

# TESIS

**SIFAT FISILOGIS, PRODUKTIVITAS, DAN NILAI NUTRISI  
*Indigofera zollingeriana* DARI BIBIT MUTAN-2  
DAN CEKAMAN SALINITAS YANG DITANAM  
DI DAERAH PESISIR DENGAN UMUR  
DEFOLIASI YANG BERBEDA**

PHYSIOLOGICAL, PRODUCTIVITY AND NUTRITIONAL VALUE OF  
*Indigofera zollingeriana* MUTANT-2 AND UNDER SALINITY  
STRESS IN COASTAL AREA WITH DIFFERENT  
OF DEFOLIATION AGE

**AHMAD PURNOMO MUARIF  
I012212019**



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

# TESIS

**SIFAT FISIOLOGIS, PRODUKTIVITAS, DAN NILAI NUTRISI  
*Indigofera zollingeriana* DARI BIBIT MUTAN-2  
DAN CEKAMAN SALINITAS YANG DITANAM  
DI DAERAH PESISIR DENGAN UMUR  
DEFOLIASI YANG BERBEDA**

Disusun dan diajukan oleh

**AHMAD PURNOMO MUARIF  
I012212019**



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

TESIS

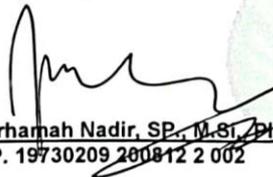
SIFAT FISILOGIS, PRODUKTIVITAS, DAN NILAI NUTRISI  
*Indigofera zollingeriana* DARI BIBIT MUTAN-2  
DAN CEKAMAN SALINITAS YANG DITANAM  
DI DAERAH PESISIR DENGAN UMUR  
DEFOLIASI YANG BERBEDA

Disusun dan diajukan oleh

**AHMAD PURNOMO MUARIF**  
NIM. I012212019

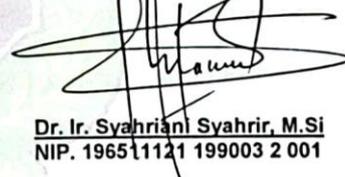
Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam  
rangka Penyelesaian Studi Program Magister Program Studi Ilmu dan  
Teknologi Peternakan Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin  
Pada tanggal 23 Agustus 2024  
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Pembimbing Utama



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

Pembimbing Anggota



Dr. Ir. Syahriani 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. Syahdal Baba, S.Pt., M.Si  
NIP. 19731217 200312 1 001



## PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ahmad Purnomo Muarif  
Nomor Induk Mahasiswa : I012212019  
Program studi : Ilmu dan Teknologi Peternakan  
Jenjang : S2

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul:

**SIFAT FISIOLOGIS, PRODUKTIVITAS, DAN NILAI NUTRISI  
*Indigofera zollingeriana* DARI BIBIT MUTAN-2  
DAN CEKAMAN SALINITAS YANG DITANAM  
DI DAERAH PESISIR DENGAN UMUR  
DEFOLIASI YANG BERBEDA**

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 26 Agustus 2024  
Yang Menyatakan



AHMAD PURNOMO MUARIF

## ABSTRAK

**Ahmad Purnomo Muarif.** I012212019. Sifat Fisiologis, Produktivitas, dan Nilai Nutrisi *Indigofera zollingeriana* dari Bibit Mutan-2 dan Cekaman Salinitas yang ditanam di Daerah Pesisir dengan umur Defoliiasi yang Berbeda. Dibimbing oleh: **Marhamah Nadir** dan **Syahrani Syahrir**

Budidaya tanaman *Indigofera zollingeriana* hasil mutasi genetik merupakan salah satu jenis tanaman pakan yang mampu beradaptasi terhadap cekaman kekeringan di daerah pesisir. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis fisiologi, produktivitas dan kadar nutrisi *Indigofera zollingeriana* Mutan-2 (M2) pada beberapa dosis iradiasi sinar gamma. Penelitian ini dilakukan menggunakan metode rancangan petak terpisah dengan dasar rancangan acak lengkap (RAL). Petak utama terdiri dari iradiasi sinar gamma kontrol (A1), 100 Gy (A2), dan 200 Gy (A3) sedangkan anak petak terdiri dari waktu defoliiasi selama 30-hari (B1) dan 70-hari (B2) setelah pemangkasan seragam. Parameter fisiologi (luas daun, indeks luas daun, prolin, klorofil, dan stomata); produktivitas (jumlah daun, jumlah cabang, dan rasio batang); kandungan nutrisi dianalisis menurut AOAC (2019) (bahan kering, bahan organik, serat kasar, lemak kasar, protein kasar, dan bahan ekstrak tanpa nitrogen (BETN)). Data hasil penelitian dianalisis menggunakan SPSS 29 dan perbedaan antar perlakuan di uji dengan DMRT (*Duncan's Multiple Range Test*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa respon fisiologis terbaik berada pada parameter klorofil 2,42 mg/L (A3B2) dan jumlah stomata 72,33 (A3B2). Produktivitas tertinggi berada pada parameter bahan kering 28,58% (A3B2) dan jumlah cabang 144,67 (A3B2). Nilai nutrisi serat kasar terendah yakni 12,42% (A1B2) dan protein kasar tertinggi 32,00% (A1B2). Sifat fisiologis terbaik tanaman *Indigofera zollingeriana* pada lahan salinitas adalah perlakuan dosis 200 Gy dengan umur defoliiasi 70 hari, produktivitas yang terbaik pada perlakuan defoliiasi 70 hari, dan kadar nutrisi yang terbaik pada umur defoliiasi 30 hari.

**Kata kunci :** *Indigofera zollingeriana*, Mutan-2, Defoliiasi, Fisiologi, Produktivitas, dan Daerah Pesisir.

## ABSTRACT

**Ahmad Purnomo Muarif.** I012212019. Physiological, Productivity and Nutritional Value of *Indigofera zollingeriana* Mutant-2 and Under Salinity Stress in Coastal Area with Different of Defoliation Age. Dibimbing oleh: **Marhamah Nadir** and **Syahrani Syahrir**

The cultivation of *Indigofera zollingeriana* resulting from genetic mutations one type of feed crop that is able to adapt to drought stress in coastal areas. This study aims to analyze the physiological, productivity and nutritional content of *Indigofera zollingeriana* Mutan-2 (M2) at several doses of gamma irradiation. This research was conducted using a separate plot design method on the basis of a complete randomized design (CRD). The main plot consisted of control gamma irradiation (A1), 100 Gy (A2), and 200 Gy (A3) while the subplots consisted of defoliation time for 30-days (B1) and 70-days (B2) after uniform pruning. Physiological parameters (leaf area, leaf area index, proline, chlorophyll, and stomata); productivity (number of leaves, number of branches, and stem ratio); nutrient content were analyzed according to AOAC (2019) (dry matter, organic matter, crude fiber, ekstrak eter, crude protein, and nitrogen free extract). The data were analyzed using SPSS 29 and differences between treatments were tested with DMRT (Duncan's Multiple Range Test). The results showed that the best physiological response was in the parameters of chlorophyll 2.42 mg/L (A3B2) and the number of stomata 72.33 (A3B2). The highest productivity was in the parameter of dry matter 28.58% (A3B2) and the number of branches 144.67 (A3B2). The lowest crude fiber nutritional value was 12.42% (A1B2) and the highest crude protein was 32.00% (A1B2). The best physiological properties of *Indigofera zollingeriana* plants on salinity land are the 200 Gy dose treatment with a defoliation age of 70 days, the best productivity at 70 days defoliation treatment, and the best nutrient content at 30 days defoliation age.

**Keyword** : *Indigofera zollingeriana*, Mutant-2, Defoliation, Physiology, Productivity, and Coastal Areas.

## 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 hanturkan salawat 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.

Limpahan rasa hormat, kasih sayang, cinta dan terima kasih tiada tara, kepada ayah **Drs. Muh. Arifin, M.Pd.I** dan ibu **Dra. Rafiatih** yang telah melahirkan, mendidik, dan membesarkan dengan cinta dan kasih sayang yang begitu tulus serta senantiasa memanjatkan do'a dalam kehidupannya untuk keberhasilan penulis.

Terimakasih tak terhingga kepada Pembimbing Utama **Marhamah Nadir, S.P., M.Si., Ph.D** dan kepada Pembimbing Pendamping **Dr. Ir. Syahrani Syahrir, M.Si** atas didikan, bimbingan, serta waktu yang telah diluangkan untuk memberikan bantuan dan pengarahan dalam membimbing penulis mulai dari pembuatan sampai selesainya tugas akhir ini.

Ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya penulis hanturkan dengan segala keikhlasan dan kerendahan hati kepada:

1. **Prof. Dr. Ir. Ambo Ako, M.Sc.** selaku Ketua Program Studi Magister Ilmu dan Teknologi Peternakan juga sebagai penasehat akademik yang senantiasa memberikan arahan dan motivasi kepada penulis selama berada di bangku perkuliahan.
2. Bapak **Prof. Dr. Ir. Budiman, MP**, Ibu **Dr. Ir. Jamila, S.Pt, M.Si, IPM** dan Ibu **Dr. Agr. Ir. Renny Fatmyah Utamy, S.Pt., M.Agr., IPM** selaku tim penilai yang memberikan dukungan serta saran membangun untuk penyempurnaan makalah ini
3. **Dosen Pengajar Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin** yang telah banyak memberi ilmu yang sangat bernilai bagi penulis dan **Seluruh Staf** dalam lingkungan Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin.
4. **Dr. Ir. Rahmadanih, M.Si** sebagai orang tua kedua saya yang telah memberikan kasih sayang, arahan dan dukungan moril kepada saya selama saya menempuh pendidikan formal di Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin.
5. Teman-teman dari **Mahasiswa Program Magister, Bimbingan Indigofera dan Unggas Crew** yang telah meluangkan waktunya untuk membantu dan memberi semangat serta seluruh pihak yang tidak bisa disebut satu per satu
6. Teman-teman seperjuangan **BOSS 16** yang tidak bisa saya sebutkan satu-persatu dan telah banyak membantu dalam memberikan semangat dalam pembuatan makalah hasil penelitian ini sampai selesai.

7. Semua pihak yang telah membantu baik langsung maupun tidak langsung dalam penyelesaian tugas akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Dengan sangat rendah hati, penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, kritik serta saran pembaca sangat diharapkan demi perkembangan dan kemajuan ilmu pengetahuan nantinya. Semoga laporan ini dapat memberi manfaat kepada kita semua. Aamiin Ya Robbal Aalamin. Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Makassar, 26 Agustus 2024



Ahmad Purnomo Muarif

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>PERNYATAAN KEASLIAN TESIS .....</b>	<b>ii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
A. Latar Belakang .....	1
B. Tujuan Penelitian .....	5
C. Kegunaan Penelitian .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>6</b>
A. Kondisi Umum Lokasi Penelitian Kelurahan Untia .....	6
B. Karakteristik Tanaman <i>Indigofera zollingeriana</i> .....	7
C. Iradiasi Sinar Gamma .....	9
D. Fisiologi <i>Indigofera zollingeriana</i> .....	11
E. Luas Daun .....	12
F. Indeks Luas Daun .....	14
G. Prolin .....	14
H. Klorofil .....	16
I. Jumlah Stomata .....	17
J. Produktivitas <i>Indigofera zollingeriana</i> .....	18
K. Bahan Kering .....	19
L. Bahan Organik .....	20

M. Serat Kasar .....	21
N. Lemak Kasar .....	22
O. Protein Kasar .....	22
P. Bahan Ekstrak Tanpa Nitrogen (BETN) .....	23
Q. Kerangka Pikir .....	25
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>26</b>
A. Waktu dan Tempat .....	26
B. Materi Penelitian .....	26
C. Rancangan Penelitian .....	26
D. Prosedur Penelitian .....	27
E. Parameter Pengamatan .....	29
F. Analisis Data .....	35
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>37</b>
A. Sifat Fisiologis <i>Indigofera zollingeriana</i> Mutan-2 dan Umur Defoliasi yang Berbeda .....	37
B. Produktivitas <i>Indigofera zollingeriana</i> Mutan-2 dan Umur Defoliasi yang Berbeda .....	41
C. Nilai Nutrisi <i>Indigofera zollingeriana</i> Mutan-2 dan Umur Defoliasi yang Berbeda .....	44
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>50</b>
A. Kesimpulan .....	50
B. Saran .....	50
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>51</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>60</b>

**DAFTAR TABEL**

	Halaman
1. Sifat Fisiologis <i>Indigofera zollingeriana</i> Mutan-2 dengan Dosis Iradiasi dan Umur Defoliasi yang Berbeda .....	37
2. Produktivitas <i>Indigofera zollingeriana</i> Mutan-2 berdasarkan Dosis Iradiasi dan Umur Defoliasi yang Berbeda .....	41
3. Kandungan Nutrisi Tanaman <i>Indigofera zollingeriana</i> Mutan-2 berdasarkan Dosis Iradiasi dan Umur Defoliasi yang Berbeda .....	45
4. Hasil Analisis Statistik Sifat Fisiologis <i>Indigofera zollingeriana</i> Mutan-2 yang di Tanam di Daerah Pesisir .....	60
5. Hasil Analisis Statistik Produktivitas <i>Indigofera zollingeriana</i> Mutan-2 yang di Tanam di Daerah Pesisir .....	66
6. Hasil Analisis Statistik Nilai Nutrisi <i>Indigofera zollingeriana</i> Mutan-2 yang di Tanam di Daerah Pesisir .....	69

**DAFTAR GAMBAR**

	Halaman
1. Peta Kelurahan Untia dan Lokasi Perikanan Perkebunan Nusantara (PPN Untia) .....	6
2. Kerangka Pikir .....	25

**DAFTAR LAMPIRAN**

	Halaman
1. Analisis Statistik Sifat Fisiologis <i>Indigofera zollingeriana</i> Mutan-2 yang Ditanam di Daerah Pesisir .....	58
2. Analisis Statistik Produktivitas <i>Indigofera zollingeriana</i> Mutan-2 yang Ditanam di Daerah Pesisir .....	63
3. Analisis Statistik Nilai Nutrisi <i>Indigofera zollingeriana</i> Mutan-2 yang Ditanam di Daerah Pesisir .....	67
4. Dokumentasi Penelitian Sifat Fisiologis, Produktivitas, dan Nilai Nutrisi <i>Indigofera zollingeriana</i> dari Bibit Mutan-2 dan Cekaman Salinitas yang ditanam di Daerah Pesisir dengan Umur Defoliasi yang Berbeda.....	74

# BAB I PENDAHULUAN

## A. Latar Belakang

Wilayah pesisir dan kelautan Indonesia merupakan daerah yang memiliki potensi sumber daya alam yang besar (Rahmadi *et al.*, 2017). Meskipun demikian, beberapa hasil penelitian yang menjelaskan bahwa daerah pesisir memiliki kondisi lahan dengan salinitas (kadar garam) yang tinggi. Menurut Karolineorita dan Yusuf (2020), salinitas dapat terjadi dikarenakan adanya jumlah garam terlarut yang cukup tinggi dalam tanah sehingga dapat mempengaruhi kemampuan tanaman untuk menyerap air. Tanah dengan salinitas mengandung kadar NaCl dapat menghambat penyerapan air dan unsur hara pada tanaman. Hal ini menyebabkan rendahnya produktivitas dan kesuburan tanaman, salah satu cara tanaman *Indigofera* mampu tahan terhadap salinitas sehingga di lakukan mutasi.

Mutasi merupakan pemuliaan tanaman melalui iradiasi terhadap perbaikan genetik fisiologi, produktivitas dan nilai nutrisi tanaman *Indigofera zollingeriana*. Menurut Maharani *et al.* (2015), radiasi sinar gamma dapat meningkatkan keragaman iradiasi dapat menyebabkan perubahan struktur gen, struktur kromosom, ataupun jumlah kromosom, sehingga dapat diperoleh genotipe dengan variasi-variasi yang baru. Pemanfaatan radiasi sinar gamma diharapkan mendapatkan jenis varietas unggul yang mempunyai karakter yang baik dari sebelumnya. Menurut (Fanindi *et al.*, 2019), penggunaan sinar gamma untuk meningkatkan produktivitas

tanaman dilakukan pada padi (Sobrizal, 2016), kedelai (Asadi, 2013), ginseng liar (Le *et al.*, 2019), dan tanaman lainnya.

Salinitas adalah salah satu cekaman abiotik yang mengakibatkan berkurangnya hasil dan produktivitas tanaman pertanian. Di Indonesia salinitas umumnya terjadi di lahan pertanian dekat daerah pesisir, disebabkan karena kenaikan permukaan laut akibat perubahan iklim. Salinitas yang tinggi menyebabkan pertumbuhan tanaman terhambat karena turunnya tekanan osmotik, sehingga menyulitkan perakaran tanaman untuk menyerap unsur hara. Disamping itu, terdapat efek tidak langsung berupa peningkatan nilai pH tanah yang menyebabkan imobilitas beberapa unsur hara penting seperti Ca, Mg dan P sehingga unsur-unsur tersebut tidak dapat di ambil oleh akar tanaman (Karolineorita dan Yusuf, 2020).

Beberapa hasil penelitian menemukan bahwa tanaman *Indigofera zollingeriana* mempunyai tingkat toleransi yang cukup tinggi terhadap cekaman kekeringan dan salinitas, maka salah satu upaya yang dapat dilakukan dalam pemanfaatan lahan di daerah pesisir adalah dengan menanam tanaman pakan *Indigofera zollingeriana*. Hal ini berarti bahwa, pemanfaatan daerah pesisir untuk budidaya *Indigofera zollingeriana* berpotensi untuk mengembangkan usaha peternakan di daerah pesisir. Nadir *et al.* (2018), menemukan *Indigofera zollingeriana* tumbuh dan tahan terhadap cekaman NaCl. Hal ini menunjukkan bahwa tanaman tersebut memiliki tingkat toleransi salinitas yang tinggi.

Tanaman *Indigofera zollingeriana* memiliki bentuk perakaran yang dalam dan kuat sehingga mampu beradaptasi pada daerah yang memiliki curah hujan yang rendah. Curah hujan yang rendah atau kekeringan merupakan faktor utama yang membatasi pertumbuhan dan perkembangan pada tumbuhan tingkat tinggi. Kekeringan yang terjadi pada tanaman berhubungan dengan rendahnya ketersediaan air yang ada dalam tanah. Wati (2017), melaporkan bahwa tanaman yang tercekam kekeringan perlahan-lahan akan mengalami penurunan laju pertumbuhan yang menyebabkan produktivitasnya rendah atau dapat menyebabkan kematian pada tanaman. Kekeringan pada tanaman dapat menyebabkan terganggunya proses metabolisme tanaman berupa terhambatnya penyerapan nutrisi, terhambatnya pembelahan sel, terhambatnya pembesaran sel, penurunan aktivitas enzim serta terhambatnya pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Supriyanto, 2013)

Terdapat beberapa tanaman yang tahan terhadap salinitas misalnya tanaman yang merupakan hasil dari perbaikan genetik diantaranya jagung (Latuharhary dan Saputro, 2017), tebu (Sari *et al.*, 2019), turi dan lamtoro (Fuskhah *et al.*, 2014), dan beberapa jenis tanaman legum lainnya. Salah satu jenis tanaman leguminosa yang dapat digunakan sebagai pakan ternak dan mempunyai tingkat toleransi yang tinggi terhadap cekaman lingkungan seperti kekeringan dan salinitas adalah *Indigofera zollingeriana* (Nadir *et al.*, 2018). Tanaman ini sekaligus dapat digunakan sebagai dasar untuk pengembangan usaha peternakan di daerah pesisir.

Suharlina (2012), *Indigofera* merupakan tanaman yang mampu beradaptasi pada lingkungan yang luas dan memiliki berbagai macam morfologi serta sifat agronomi yang sangat penting terhadap penggunaannya sebagai hijauan dan juga tanaman penutup tanah karena memiliki ciri-ciri yaitu tinggi kandungan protein, toleran terhadap kekeringan dan salinitas, serta memiliki akar yang memiliki kemampuan dalam merespon curah hujan yang relatif kurang dan berpotensi sebagai tanaman penutup tanah untuk daerah semi-kering dan kering.

Selain toleran terhadap kekeringan, tanaman *Indigofera zollingeriana* tahan akan pemangkasan. Interval dan intensitas pemangkasan mempengaruhi komposisi anatomi dan morfologi tanaman berupa rasio daun dan batang. Frekuensi pemangkasan yang tinggi dapat menurunkan produksi bahan kering sehingga dapat mempengaruhi produksi biomassa tanaman, komposisi nutrisi dan pencernaan pakan (Herdiawan *et al.*, 2012).

Defoliiasi adalah pemotongan atau pengambilan bagian tanaman yang ada di atas permukaan tanah dan mempunyai prinsip dalam mengatur keseimbangan hormon antara lain sitokinin dengan auksin pada ketiak daun di bawah ujung batang. Muhammadiyah *et al.* (2018), tinggi pemotongan memberi pengaruh pada laju pertumbuhan kembali karena cadangan karbohidrat cukup untuk mendukung pemunculan dan pertumbuhan tunas baru yang terbentuk sehingga kadar serat kasar meningkat seiring dengan meningkatnya umur tanaman saat dilakukan defoliiasi.

Wilayah pesisir memiliki potensi untuk budidaya tanaman pakan sehingga perlu dikaji secara komprehensif bagaimana respon berbagai

parameter fisiologi (luas daun, indeks luas daun, prolin, klorofil, dan stomata), parameter produktivitas (jumlah daun, jumlah cabang, dan rasio batang) dan parameter nilai nutrisi (bahan kering, bahan organik, serat kasar, lemak kasar, protein kasar, dan BETN) tanaman *Indigofera zollingeriana* Mutan-2 pada berbagai dosis iradiasi sinar gamma berdasarkan umur defoliiasi yang di tanam di daerah pesisir.

### **B. Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis bagaimana pengaruh dosis iradiasi gamma dan cekaman salinitas terhadap sifat fisiologis, produktivitas dan nilai nutrisi *Indigofera zollingeriana* Mutan-2 dan cekaman salinitas yang ditanam di daerah pesisir dengan umur defoliiasi berbeda.

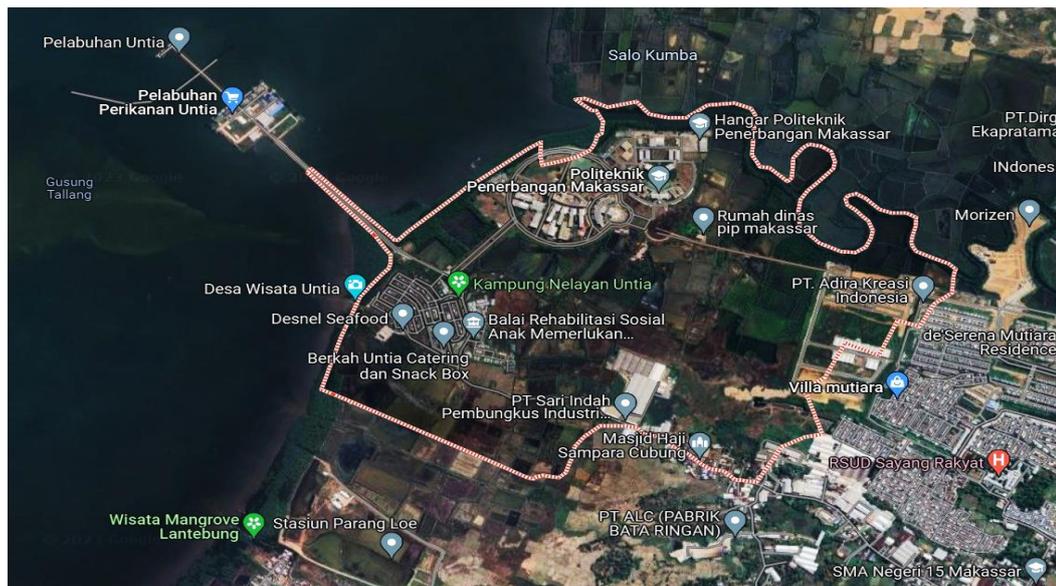
### **C. Kegunaan Penelitian**

Kegunaan penelitian ini yaitu sebagai sumber referensi baru kepada peneliti, masyarakat, para petani, dan peternak mengenai dosis dan waktu defoliiasi terhadap sifat fisiologis, produktifitas, dan nilai nutrisi *Indigofera zollingeriana* Mutan-2 dan cekaman salinitas yang ditanam di daerah pesisir.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### A. Kondisi Umum Lokasi Penelitian Kelurahan Untia

Kelurahan Untia terletak di bagian barat laut ibu kota Provinsi Sulawesi Selatan (Kota Makassar). Luas wilayah Kelurahan Untia mencapai 256,80 ha yang termasuk kedalam Kecamatan Biringkanaya dengan luas wilayah 48,22 Km<sup>2</sup>. Kelurahan Untia merupakan kelurahan terkecil dan satu-satunya yang terletak di daerah pantai dengan ketinggian dibawah 500 mdpl. Kawasan ini termasuk dalam kawasan pengembangan pemukiman penduduk, industri, dan pariwisata. Kelurahan Untia terletak di daerah pesisir pantai. Kelurahan Untia berbatasan dengan beberapa wilayah yaitu sebelah utara berbatasan dengan Kecamatan Marusu, sebelah selatan berbatasan dengan Kelurahan Bira, sebelah timur berbatasan dengan Kelurahan Bulurokeng dan sebelah barat berbatasan dengan Selat Makassar (Rahman *et al.*, 2022).



Gambar 1. Peta Kelurahan Untia dan Lokasi Perikanan Perkebunan Nusantara (PPN Untia)

Kondisi lahan pesisir di Kelurahan Untia telah mengalami penurunan produktivitas sehingga perlu dilakukan konservasi lahan secara vegetatif berupa penanaman tanaman leguminosa yang mampu meningkatkan kualitas tanah. Tanaman legum merupakan tanaman polong-polongan yang mempunyai sistem perakaran tunggang dengan cabang akar berbintik. Bintil akar mengandung *rhizobium* berperan menyuplai kandungan nitrogen dari hasil fiksasi nitrogen molekuler. Pemanfaatan lahan marginal daerah pesisir salah satunya di Kelurahan Untia menjadi areal pertanian/peternakan mampu memberikan bantuan keberhasilan budidaya usaha tani. Lahan-lahan marginal seperti tanah salin adalah tanah yang mengandung garam mudah larut yang jumlahnya cukup besar bagi pertumbuhan tanaman. Salinitas juga menggambarkan daerah tersebut memiliki curah hujan rendah pada musim kemarau (Masganti *et al.*, 2022).

### **B. Karakteristik Tanaman *Indigofera zollingeriana***

Tanaman *Indigofera* tergolong leguminosa merupakan tanaman dari kelompok kacangan dengan genus *Indigofera* berbentuk pohon dengan ukuran sedang. Tumbuh tegak, jumlah cabang banyak, akar dapat menembus tanah cukup dalam. Menurut Solikah dan Abdullah (2020), tanaman *Indigofera zollingeriana* mengandung protein tinggi. Kandungan protein kasar *Indigofera* mencapai 29.16%. Tanaman *Indigofera zollingeriana* dapat bertahan hidup dan berproduksi pada taraf cekaman kekeringan berat (25% kapasitas lapang). *Indigofera zollingeriana* dapat dikembangkan di wilayah dengan iklim kering untuk mengatasi keterbatasan pakan ternak terutama dalam menghadapi musim kemarau.

*Indigofera zollingeriana* termasuk tanaman hijauan penting yang dibudidayakan atau tumbuh secara alami di Indonesia dan negara lain yang dapat menunjukkan toleransi terhadap cekaman abiotik seperti kekeringan (tinggi), banjir ringan, tanah masam, dan salinitas (toleran hingga sedang). Menurut Maesaroh dan Ozel (2021), *Indigofera zollingeriana* dengan kandungan protein tinggi dianggap cocok untuk budidaya dan perbaikan struktur tanah karena memiliki tingkat toleransi terhadap salinitas dan dapat direkomendasikan untuk produksi hijauan di daerah sub-optimal yang dapat beradaptasi dengan baik di daerah salinitas.

Wilson dan Rowe (2008), *Indigofera zollingeriana* adalah jenis leguminosa pohon yang memiliki tinggi sekitar 1 sampai 2 meter bahkan lebih dan dapat dipanen pada umur 6 sampai 8 bulan dengan produksi biomasa serta kandungan nutrisi yang tinggi pada kondisi yang normal dan suboptimal. *Indigofera zollingeriana* juga memiliki cabang yang banyak dengan daun berbentuk oval hingga lonjong dan bentuk morfologi bunga seperti kupu-kupu dengan ukuran sekitar 2 sampai 3 cm, warna bunga yang dimiliki bervariasi dari kuning sampai merah dan merah muda tetapi secara umum berwarna merah muda sehingga sangat menarik perhatian lebah madu (Tjelele, 2007).

*Indigofera zollingeriana* memiliki pertumbuhan yang cepat dengan tinggi rata-rata 418 cm pada umur tujuh bulan. Warna bagian bawah dan tengah batang tanaman hijau keabuan, sedangkan bagian atas batang berwarna hijau muda. Diameter batang atas, tengah dan bawah rata-rata berturut-turut 3,47; 9,26 dan 13,85 cm. Polong berukuran antara 1,5 sampai

4 cm, berisi 6 sampai 8 biji, dengan warna hijau muda sampai tua dan setelah matang berwarna coklat. Rata-rata panjang dan lebar daun adalah 6,93 dan 2,49 cm, berbentuk oval memanjang dengan jumlah daun per cabang antara 11- 21 helai (Sirait *et al.*, 2012).

### **C. Iradiasi Sinar Gamma**

Kegiatan pemuliaan dapat dilakukan melalui mutasi fisik, salah satunya yaitu iradiasi sinar gamma. Iradiasi sinar gamma merupakan suatu perlakuan mutasi induksi (buatan) dengan menggunakan bantuan sinar gamma. Mutasi merupakan sumber pokok dari semua variasi genetik yang menyediakan bahan kasar bagi evolusi. Mutasi dapat menambah atau mengurangi satu atau beberapa sifat baru yang khusus tanpa mengubah keseluruhan sifat unggul yang dimiliki sebelumnya (Warid *et al.*, 2017). Dampak dari fenomena mutasi yaitu terjadinya perubahan sifat pada tingkatan sel dan individu sehingga terbentuk variasi sifat dan keanekaragaman pada organisme.

Induksi mutasi dengan iradiasi gamma telah banyak digunakan untuk meningkatkan variabilitas dan produktivitas tanaman. Sinar gamma adalah iradiasi pengion paling efisien untuk membuat mutan pada tanaman yang dapat menginduksi sejumlah besar mutasi. Selain itu, sinar gamma dapat memodifikasi karakter fisiologis teristik untuk mengembangkan varietas secara pertanian dan ekonomi yang signifikan serta mengandung potensi produktivitas yang tinggi (Fanindi *et al.*, 2019).

Cekaman salinitas merupakan cekaman abiotik utama yang dapat membatasi pertumbuhan dan perkembangan pada tanaman serta merusak

banyak tanaman di banyak daerah termasuk Indonesia yang memiliki sekitar 0,44 juta ha lahan salin (Maesaroh dan Ozel, 2021).

Paparan iradiasi gamma pada dosis di bawah dosis letal dapat menyebabkan kerusakan tetapi tidak mengakibatkan kematian eksplan. Eksplan yang tetap tumbuh pasca iradiasi memiliki potensi sebagai mutan (Handini dan Aprilianti, 2020). Pemanfaatan radiasi sinar gamma pada berbagai konsentrasi diharapkan mendapatkan jenis varietas unggul yang mempunyai karakter buah yang baik dari sebelumnya. Dosis radiasi yang diberikan untuk mendapatkan individu dapat memperlihatkan perubahan sifat Mutan, tergantung pada jenis tanaman yang dimutasi. Pemanfaatan radiasi sinar gamma pada berbagai konsentrasi diharapkan mendapatkan jenis varietas unggul yang mempunyai karakter buah yang baik dari sebelumnya. Dosis yang terlalu tinggi dapat memberikan efek negatif langsung pada tanaman, karena dapat menyebabkan tanaman mati (Harmini *et al.*, 2021).

Pemanfaatan sinar gamma telah berkembang diberbagai bidang untuk kesejahteraan umat manusia, diantaranya dibidang kesehatan, industri, pengawetan makanan, pertanian, dan lain-lain. Sinar gamma adalah gelombang elektromagnetik yang memiliki daya tembus sangat kuat. Dengan daya tembusnya yang sangat kuat, sinar gamma dimanfaatkan dalam bidang pemuliaan tanaman untuk menciptakan keragaman genetik baru dalam perakitan varietas unggul. Pemuliaan tanaman dengan menggunakan sinar gamma ini dinamakan pemuliaan tanaman dengan teknik mutasi radiasi (Harsanti dan Yulidar, 2016).

Induksi mutasi dapat meningkatkan keragaman genetik tanaman melalui perubahan susunan gen yang dapat terjadi secara alami maupun buatan. Akan tetapi, induksi secara buatan terutama melalui iradiasi sinar gamma memberikan keragaman genetik secara cepat dan akurat (Wahyudi *et al.*, 2005). Iradiasi sinar gamma dapat membantu dalam perakitan varietas sorgum yang berpotensi hasil tinggi dan beradaptasi baik terhadap berbagai kondisi agroekologi pertanian (Human, 2007).

Togatorop *et al.* (2016), menyatakan bahwa mutasi induksi dengan iradiasi sinar gamma pada tanaman berkembang biak secara vegetatif dan dapat diterapkan pada tanaman mint, tanaman berkayu, tanaman berumbi maupun tanaman hias. Mutasi merupakan metode yang paling mudah untuk mendapatkan keragaman genetik karena kemampuannya dalam mengubah beberapa karakter. Selain itu, mampu mendapatkan sifat-sifat baru dan memiliki sifat unggul yang tidak dimiliki oleh tanaman induknya dengan hasil yang tak terduga.

#### **D. Fisiologi *Indigofera zollingeriana***

Fisiologi tanaman merupakan salah satu cabang ilmu biologi yang memiliki hubungan yang erat hubungannya dengan banyak bidang botani terapan seperti: agronomi, hortikultura, florikultura, kehutanan, pertanaman, pemuliaan tanaman, patologi tumbuhan, dan farmakologi. Menurut Fauziah (2021), fisiologi tanaman mengkaji berbagai proses metabolisme pada tanaman budidaya, karena setiap budidaya tanaman di harapkan hasilnya dapat dimanfaatkan oleh manusia, jadi sudah sepatutnya apabila fisiologi tanaman lebih mengarah pada proses metabolisme yang dapat berkaitan

dengan pembentukan dan perkembangan organ hasil. Secara umum, organ hasil dapat berupa buah, biji, daun, akar, umbi, dan lain-lain.

Penurunan tinggi tanaman atau tanaman menjadi kerdil diakibatkan oleh pengaruh dosis yang tinggi sehingga adanya gangguan fisiologis atau kerusakan kromosom yang disebabkan oleh mutagen yang diberikan. Sinar gamma termasuk ke dalam radiasi pegion dan berinteraksi dengan atom atau molekul untuk memproduksi radikal bebas dalam sel. Radikal tersebut dapat merusak atau memodifikasi komponen yang sangat penting dalam sel tanaman dan menyebabkan perubahan sebagian dari morfologi, anatomi, biokimia, dan fisiologi tanaman tergantung dari level radiasinya. Hal ini menunjukkan bahwa pemuliaan mutasi dapat menciptakan keragaman genetik pada karakter kuantitatif (Sutapa dan Kasmawan, 2016).

Kekurangan air mempengaruhi semua aspek pertumbuhan tanaman, yang meliputi proses fisiologi, biokimia, anatomi, dan morfologi. Pada saat kekurangan air, sebagian stomata daun menutup sehingga terjadi hambatan masuknya CO<sub>2</sub> dan menurunkan aktivitas fotosintesis. Selain menghambat aktivitas fotosintesis, kekurangan air juga menghambat sintesis protein dan dinding sel. Tanaman yang mengalami kekurangan air secara umum mempunyai ukuran yang lebih kecil dibandingkan dengan tanaman yang tumbuh normal (Ai dan Banyo, 2011).

### **E. Luas Daun**

Daun merupakan suatu organ tempat utama proses fotosintesis karena daun mengandung ratusan kloroplas yang berperan dalam

fotosintesis serta sebagai tempat proses pengelolaan energi cahaya menjadi energi kimia dan karbohidrat (glukosa). Berkaitan dengan daun maka luas daun merupakan salah satu parameter penting yang diperlukan untuk mengetahui pertumbuhan tanaman sehingga dapat memberikan aspek agronomi dan fisiologi serta pendugaan luas daun menggunakan peubah panjang dan lebar daun yang telah banyak digunakan (Susilo, 2015).

Pengukuran luas daun diperlukan sebagai indikator pertumbuhan dan kinerja fisiologis suatu tanaman. Pengukuran luas daun pada saat ini dilakukan dengan cara manual menggunakan beberapa metode antara lain metode kertas *milimeter*, *gravimetry*, *planimeter*, metode pengukuran panjang dan lebar dan metode fotografi. Metode-metode tersebut yang digunakan dalam mengukur luas daun tersebut masih tidak praktis dan memerlukan waktu, sehingga perlu dicari metode yang dapat mengukur dengan mudah, cepat dan akurat (Andrian *et al.*, 2022).

Faktor penting untuk diperhatikan dalam mengukur luas daun yaitu ketepatan hasil pengukuran dan kecepatan ukur, masing-masing faktor tersebut memiliki keunggulan sendiri dalam kegunaannya, misalnya pada pengukuran laju fotosintesis dan proses metabolisme lain yang tentunya dibutuhkan ketepatan pengukuran. Pengukuran luas daun bisa dilakukan dengan memetik daun (*destructive*) maupun tanpa memetik daun (*non descructive*), daun-daun tersebut kemudian diukur dengan menggunakan alat *Leaf Area Meter* (LAM) atau metode timbang (Usman *et al.*, 2018).

## **F. Indeks Luas Daun**

Indeks luas daun (ILD) merupakan salah satu komponen penting yang digunakan untuk menduga atau menghitung pembentukan biomassa. ILD adalah variabel yang digunakan untuk menyatakan kondisi daun tanaman yang sangat mempengaruhi proses biofisik tanaman, terutama dalam hubungannya dengan penyerapan radiasi matahari pada proses fotosintesis (Gusmayanti dan Sholahuddin, 2015).

Laju perubahan nilai ILD sangat tergantung dengan kualitas metabolisme dalam pertumbuhan tanaman. Oleh karena itu, ILD sering digunakan sebagai indikator dalam pertumbuhan tanaman, yaitu sebagai salah satu peubah untuk mengetahui intensitas radiasi yang diintersepsi oleh daun sehingga dapat diketahui nilai biomasanya. Peubah ILD digunakan untuk menghitung biomassa potensial dan evapotranspirasi maksimum dari suatu tanaman (Risdiyanto dan Setiawan, 2007).

Pertumbuhan dan produksi tanaman dipengaruhi oleh pemilihan genotipe. Fase pertumbuhan seperti pembentukan daun akan mempengaruhi indeks luas daun. Indeks luas daun akan mempengaruhi laju fotosintesis yang menghasilkan fotosintat, jika mempengaruhi laju fotosintesis yang menghasilkan fotosintat, maka akan berdampak pada hasil produksi (Sadewo *et al.*, 2021).

## **G. Prolin**

Prolin adalah salah satu osmolitik kompatibel paling umum pada stres air tanaman yang berfungsi dalam pengaturan tekanan osmosis dan akumulasinya di dalam sel yang berperan dalam menjaga kesetimbangan

air. Toleransi cekaman kekeringan pada tanaman hampir selalu melibatkan akumulasi senyawa yang dapat melindungi sel dari kerusakan yang terjadi pada saat potensial air rendah. Salah satu senyawa yang berperan dalam penyesuaian osmotikal sel adalah prolin (Wahono *et al.*, 2014).

Prolin dapat mencegah kerusakan struktur protein dan membran serta denaturasi protein. Prolin diakumulasi pada tanaman dan berfungsi sebagai agen osmotik dan juga berhubungan dengan aksi proteksi pada kondisi cekaman yang parah. Prolin dihasilkan sel segera setelah sel tersebut mengalami cekaman dan akan berfungsi melindungi membran plasma serta protein sel. Kurniawati *et al.* (2014), menyatakan bahwa mekanisme toleransi terhadap kekeringan selain berkurangnya kerapatan dan pembukaan stomata untuk meminimalisir kehilangan air di bawah kondisi cahaya berlebihan yaitu dengan mengakumulasi senyawa prolin yang berfungsi untuk pengaturan tekanan osmotik sel. Akumulasi prolin dapat menurunkan potensial osmotik sehingga menurunkan potensial air dalam sel tanpa membatasi fungsi enzim dan menjaga turgor sel.

Semakin tinggi kandungan prolin maka semakin tahan tanaman tersebut terhadap cekaman kekeringan. Sehingga keberadaan prolin dapat dijadikan sebagai indikator ketahanan tanaman terhadap cekaman kekeringan. Peran prolin dalam menjaga tanaman pada kondisi tercekam salah satunya sebagai osmoregulator. Terdapat perbedaan jumlah akumulasi prolin pada berbagai jenis tanaman saat mengalami cekaman kekeringan tergantung dari karakteristik tanaman tersebut (Larasani dan Violita, 2021).

## H. Klorofil

Klorofil merupakan salah satu pigmen yang terdapat dalam tubuh tumbuhan dengan jumlah yang paling banyak berdistribusi untuk proses kehidupan tumbuhan dengan mengubah energi cahaya menjadi energi kimia. Daun mengandung klorofil, karena itulah daun berwarna hijau. Sebagian besar klorofil terdapat di daun, namun pada bagian-bagian tanaman lain seperti akar, batang, buah, biji, dan, bunga juga terdapat klorofil dengan jumlah terbatas (Dharmadewi, 2020).

Nitrogen sangat diperlukan tanaman dalam pertumbuhan vegetatif, untuk memperbesar ukuran daun dan meningkatkan kandungan klorofil sehingga terjadi peningkatan klorofil pada daun yang akan mempercepat proses fotosintesis. Hasil dari proses fotosintesis akan ditranslokasikan pada bagian lain dari tanaman yang akan digunakan untuk pertumbuhan vegetatif dan reproduktif (Ali *et al.*, 2021).

Cahaya berperan bagi tanaman untuk proses fotosintesis, yang ditangkap oleh klorofil dalam menghasilkan bahan baku untuk pertumbuhan antara lain pembentukan bunga, daun, dan perkecambahan. Menurut Asyadiyah *et al.* (2016), klorofil berperan sebagai sumber energi untuk mengubah air dan karbondioksida menjadi karbohidrat, oksigen, dan energi dalam proses fotosintesis, semakin tinggi kadar klorofil maka proses fotosintesis pada tanaman akan berjalan lebih cepat sehingga fotosintat yang dihasilkan lebih tinggi.

## I. Jumlah Stomata

Stomata adalah celah diantara epidermis yang diapit oleh 2 sel epidermis khusus yang disebut sel penutup (Haryanti, 2010). Menurut Putriani *et al.* (2019), pada daun terdapat stomata yang berfungsi untuk pertukaran gas. Daun biasanya tipis melebar kaya akan suatu zat warna hijau yang dinamakan klorofil. Daun memiliki beberapa fungsi antara lain pengambilan zat-zat makanan (resorpsi), pengolahan zat-zat makanan (asimilasi), penguapan air (transpirasi), pernafasan (respirasi).

Perubahan ketahanan mekanisme stomata sangat diperlukan untuk mengatur kehilangan air pada tanaman dan untuk mengatur pengambilan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) yang penting untuk ketersediaan fiksasi CO<sub>2</sub> selama proses fotosintesis (Herdiawan & Sutedi, 2012). Status air pada daun, biasanya merupakan interaksi antara potensial air daun dan konduktansi stomata, dimana kekeringan pada daun akan menginduksi signal akar ke tajuk untuk mengurangi laju transpirasi, sehingga stomata menutup pada saat suplai air menurun (Herdiawan *et al.*, 2013).

Stomata sangat berperan penting sebagai salah satu alat beradaptasi tanaman terhadap cekaman kekeringan. Pada kondisi cekaman kekeringan, fungsi stomata akan menutup, sebagai upaya untuk menahan laju transpirasi. Senyawa yang banyak berperan dalam membuka dan menutupnya stomata adalah asam absisat (ABA), yaitu senyawa yang berperan sebagai sinyal adanya cekaman kekeringan sehingga stomata segera menutup (Juairiah, 2014).

## J. Produktivitas *Indigofera zollingeriana*

Produktivitas adalah suatu nilai kemampuan daya dukung lahan dalam memproduksi tanaman. Faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas yaitu unsur hara, hasil tanaman, jenis tanah, dan luasnya. Winata *et al.* (2012), unsur hara yang dibutuhkan berasal dari tanah hasil dari dekomposisi bahan organik yang dapat memperbaiki kesuburan fisik, kimia dan biologi pada tanah. Ketersediaan unsur hara dalam tanah pada daerah tropis tidak dapat mencukupi kebutuhan tanaman untuk pertumbuhan dan produksi, sehingga dibutuhkan adanya penambahan pupuk sebagai sumber unsur hara. Pertumbuhan dan produksi hijauan pakan dapat ditingkatkan melalui pemberian pupuk yang tepat dan efisien.

Melihat leguminosa pohon tersebut memiliki potensi dapat digunakan sebagai bahan pakan, maka perlu mempelajari karakteristik morfologi dan produktivitas serta palatabilitasnya pada ternak kambing. Melalui percobaan ini diharapkan leguminosa pohon *Indigofera zollingeriana* dapat digunakan sebagai sumber protein yang murah untuk ternak ruminansia termasuk kambing dan sekaligus menggantikan beberapa bahan pakan sumber protein seperti tepung ikan, bungkil kedelai, dan bungkil kelapa yang harganya cenderung semakin mahal (Sirait *et al.*, 2012).

Leguminosa *Indigofera zollingeriana* memiliki produksi hingga 63,57% dari total produksi segar. Selain itu, leguminosa *Indigofera zollingeriana* memiliki kandungan nutrien yang sangat baik yaitu protein kasar (PK) sebesar 27,9%, serat kasar (SK) sebesar 15,25%, dan kandungan mineral

yang cukup tinggi yaitu kalsium (Ca) 0,22% dan fosfor 0,18% (Sirait *et al.*, 2012).

### **K. Bahan Kering**

Kandungan bahan kering terdiri dari bahan organik dan bahan anorganik dimana bahan organik dipecah kembali menjadi zat-zat makanan yang lebih sederhana seperti serat kasar, protein kasar, dan bahan ekstrak tanpa nitrogen (Fariani dan Akhadiarto, 2009). Bahan pakan mengandung zat nutrisi yaitu air, bahan kering, bahan organik yang terdiri dari protein, karbohidrat, lemak, dan vitamin.

Semakin lama masa panen maka kandungan bahan kering akan semakin meningkat sebesar 27,55% sampai dengan 29,74%, meningkatnya kandungan bahan kering disebabkan karena meningkatnya konversi nutrisi yang diperoleh dari air dan simpanan dalam biji selama proses pemeliharaan. Kenaikan persentase bahan kering pada hijauan juga disebabkan oleh menurunnya persentase kadar air tanaman yang sudah tua. Tanaman yang masih muda cenderung memiliki kandungan air yang lebih tinggi, sehingga persentase bahan keringnya menjadi rendah. Semakin tua umur tanaman biasanya ada peningkatan kandungan serat kasar dan protein kasar yang dapat mempengaruhi peningkatan kandungan bahan kering (Widiastuti *et al.*, 2021).

Komponen bahan organik akan menghasilkan asam lemak yang merupakan sumber energi bagi ternak dan protein termasuk zat makanan yang membantu meningkatkan produktivitas ternak. Beberapa teknik pengelolaan yang baik diantaranya pengelolaan secara fisik, kimia, biologis

maupun kombinasi terbukti dapat meningkatkan nilai manfaat pakan serta peningkatan bahan kering (Hartono *et al.*, 2015)

#### **L. Bahan Organik**

Bahan organik memiliki peran dan pengaruh yang sangat penting di dalam tanah yang mencakup genesa dan kesuburan tanah. Adanya bahan organik dalam tanah berarti pula tersedianya sumber karbon dan energi bagi mikroorganisme tanah yang berperan sangat dominan dalam proses perombakan bahan organik. Hasibuan (2015), bahan organik merupakan salah satu pembenah tanah yang memiliki manfaat dalam perbaikan sifat-sifat tanah seperti sifat fisik, kimia, dan biologi. Secara fisik bahan organik dapat memperbaiki struktur tanah, menentukan tingkat perkembangan tanah, dan berperan dalam pembentukan agregat tanah.

Berbagai jenis media tanam dapat kita gunakan untuk mendukung pertumbuhan Indigofera dari beberapa bahan organik antara lain kompos, feses kambing, dan feses ayam. Pupuk organik bertujuan untuk mempertinggi kandungan bahan organik dalam tanah mempengaruhi dan menambah kebaikan dari sifat fisik, biologi, dan kimiawi tanah. Gofur *et al.* (2021), bahan organik suatu pakan dapat menunjukkan jumlah nutrisi protein, lemak, dan karbohidrat yang dapat dicerna oleh ternak. Nilai kualitas suatu bahan pakan dapat ditentukan dari nilai pencernaan bahan organik. Pencernaan bahan kering sejalan dengan pencernaan bahan organik, tinggi rendahnya pencernaan suatu bahan kering akan berpengaruh positif terhadap pencernaan bahan organik.

Untuk mengatasi kemunduran kesuburan tanah dan meningkatkan produksi hasil tanaman yang berkelanjutan perlu adanya pemanfaatan pupuk organik sehingga sistem pertanian bisa menjadi berkelanjutan jika memiliki kandungan bahan organik tanah lebih dari 2%. Kondisi tanah tidak subur dikarenakan kandungan bahan organik sedikit dan perlu dilakukan penyediaan bahan organik dan unsur hara terutama nitrogen, walaupun peran bahan organik terhadap suplai hara tanaman kurang namun bahan organik berperan penting dalam kesuburan fisik tanah (Rumlus *et al.*, 2021).

### **M. Serat Kasar**

Serat kasar adalah bagian dari karbohidrat yang tidak dapat dihidrolisis oleh bahan-bahan kimia, dimana zat yang digunakan untuk menentukan kadar serat kasar yaitu asam sulfat ( $H_2SO_4$  1,25%) dan natrium hidroksida (NaOH 1,25%). Serat kasar sangat penting dalam penilaian kualitas bahan makanan karena angka ini merupakan indeks dan menentukan nilai gizi makanan tersebut (Hardiyanti dan Nisah, 2019). Menurut Muliani *et al.* (2022), menyatakan bahwa serat kasar yang terdapat dalam pakan sebagian besar tidak dapat dicerna pada ternak non ruminansia namun digunakan secara luas pada ternak ruminansia, sebagian besar berasal dari sel dinding tanaman dan mengandung selulosa, hemiselulosa, dan lignin.

Kecernaan hijauan pakan ternak sangat dipengaruhi oleh kandungan serat kasarnya. Serat kasar merupakan bagian dari karbohidrat yang sulit dicerna. Tingkat kecernaan serat kasar sangat dipengaruhi oleh komponen dinding selnya berupa *neutral detergent fibre* (NDF), *acid detergent fibre*

(ADF), dan *acid detergent lignin* (ADL)/lignin. Kandungan NDF, ADF, dan lignin hijauan pakan ternak sangat dipengaruhi oleh umur panen (*maturity*). Semakin tua umur panen hijauan pakan ternak maka kandungan serat kasar semakin meningkat (Ali *et al.*, 2021).

#### **N. Lemak Kasar**

Kadar lemak kasar hijauan sangat dipengaruhi oleh jenis, umur panen dan perlakuan yang diberikan. Kadar lemak kasar *Indigofera* tidak dapat meningkat dengan penundaan umur panen dari 2 bulan ke 4 bulan, dengan dilakukannya peningkatan umur panen dapat meningkatkan kadar lemak kasar hijauan. Peningkatan kadar lemak kasar ini disebabkan oleh semakin tua umur tanaman semakin banyak cadangan energi dalam bentuk lemak kasar yang ditimbun di daun (Ali *et al.*, 2021).

Lemak kasar berfungsi sebagai sumber energi yang berdensitas tinggi. Asam lemak akan menghasilkan energi yang lebih tinggi dibandingkan dengan nutrisi lain seperti karbohidrat atau protein ketika dimetabolisme dalam tubuh. Bahan pakan dengan kandungan lemak yang tinggi akan mempunyai jumlah zat yang rendah. Tingginya daya cerna lemak kasar disebabkan oleh struktur kimia lemak yang mudah dicerna (Polii *et al.*, 2020).

#### **O. Protein Kasar**

Protein adalah kumpulan dari asam-asam amino yang mengandung unsur karbon (C), hidrogen (H), nitrogen (N), dan oksigen (O<sub>2</sub>) yang diperlukan oleh tubuh ternak untuk penggantian jaringan tubuh yang rusak serta pertumbuhan yang berasal dari pakan dan akan mengalami proses

metabolisme oleh mikrobia rumen menjadi asam-asam amino. Menurut Agustono *et al.* (2017) menyatakan bahwa pengertian protein kasar adalah semua zat yang mengandung nitrogen. Diketahui bahwa dalam protein rata-rata mengandung nitrogen 10% (kisaran 13 sampai 19%).

Suatu molekul protein disusun oleh sejumlah asam amino dengan susunan tertentu dan bersifat turunan. Asam amino terdiri atas unsur-unsur karbon, hidrogen, oksigen, dan nitrogen. Unsur nitrogen adalah unsur utama protein sebanyak 16% dari berat protein. Molekul protein juga mengandung fosfor, belerang, dan ada jenis protein yang mengandung unsur logam seperti tembaga dan besi. Kualitas protein dapat didefinisikan sebagai efisiensi penggunaan protein oleh tubuh. Kualitas protein ditentukan oleh jenis dan proporsi asam amino yang dikandungnya (Probosari, 2019).

Protein memiliki banyak fungsi diantaranya sebagai enzim, hormon, dan antibodi. Di alam, bentuk protein spesifik untuk suatu fungsi. Oleh karena itu agar suatu polipeptida yang baru dibentuk siap menjadi protein yang berfungsi secara biologis dan mampu mengkatalisis suatu reaksi metabolik, menggerakkan sel, atau makromolekul, polipeptida tersebut harus mengalami pelipatan membentuk susunan tiga dimensi tertentu atau konformasi (Sawitri *et al.*, 2014).

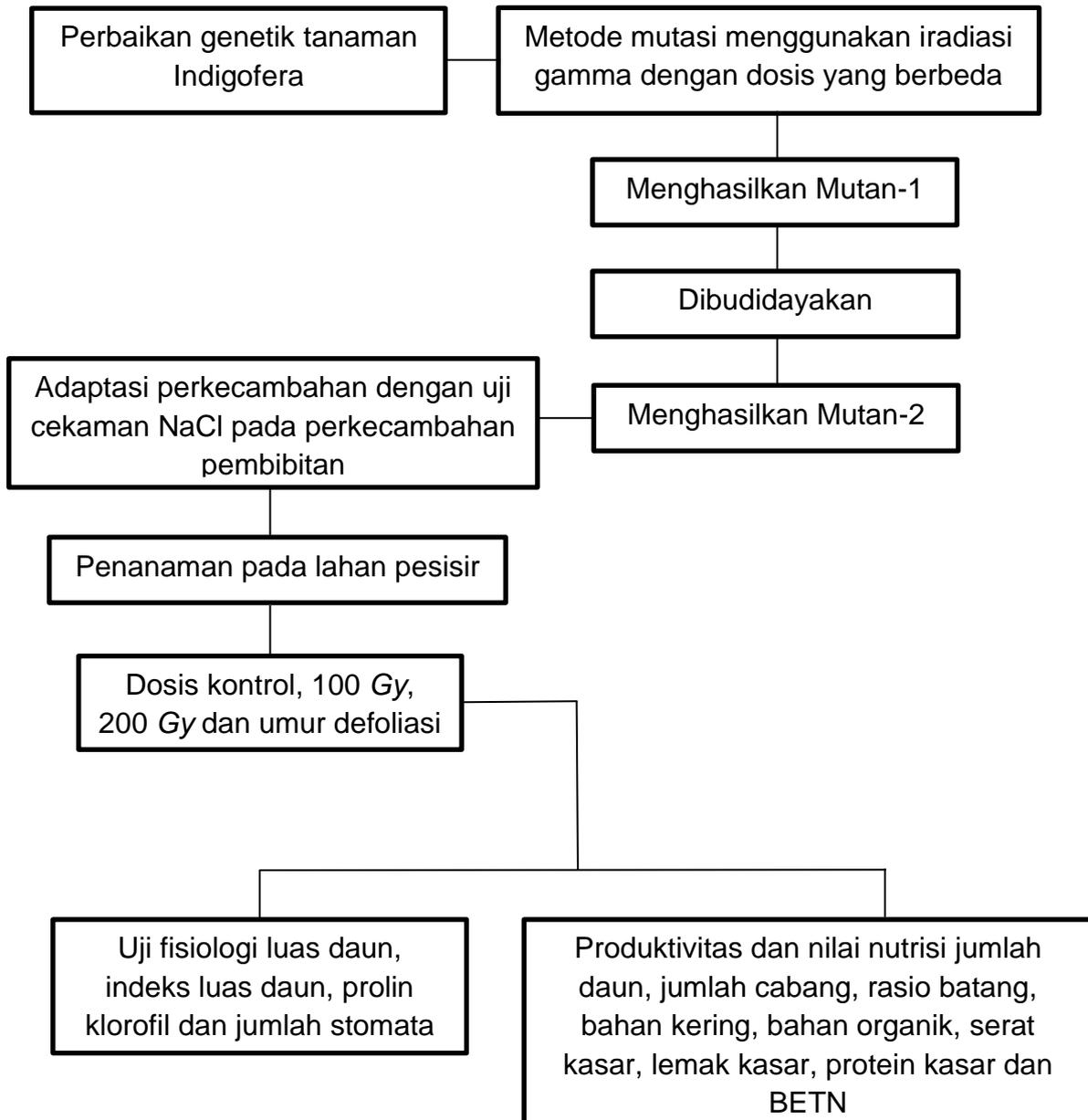
#### **P. Bahan Ekstrak Tanpa Nitrogen (BETN)**

Bahan ekstrak tanpa nitrogen (BETN) merupakan bagian dari bahan makanan yang mengandung karbohidrat, gula, dan pati. Kandungan BETN suatu bahan pakan sangat tergantung pada komponen lainnya, seperti abu,

protein kasar, serat kasar, dan lemak kasar. Jika jumlah abu, protein kasar, ekstrak eter, dan serat kasar dikurangi dari 100, perbedaan itu disebut bahan ekstrak tanpa nitrogen (BETN) (Amrullah *et al.*, 2015).

Bahan ekstrak tanpa nitrogen (BETN) digunakan sebagai energi oleh mikroba dalam pertumbuhannya. Adanya peningkatan aktivitas mikroba dalam mendegradasi substrat, maka akan mempengaruhi juga pemakaian energi (BETN) yang semakin banyak pula, sehingga dalam aktivitas mikroba yang tinggi saat masa penyimpanan dapat menurunkan kandungan BETN. Penurunan kadar BETN dipandang dari aspek nutrisi kurang menguntungkan, karena semakin sedikit BETN, berarti semakin sedikit pula komponen bahan organik yang dapat dicerna sehingga semakin sedikit pula energi yang dapat dihasilkan (Sari *et al.*, 2015).

### Q. Kerangka Pikir



Gambar 2. Kerangka Pikir