E. Budidaya Tanaman Pada Daerah Pesisir.....	14
BAB III .....	16
MATERI DAN METODE .....	16
A. Waktu dan Tempat Penelitian .....	16
B. Materi Penelitian .....	16
C. Metode Penelitian .....	16
Bibit <i>Indigofera zollingeriana</i> M2 .....	16

Prosedur Penelitian Bibit <i>Indigofera zollingeriana</i> M2.....	17
Rancangan Percobaan .....	18
D. Parameter Penelitian.....	19
Bahan Kering .....	19
Bahan Organik .....	20
Kandungan NDF .....	20
Kandungan ADF .....	21
Kandungan Hemiselulosa, Selulosa, dan Lignin.....	22
Kecernaan Bahan Kering dan Bahan Organik.....	22
E. Analisis Data.....	24
BAB IV.....	25
HASIL DAN PEMBAHASAN .....	25
A. Kandungan Bahan Kering dan Bahan Organik.....	25
B. Van Soest Daun <i>Indigofera</i> M2 .....	27
C. Kecernaan Bahan Kering dan Bahan Organik <i>Indigofera</i> M2 .....	31
BAB V.....	35
KESIMPULAN DAN SARAN.....	35
A. Kesimpulan .....	35
B. Saran .....	35
DAFTAR PUSTAKA.....	36
LAMPIRAN .....	41



## DAFTAR TABEL

Tabel 1.	Kandungan Nutrisi Tanaman <i>Indigofera zollingeriana</i> .....	6
Tabel 2.	Rataan Bahan Kering dan Bahan Organik Daun <i>Indigofera zollingeriana</i> .....	25
Tabel 3.	Rataan Kandungan Nutrisi tanaman <i>Indigofera zollingeriana</i> pada Dosis Iradiasi Sinar Gamma.....	28
Tabel 4.	Rataan Kecernaan Bahan Kering dan Kecernaan Bahan Organik.....	37
Tabel 5.	Hasil Analisis Statistik Kandungan Bahan Kering dan Bahan Organik Daun <i>Indigofera zollingeriana</i> M2 yang ditanam di Daerah Pesisir.....	41
Tabel 6.	Hasil Analisis Statistik Kandungan Nutrisi Daun <i>Indigofera zollingeriana</i> M2 yang ditanam di Daerah Pesisir.....	45
Tabel 7.	Hasil Analisis Statistik Kecernaan Bahan Kering dan Kecernaan Bahan Organik Daun <i>Indigofera zollingeriana</i> M2 yang ditanam di Daerah Pesisir .....	56

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Kerangka Pikir .....	15
Gambar 2.	Layout / Tata Letak Penanaman <i>Indigofera zollingeriana</i> M2.....	19

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Hasil Analisis Statistik Kandungan Bahan Kering dan Bahan Organik Daun <i>Indigofera zollingeriana</i> M2 yang ditanam di Daerah Pesisir.....	41
Lampiran 2.	Hasil Analisis Statistik Kandungan Nutrisi Daun <i>Indigofera zollingeriana</i> M2 yang ditanam di Daerah Pesisir.....	45
Lampiran 3.	Hasil Analisis Statistik Kecernaan Bahan Kering dan Kecernaan Bahan Organik Daun <i>Indigofera zollingeriana</i> M2 yang ditanam di Daerah Pesisir .....	56

## ABSTRACT

**Muhammad Prawira Anugrah.** I012212003. *Indigofera zollingeriana* Mutant 2 of Gamma Ray Under Salinity Stress in Coastal Areas with Different Harvesting Ages: *Study of Nutritional Value and In Vitro Digestibility*. Dibimbing oleh : **Marhamah Nadir dan Syahriani Syahrir**

Forage production for coastal area have been limited for others plant species like some species of grass or legume genetic engineering by using gamma ray to increase genetic diversity and selected mutant for salinity tolerance. This study used *Indigofera zollingeriana* Mutant 2 plants with the Split Plot research method, Completely Randomized Design (CRD), the main plot of defoliation time consisting of B1 (30 Days), B2 (70 Days), and the subplot of gamma ray irradiation dose consisting of A1 (Control), A2 (100 Gy), and A3 (200 Gy). The results obtained were that the treatment dose of irradiation and defoliation time had a significant effect on the parameters of ADF content, NDF content, lignin content, digestibility of dry matter, and digestibility of organic matter and had no significant effect on the parameters of dry matter, organic matter, hemicellulose and cellulose content. The best results were shown in the A3B2 treatment (gamma irradiation dose of 200 Gy and defoliation time of 70 days).

Keyword : *Indigofera zollingeriana* M2, Salinity, Nutrient, Coastal

## ABSTRAK

**Muhammad Prawira Anugrah.** I012212003. Bibit *Indigofera zollingeriana* Mutan 2 Hasil Iradiasi Gamma dan Cekaman Salinitas yang Ditanam Pada Daerah Pesisir dengan Waktu Panen Berbeda : *Kajian Terhadap Kandungan Nutrisi dan Kecernaan In Vitro*. Dibimbing oleh : **Marhamah Nadir dan Syahrani Syahrir**

Pengembangan tanaman pakan di lahan salinitas mengalami kendala pada terbatasnya varietas tanaman yang mampu tumbuh didaerah tersebut sehingga perlu penelitian perbaikan genetik melalui iradiasi sinar gamma untuk meningkatkan keragaman dan memperoleh tanaman mutan yang tahan terhadap kondisi lingkungan salin. Penelitian ini menggunakan tanaman *Indigofera zollingeriana* mutan 2 dengan metode penelitian split plot model faktorial. Petak utama waktu defoliiasi yang terdiri atas B1 (Umur 30 Hari), B2 (Umur 70 Hari), dan anak petak dosis iradiasi sinar gamma terdiri atas A1 (Tanpa dosis iradiasi), A2 (Dosis 100 Gy), dan A3 (Dosis 200 Gy). Hasil yang diperoleh yaitu perlakuan dosis iradiasi dan waktu defoliiasi berpengaruh nyata terhadap parameter kandungan ADF, kandungan NDF, kandungan lignin, kecernaan bahan kering, dan kecernaan bahan organik dan berpengaruh tidak nyata pada parameter bahan kering, bahan organik, kandungan hemiselulosa, dan selulosa. Hasil terbaik ditunjukkan pada perlakuan A3B2 (dosis iradiasi sinar gamma 200 Gy dan waktu defoliiasi 70 hari).

Kata kunci : *Indigofera zollingeriana* M2, Salinitas, Nutrisi, Pesisir

# **BAB I PENDAHULUAN**

## **A. Latar Belakang**

Potensi lahan salinitas di Indonesia cukup besar, sekitar 0,44 juta ha. Pemanfaatan wilayah pesisir di sektor peternakan sangat potensial diberdayakan untuk budidaya tanaman pakan. Pembangunan sektor peternakan di wilayah pesisir yang dilakukan pemerintah melalui peningkatan kepemilikan ternak bagi masyarakat pesisir masih mengalami kendala budidaya (Elly, *et. al*, 2013). Pemanfaatan lahan salinitas untuk bidang peternakan merupakan salah satu usaha alternatif yang bermanfaat bagi masyarakat pesisir. Pemilihan tanaman yang akan dikembangkan di wilayah pesisir tentu harus mempertimbangkan aspek genetis yang berkaitan dengan daya tahan dan kemampuan adaptasi. Lahan pesisir umumnya mempunyai sifat yang kurang baik bagi pertumbuhan tanaman, dengan kadar hara dan bahan organik rendah, kapasitas menahan air yang rendah, kesuburan tanahnya rendah, dan kandungan salinitasnya tinggi (Laynurak, Y., 2022).

Pengembangan tanaman di lahan salinitas masih mendapat kendala dengan terbatasnya jumlah varietas tanaman yang cocok untuk dikembangkan di daerah tersebut (Jalil *et al.*, 2016). Beberapa peneliti melaporkan bahwa tanaman yang mampu beradaptasi terhadap cekaman salinitas antara lain tanaman labu kuning (*Cucurbita moschata*) (Sari *et al.*, 2022); tanaman padi (*Oryza sativa L.*) (Arifiani *et al.*, 2018); rumput gajah

(*Pennisetum purpureum*), Setaria (*Setaria spaelata*), Benggala (*Panicum maximum*) (Sawen *et al.*, 2020); dan tanaman nila (*Indigofera zollingeriana*). (Nadir *et al.*, 2018) menyatakan bahwa tanaman nila (*Indigofera zollingeriana*) dapat bertahan dengan tingkat salinitas yang tinggi, namun pertumbuhannya terhambat. Oleh karena itu perlu dilakukan upaya untuk meningkatkan kualitas *Indigofera* meskipun ditanam pada lahan yang memiliki cekaman salinitas yang tinggi.

Salah satu metode pengembangan varietas tanaman yang sering dilakukan adalah perbaikan genetik melalui iradiasi sinar gamma untuk meningkatkan keragaman dan memperoleh tanaman mutan yang tahan terhadap kondisi lingkungan salinitas. Perlakuan iradiasi pada benih berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman karena dapat meningkatkan aktivitas enzim dan menginduksi perubahan-perubahan genetik, biokimia, sitologi, fisiologi, dan morfologi dalam sel dan jaringan. Iradiasi berguna untuk meningkatkan potensi perkecambahan, pertumbuhan dan meningkatkan adaptasi terhadap kekeringan (Ikram *et al.*, 2010). Mutasi genetik selain untuk peningkatan produksi juga mampu meningkatkan kualitas nutrisi hijauan. Menurut (Hutasoit *et al.*, 2022) penerapan iradiasi sinar gamma pada tanaman *Indigofera* menunjukkan adanya peningkatan kualitas berdasarkan morfologi dan fisiologi tanaman. Benih *Indigofera zollingeriana* yang diiradiasi sinar gamma menunjukkan adanya peningkatan kualitas dan toleransi terhadap kekeringan.

Kawasan pesisir yang mengandung kadar garam yang tinggi menyebabkan keracunan tanaman pada bagian daun lebih awal dan menurunkan kemampuan tanaman menyerap air (Hutasoit *et al.*, 2022). Lamanya waktu defoliasi berpengaruh terhadap proporsi daun dan batang menjadi lebih kecil. Untuk menguji adaptasi salinitas hubungannya dengan nutrisi dalam pengaruh diduga waktu defoliasi juga mempengaruhi produktivitas lainnya seperti produksi segar dan bahan kering. Semakin tua umur tanaman maka kadar serat kasar akan semakin meningkat, hal ini disebabkan terjadinya penebalan dinding sel tanaman. Sehubungan dengan penambahan umur pangkas tanaman, maka akan terjadi pula peningkatan konsentrasi seratnya (Savitri *et al.*, 2013).

Produktivitas dan kualitas nutrisi tanaman pakan ternak dipengaruhi oleh umur (fase tumbuh) tanaman maupun komposisi fraksi tanaman seperti ratio daun atau batang. (Tarigan *et al.*, 2010) melaporkan bahwa rataan proporsi daun dan batang *Indigofera* sp. Pada umur panen 30 hari yaitu 2,61%, umur panen 60 yaitu 1,71%, sementara untuk umur 90 hari sebesar 0,66%. Protein di daun lebih banyak dibandingkan pada batang hijauan. (Abdullah dan Suharlina, 2010) menyatakan bahwa konsekuensi perubahan komposisi ini adalah penurunan kualitas yang ditunjukkan oleh penurunan kandungan protein dari 22% menjadi 20%.

Penelitian yang dilakukan oleh (Nadir *et al.*, 2018) menunjukkan bahwa *Indigofera* mampu bertahan dalam kondisi konsentrasi NaCl sebanyak 50 mM/2,925 g/liter air dan konsentrasi NaCl sebanyak 100 mM/5,85 g/liter air meskipun memberikan efek cekaman garam yang



menghambat pertumbuhan bibit tanaman *Indigofera*. Salah satu contoh perlakuan mutasi induksi adalah iradiasi sinar gamma. Iradiasi sinar gamma bertujuan untuk meningkatkan variabilitas genetik pada mutan yang dapat diwariskan ke generasi berikutnya (Musa *et al.*, 2021).

Pengaplikasian teknologi induksi mutasi sinar gamma diharapkan mampu meningkatkan variabilitas genetik *Indigofera* agar mampu memaksimalkan perkecambahan, pertumbuhan, produktivitas dan memiliki pencernaan yang baik meskipun ditanam pada lingkungan yang memiliki cekaman salinitas. Menurut (Hutasoit *et al.*, 2022) terdapat karakter morfologi unggul pada tanaman *Indigofera zollingeriana* mutan kedua (M2) saat diuji adaptasi cekaman salinitas. Keberhasilan pertumbuhan *Indigofera zollingeriana* hasil iradiasi diharapkan mampu mempertahankan keunggulan sifat genetiknya dalam kondisi lingkungan tumbuh yang berbeda.

Potensi wilayah pesisir sebagai lahan budidaya tanaman pakan membutuhkan varietas tanaman yang adaptif pada lahan dengan tingkat salinitas yang tinggi dan mampu tahan terhadap defoliasi (pemangkasan). Tanaman mutan 2 yang telah mendapat cekaman salinitas diharapkan mampu beradaptasi terhadap pemangkasan sehingga memperoleh kandungan nutrisi yang tinggi dan produktivitasnya meningkat.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh umur pangkas yang berbeda dan pemberian dosis iradiasi sinar gamma terhadap kandungan nutrisi dan pencernaan *in vitro* tanaman *Indigofera zollingeriana* Mutan 2 yang mendapat cekaman salinitas.

Kegunaan dari penelitian ini yaitu untuk memberikan informasi kepada peneliti, petani, dan para peternak mengenai waktu pemangkasan (defoliasi) yang tepat terhadap *Indigofera zollingeriana* M2 pada daerah pesisir.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### A. Tanaman *Indigofera zollingeriana* M2

Tanaman *Indigofera* merupakan leguminosa pohon yang memiliki pertumbuhan yang cepat, pada umur 4 minggu dapat mencapai ketinggian rata-rata 40–50 cm dan sudah mulai bercabang dengan panjang 15–20 cm serta mempunyai daun yang banyak (Arniaty *et al.*, 2015). Ciri-ciri tanaman ini memiliki ketinggian antara 1–2 meter, tumbuh tegak dengan banyak percabangan, warna batang bagian bawah hijau keabu-abuan sedangkan bagian atas berwarna hijau muda, bentuk daun oval agak lonjong dan bunga yang berukuran 2–3 cm dengan berbentuk menyerupai kupu-kupu dan warna merah muda (Tjelele, 2006). Umumnya tanaman ini dibudidayakan melalui biji, sehingga membutuhkan perkecambahan sebelum dibibitkan. Perkecambahan biji membutuhkan waktu 2–3 minggu untuk membentuk daun sempurna dan membutuhkan media yang subur dan porositasnya bagus.

Tabel. 1. Kandungan Nutrisi Tanaman *Indigofera zollingeriana*.

Sumber	PK	SK	LK	Ca	P	NDF	ADF
	%						
(Akbarillah <i>et al.</i> , 2002)	27,90	15,25	-	0,22	0,18	-	-
(Sirait <i>et al.</i> , 2009)	24,17	17,83	-	-	-	54,24	44,69
(Abdullah 2010)	27,68	-	-	1,16	0,26	43,56	35,24
(Herdiawan, 2013)	24,57	18,18	-	1,59	0,22	34,13	28,85
(Arniaty <i>et al.</i> , 2015)	23,76	15,50	2,11	-	-	-	-
(Hutabarat <i>et al.</i> , 2017)	27,03	25,41	-	-	-	-	-
(Aulia <i>et al.</i> , 2017)	-	-	6,85	-	-	-	-
(Anugrah, 2021)	32,76	18,91	5,81	-	-	-	-
(Lisu <i>et al.</i> , 2022)	-	-	-	-	-	30,36	21,22
(Evitayani, 2023)	24,17	15,25	2,87	-	-	-	-

-: tidak ada data

Tanaman *Indigofera* dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak yang kaya akan nitrogen, fosfor, kalium, dan kalsium (Hutabarat *et al.*, 2017). Akbarillah *et al.*, (2002) melaporkan nilai nutrisi tepung daun *Indigofera zollingeriana* adalah: protein kasar 27,97%; serat kasar 15,25%; Ca 0,22%; dan P 0,18%. Kebutuhan kandungan protein kasar ternak ruminansia penting untuk mendukung rumen mikroba dalam mendegradasi. Penelitian yang dilakukan oleh Ali *et al.*, (2014) menunjukkan bagian daun tanaman *Indigofera* mengandung 23,1% protein kasar yang mengindikasikan kandungan ini lebih tinggi dibanding daun *Leucaena*. Kualitas protein kasar pada tanaman legum dipengaruhi oleh jenis tanaman, lingkungan dan kondisi tanah. Kandungan protein kasar daun *Indigofera* pada penelitian tersebut tidak dipengaruhi oleh tahap defoliasi sehingga disebutkan bahwa nilai kandungan ini konstan sepanjang tahun.

*Indigofera zollingeriana* sangat potensial sebagai hijauan pakan ternak karena daunnya memiliki nutrisi yang baik dan produktivitas yang tinggi (Tarigan *et al.*, 2010). Herdiawan (2013) menambahkan bahwa *Indigofera zollingeriana* merupakan salah satu jenis leguminosa yang mampu bertahan hidup dan beradaptasi di daerah kering di kondisi lingkungan yang baik, tanaman ini mampu tumbuh cepat bahkan dapat dipanen pada umur 7 bulan dengan rata-rata diameter batang tengah 9,26 cm, tinggi 481 cm dan produksi biomassa serta kandungan nutriennya cukup baik yaitu pencernaan BK mencapai 75,53% dan pencernaan BO berkisar 76,02%. Kandungan BK 14,76%, PK 23,76%, SK 15,50%, LK

2,11%, ABU 7,54% dan BETN 46,39% (Arniaty *et al.*, 2015). Produktivitas dan kualitas tanaman pakan dipengaruhi oleh umur (fase tumbuh) tanaman maupun komposisi fraksi tanaman seperti rasio daun dan batang. Bertambahnya umur tanaman menyebabkan berkurangnya kandungan nutrisi pada hijauan pakan, terutama pada daun dan batang. (Hutabarat *et al.*, 2017) melaporkan rata-rata kadar protein kasar pada indigofera berkisar 24,76%–27,03%, berdasarkan hasil penelitian menunjukkan tanaman indigofera pada umur 60 hari mendapatkan nilai 27,03% untuk kandungan protein kasar. Rataan kadar serat kasar berkisar antara 20,72%–25,41%, menurut hasil penelitian umur pemangkasan 60 hari mendapatkan nilai 25,41%.

Kadar lemak kasar pada Indigofera sebesar 6,85–10,86% bergantung pada umur pematangan perbedaan kadar lemak kasar disebabkan kadar lemak kasar suatu tanaman akan berbanding terbalik dengan kadar air. Semakin tua umur tanaman maka kadar air akan semakin berkurang tetapi kadar lemak kasarnya akan semakin meningkat. Indigofera pada umur 60 hari memiliki zat hijau daun (klorofil) yang lebih banyak sehingga kadar lemak kasarnya lebih tinggi. Steroid, pigmen, karotinoid, vitamin yang larut dalam lemak dan klorofil dihitung sebagai lemak dikarenakan larut dalam zat pelarut lemak (Aulia *et al.*, 2017).

Lisu *et al.*, (2022) melaporkan bahwa tanaman indigofera yang ditanam pada tanah aluvial dan tanah latosol memperoleh kandungan ADF berkisar 21,68% dan 21,23% sedangkan kandungan NDF tanaman indigofera yang ditanam pada tanah latosol sebesar 32,29%. Tantaló *et*

*al.*, (2019) menyatakan bahwa *Indigofera zollingeriana* sebaiknya dipanen pada umur 50–60 hari pada musim kemarau dan pada umur 40–45 hari saat musim penghujan, selanjutnya dinyatakan bahwa pemanenan yang dilakukan lebih dari 60 hari akan menyebabkan penurunan kandungan nutrisi karena batang hijauan semakin keras dan serat kasarnya tinggi, indigofera yang dipanen saat musim kemarau pada umur pemangkasan 55 hari merupakan umur panen yang terbaik dengan kandungan NDF sebesar 81,61% dan ADF sebesar 56,68%.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Hutasoit *et al.*, (2022) pada tanaman *Indigofera* menunjukkan bahwa pada dosis iradiasi 300 Gy menunjukkan bahwa adanya penurunan kandungan serat kasar sebesar 14,81%. Nilai kandungan serat kasar pada penelitian tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi dosis iradiasi yang dilakukan berpengaruh terhadap kualitas serat kasar tanaman. Tanaman pakan yang memiliki kandungan serat kasar yang rendah mengindikasikan bahwa tanaman tersebut memiliki pencernaan yang relatif tinggi dikarenakan rendahnya kandungan lignin yang tidak dapat dicerna oleh bakteri rumen. Hal ini didukung oleh (Wahyono *et al.*, 2019) yang menyatakan pada tanaman sorgum diperoleh hasil bahwa tanaman sorgum yang telah diberi perlakuan iradiasi gamma memiliki persentase fraksi serat yang lebih rendah dikarenakan adanya perubahan genetik pada tanaman sorgum dan penentuan umur panen. Kandungan lignin tertinggi terdapat pada bagian batang karena lignin berfungsi sebagai penahan tegaknya tanaman.

## B. Perbaikan Genetik Tanaman

Mutasi dapat diinduksi secara buatan dengan mutagen fisik melalui iradiasi sinar gamma (Djajanegara *et al.*, 2007). Menurut Iwo *et. al* (2013), mutasi induksi menjadi cara yang telah terbukti untuk menimbulkan keragaman dalam varietas tanaman terhadap sifat yang diinginkan baik yang tidak dapat dinyatakan dalam sifat asal atau yang telah hilang selama evolusi.

Mutasi buatan untuk tujuan pemuliaan tanaman dapat dilakukan dengan memberikan mutagen. Mutagen yang dapat digunakan untuk mendapatkan mutan ada dua golongan yaitu mutagen fisik (sinar x, sinar gamma dan sinar ultraviolet) dan mutagen kimia (Etil Metana Sulfonat, Dietil Sulfat, Etil Amina, dan Kolkisin). Perubahan yang ditimbulkan karena pemberian mutagen baik fisik maupun kimia dapat terjadi pada tingkat genom, kromosom, dan DNA. Pengaruh bahan mutagen, khususnya radiasi, yang paling banyak terjadi pada kromosom tanaman adalah pecahnya benang kromosom (*chromosome breakage* atau *chromosome aberration*). Mutasi kromosom meliputi perubahan jumlah dan struktur kromosom (Sudrajat dan Bramasto, 2015).

Beberapa contoh penelitian perbaikan genetik melalui mutasi pada tanaman diantaranya kedelai (*Glycine max*) hasil mutasi varietas (Rasyad *et al.*, 2022), tanaman Garut (*Maranta arundinacea L*) hasil mutasi dengan iradiasi sinar gamma (Hidayati *et al.*, 2012), tanaman bawang putih (*Allium sativum L*) melalui mutasi kromosom (Pharmawati & Wistiani, 2015), perbaikan padi dengan mutasi induksi (Mugiono *et al.*, 2009), tanaman

okra merah hasil induksi sinar gamma (Werdhawati *et al.*, 2020), produktivitas rumput Taiwan hasil iradiasi sinar gamma (Harmini *et al.*, 2021), karakteristik morfologi dan produktivitas rumput benggala hasil iradiasi sinar gamma (Fanindia *et al.*, 2019), dan tanaman indigofera (*Indigofera zollingeriana*) terhadap iradiasi sinar gamma (Hutasoit *et al.*, 2022).

### C. Produktivitas Tanaman Indigofera

Pertumbuhan dan produksi hijauan tanaman pakan dipengaruhi oleh intensitas pembentukan percabangan/ranting, juga bergantung pada ketersediaan unsur hara dalam tanah tempat tumbuhnya. Semakin banyak pembentukan organ vegetatif tanaman yang dengan kata lain meningkatkan potensi penutupan tanah penyediaan hijauan untuk pakan ternak, kualitas bahan tanam yang digunakan, juga ditentukan oleh faktor lingkungan di antaranya adalah ketersediaan hara. Faktor yang mempengaruhi pertumbuhan indigofera adalah cahaya matahari. Cahaya matahari memiliki keterkaitan dengan serangkaian proses biokimia dan metabolisme pada hijauan seperti indigofera intensitas metabolisme akan meningkat. Meningkatnya intensitas metabolisme mengakibatkan proses fotosintesis, respirasi, serta transporasi nutrisi tinggi, sehingga dapat meningkatkan biomassa hijauan (Prayoga *et al.*, 2018).

Kualitas nutrisi *Indigofera zollingeriana* dipengaruhi oleh produktivitas hijauan seperti proporsi daun dan batang. Shehu, Y dan Alhassan (2006) menambahkan, proporsi daun pada leguminosa pohon sangat penting, karena daun merupakan organ metabolisme. Semakin



banyak jumlah daun, maka kualitas leguminosa tersebut semakin baik, karena daun merupakan bagian jaringan hijauan yang memiliki kandungan nutrisi paling tinggi dibandingkan dengan batang atau ranting.

Indigofera memiliki produksi biomassa yang tinggi bila dibandingkan dengan leguminosa pohon lain pada kondisi lingkungan yang sama. Menurut (Sirait, J, Simanihuruk, Hutasoit, 2009) *Indigofera zollingeriana* dapat berproduksi secara optimum pada umur delapan bulan dengan rata-rata produksi biomassa segar per pohon sekitar 2,595 kg/panen, rasio produksi daun per pohon 967,75 g/panen (37,29%) dan produksi batang per pohon 1627,25 g/panen (63,57%) dengan total produksi segar sekitar 52 ton/ha/tahun.

#### **D. Iradiasi Sinar Gamma**

Perbaikan mutu benih dan bibit melalui iradiasi sinar gamma telah banyak diaplikasikan untuk meningkatkan viabilitas dan vigor benih dan meningkatkan keragaman genetik dalam rangka pemuliaan untuk mendapatkan varietas unggul pada banyak jenis tanaman, terutama jenis-jenis tanaman pertanian (Sudrajat dan Bramasto, 2015). Dampak langsung dari iradiasi sinar gamma yaitu terjadinya kematian pada sel tanaman yang diiradiasi. Persentase tingkat kematian tanaman tergantung dengan radiosensitivitas bahan yang diiradiasi (Lisdyayanti, dan Anwar, 2019).

Kualitas tanaman dapat ditingkatkan dengan perlakuan iradiasi gamma karena memiliki daya penetrasi yang tinggi untuk merubah komposisi nutrien maupun anti nutrient pada objek materi. Iradiasi gamma adalah perlakuan fisik yang aman dan efektif digunakan sebagai agen

dekontaminasi mikroba, desinfektan serta meningkatkan kualitas nutrisi komoditas pertanian. Dosis iradiasi gamma yang bervariasi dapat menciptakan varietas tanaman yang berbeda. Iradiasi gamma akan lebih spesifik mengubah komposisi asam amino bahan pakan sehingga dapat meningkatkan pencernaan pakan (Wahyono *et al.*, 2020).

Perlakuan radiasi sinar gamma pada dosis rendah mampu memperbaiki perkecambahan benih dan pertumbuhan bibit pada tanaman hutan (Akshatha, Chandrashekar *et al.*, 2013) melalui peningkatan aktivitas enzim, perbaikan sel-sel respirasi, dan meningkatkan produksi struktur reproduksi (Luckey, 1998). Iradiasi sinar gamma dalam dosis yang tinggi mengganggu sintesa protein, keseimbangan hormon, pertukaran gas, pertukaran air dan aktivitas enzim (Hameed *et al.*, 2008) yang memicu gangguan terhadap morfologi dan fisiologi tanaman dan menghambat pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Kuzin, 1997).

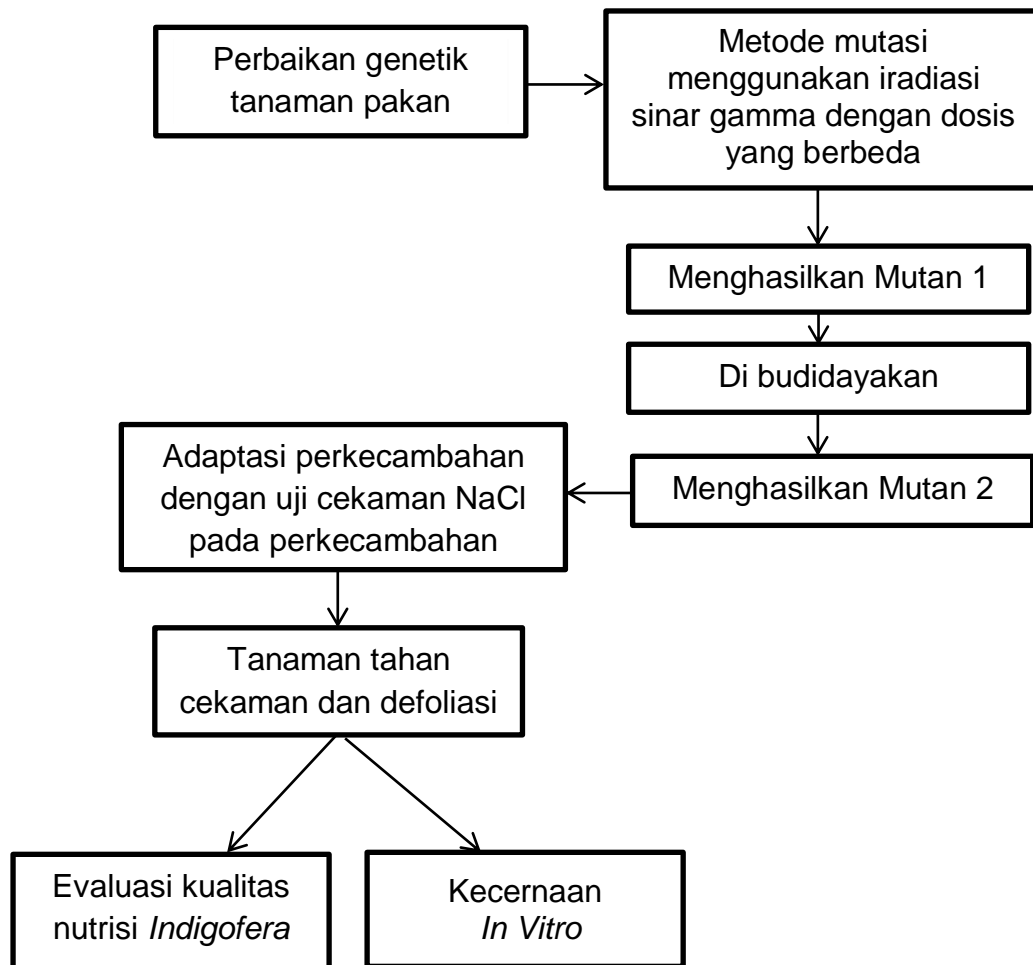
Pengaruh iradiasi sinar gamma bergantung pada dosis iradiasi yang digunakan. Dosis iradiasi merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kandungan dinding sel yang terdiri dari lignin, selulosa, hemiselulosa, dan protein yang berikatan dengan dinding sel. Bagian yang tidak terdapat sebagai residu dikenal sebagai *Detergent Soluble* (NDS) yang mewakili isi sel dan mengandung lipid, gula, asam organik, non protein nitrogen, peptin, protein terlarut dan bahan terlarut dalam air. Serat kasar terutama mengandung selulosa dan hanya sebagian lignin, sehingga nilai ADF lebih kurang 30 persen lebih tinggi dari serat kasar pada bahan yang sama (Suparjo, 2010).

### **E. Budidaya Tanaman Pada Daerah Pesisir**

Lahan kelas 1 atau lahan optimal semakin berkurang dan dikhususkan untuk tanaman pangan atau tanaman pakan diarahkan pada lahan-lahan suboptimal atau lahan marjinal seperti lahan salin. Penyebab lahan menjadi salin adalah intrusi air laut, air irigasi yang mengandung garam atau tingginya penguapan dengan curah hujan yang rendah sehingga garam-garam akan naik ke daerah perakaran. Salinitas mempengaruhi pertumbuhan tanaman umumnya melalui keracunan yang diakibatkan penyerapan unsur penyusun garam secara berlebihan, seperti natrium, penurunan penyerapan air, dikenal sebagai cekaman air dan penurunan dalam penyerapan unsur-unsur penting bagi tanaman khususnya potassium (Prasetyani *et al.*, 2020).

Cekaman garam berpengaruh terhadap pertumbuhan akar, batang dan luas daun. Hal ini terjadi karena ketidakseimbangan metabolik yang disebabkan oleh keracunan ion, cekaman osmotik dan kekurangan hara. Meskipun suatu tanaman dinyatakan toleran terhadap cekaman salinitas namun tanaman dapat dipengaruhi saat pindah tanam, bibit masih muda dan pembungaan. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Rustiati, dkk (2020) tanaman padi yang ditanam di lahan salinitas dengan penambahan gipsum dan bahan organik sebagai upaya pengendalian tanah salinitas tidak memberikan hasil yang signifikan terutama pada jumlah anakan padi. Berbeda dengan tanaman Indigofera yang memiliki tingkat toleran terhadap musim kering, genangan air dan tahan terhadap salinitas tinggi (Arniaty *et al.*, 2015).

## F. Kerangka Pikir



Gambar 1. Kerangka Pikir Penelitian