



**PERKECAMBAHAN DAN PERTUMBUHAN KECAMBAH BIDARA
(*Ziziphus mauritiana* Lam.) SECARA *IN VITRO* DAN *EX VITRO*
PADA KONDISI GELAP DAN TERANG**

Skripsi
diajukan untuk memenuhi salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Sains
Program Studi Biologi

oleh
Murinah
4411414003

JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
2020

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan ini saya menyatakan skripsi yang berjudul “Perkecambah dan Pertumbuhan Kecambah Bidara (*Ziziphus mauritiana* Lam.) secara *In vitro* dan *Ex vitro* pada Kondisi Gelap dan Terang” dan seluruh isinya adalah benar-benar karya sendiri, bebas plagiat, dan apabila dikemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan perundang-undangan.

Semarang, Juni 2020



Murinah

4411414003

PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul

Perkecambah dan Pertumbuhan Kecambah Bidara (*Ziziphus mauritiana* Lam.)
secara *In vitro* dan *Ex vitro* pada Kondisi Gelap dan Terang

Disusun oleh

Murinah

4411414003

Telah dipertahankan dihadapan sidang Panitia Ujian Skripsi FMIPA UNNES pada 27
Februari 2020.

Panitia

Ketua



Sugianto, M.Si.

NIP 196102191993031001

Sekretaris

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Nms', written in a cursive style.

Dr.dr. Nugrahaningsih WH M.Kes

NIP 196907091998032001

Ketua Penguji

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'E.P.', written in a cursive style.

Drs. Eling Purwantoyo, M.Si.

NIP 196007081992031002

Anggota Penguji/

Pembimbing I

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Enni', written in a cursive style.

Prof. Dr. Enni Suwarsi R., M.Si.

NIP 196009161986012001

Anggota Penguji/

Pembimbing II

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Talitha', written in a cursive style.

Talitha Widiatningrum, S.Si., M. Si., Ph.D.

NIP 198009292005012004

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

Setiap penulis akan mati. Hanya karyanyalah yang abadi. Maka tulislah sesuatu yang membahagiakanmu di akhirat nanti (Ali bin Abi Thalib).

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk Ibu Watmi, Ibu Sumi tercinta, FAMILIA, teman - teman Laboratorium Kultur Jaringan Tanaman Biologi UNNES, dan teman-teman seperjuangan.

PRAKATA

Puji syukur senantiasa terucap kehadirat Allah SAW, karena atas limpahan rahmat dan karunia-Nya tersusunlah skripsi berjudul “Perkecambahan dan Pertumbuhan Kecambah Bidara (*Ziziphus mauritiana* Lam.) secara *In vitro* dan *Ex vitro* pada Kondisi Gelap dan Terang”.

Penyusunan sripsi ini tidak lepas dari bantuan serta bimbingan dari berbagai pihak sehingga penyusunan skripsi ini dapat berjalan dengan lancar.

Ucapan terima kasih disampaikan kepada:

1. Rektor Universitas Negeri Semarang atas kesempatan yang diberikan untuk menempuh pendidikan di UNNES.
2. Dekan FMIPA Universitas Negeri Semarang yang telah memberikan izin penulis sehingga dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini.
3. Ketua Jurusan Biologi yang membantu kelancaran administrasi penulis dalam penyelesaian skripsi.
4. Prof. Dr. Enni Suwarsi Rahayu, M.Si. selaku dosen pembimbing yang selalu memberikan masukan dan pengarahan selama pembimbingan skripsi.
5. Talitha Widiatningrum, S.Si., M.Si., Ph.D. selaku dosen pembimbing yang selalu memberikan masukan dan pengarahan selama pembimbingan skripsi.
6. Drs. Eling Purwantoyo, M.Si. selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran dalam menguji kelayakan naskah skripsi saya.
7. Bapak Ibu dosen dan seluruh staf pengajar Jurusan Biologi, untuk ilmu yang diberikan pada penulis.
8. Kepala dan Staf Laboratorium Biologi FMIPA UNNES atas semua pelayanan dan fasilitas dalam menyelesaikan penelitian.
9. Ibu Watmi, dan Ibu Sumi atas dukungan, doa dan kesabarannya.
10. Teman-teman Biologi di Labaratorium Kultur Jaringan Tumbuhan (Novita Hermayani, Aida Raesa , Aisirotul Maisah, Adninta Husnu Amalia, Koriatun Wakidah, Siti Rochmah, Wahyu Nilam C., dan Mego Rifki. Terima kasih untuk semangat dan perhatiannya. Teman-teman seperjuangan Yenni Tyas Wulandari KE, Milatina Murni L, dan Siti Aminah Silviani terima kasih untuk kebersamaannya selama ini.

11. Semua pihak yang turut membantu dalam penyelesaian skripsi ini yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam skripsi ini masih belum sempurna. Saran dan kritik yang bersifat membangun sangat diharapkan untuk kesempurnaan skripsi ini. Semoga hasil penelitian skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca.

Semarang, Januari 2020

Penulis

ABSTRAK

Murinah. 2020. *Perkecambahan dan Pertumbuhan Kecambah Bidara (Ziziphus mauritiana Lam.) Secara In vitro dan Ex vitro pada Kondisi Gelap dan Terang*. Skripsi. Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang. Pembimbing Utama Prof. Dr. Enni Suwarsi Rahayu, M.Si. dan Pembimbing Pendamping Talitha Widiatningrum, S.Si., M. Si., Ph.D.

Kata kunci: perkecambahan, biji bidara, *in vitro*, *ex vitro*, gelap, dan terang

Bidara (*Ziziphus mauritiana* Lam.) merupakan tanaman identitas kota Tegal yang kaya nutrisi dan sumber obat (Hasan *et al.* 2014). Biji bidara memiliki dormansi fisik dan fisiologis yang menyebabkan biji sulit berkecambah dan tumbuh di alam bebas. Pemecahan dormansi fisiologis dapat dilakukan antara lain dengan stratifikasi dan mengatur pencahayaan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh pencahayaan terhadap perkecambahan biji bidara secara *in vitro* dan *ex vitro*.

Perkecambahan biji bidara menggunakan dua sub eksperimen. Sub eksperimen pertama adalah teknik perkecambahan *in vitro* (I) yang terdiri dari dua taraf yaitu *in vitro* gelap (IG) dan *in vitro* terang (IT). Sub eksperimen kedua adalah teknik perkecambahan *ex vitro* (E) yang terdiri dari dua taraf. Taraf pertama yaitu perkecambahan *ex vitro* gelap (EG) dan taraf kedua perkecambahan *ex vitro* terang (ET). Pada penelitian ini masing-masing taraf diulang sebanyak 16 kali. Penelitian dilakukan di Laboratorium Kultur Jaringan Tanaman dan Riset Jurusan Biologi FMIPA UNNES. Sampel berupa biji bidara yang tersertifikasi, seragam, dan siap tanam diperoleh dari toko sarana pertanian. Parameter yang diukur adalah kecepatan perkecambahan, panjangibu akar, panjang hipokotil, panjang epikotil ruas pertama, jumlah daun, luas daun, persentase biji berkecambah, dan kadar klorofil. Pada teknik *in vitro* biji disterilisasi kemudian dilakukan imbibisi selama 24 jam, ditanam dalam media MS padat. Pada teknik *ex vitro* biji diimbibisi 24 jam dan ditanam pada medium campuran. Analisis data menggunakan *Mann-Whitney* dan *Paired Sample T-test*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pencahayaan berpengaruh terhadap jumlah daun, luas daun, dan kadar klorofil kecambah *in vitro*. Pada perkecambahan *ex vitro*, pencahayaan berpengaruh terhadap kecepatan perkecambahan, panjang hipokotil, luas daun, dan kadar klorofil.

Berdasarkan hal tersebut dapat disimpulkan bahwa perlakuan yang mampu mengoptimalkan perkecambahan dan pertumbuhan bidara adalah perlakuan *in vitro* dan *ex vitro* dengan pencahayaan terang, sehingga rekomendasi dari penelitian ini adalah bidara dapat dikecambahkan dengan teknik *in vitro* maupun *ex vitro* pada pencahayaan terang.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	ii
PENGESAHAN	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	iv
PRAKATA.....	v
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB	
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Istilah	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
II. TINJAUAN PUSTAKA DAN KERANGKA BERPIKIR	6
2.1 Tinjauan Pustaka	6
2.2 Kerangka Berpikir.....	16
2.3 Hipotesis.....	17
III. METODOLOGI PENELITIAN.....	18
3.1 Jenis dan Desain Penelitian.....	18
3.2 Variabel Penelitian	19
3.3 Bahan Tanaman.....	19
3.4 Alat dan Bahan Penelitian.....	19
3.5 Prosedur Penelitian.....	21

3.6 Metode Pengumpulan Data.....	22
3.7 Teknis Analisis Data	24
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	25
4.1 Hasil Penelitian	25
4.2 Pembahasan.....	36
V. PENUTUP	48
5.1 Simpulan	48
5.2 Saran.....	48
DAFTAR PUSTAKA	49
LAMPIRAN-LAMPIRAN.....	54

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Perbandingan komposisi senyawa nutrisi anorganik resep <i>Hoagland</i> , MS, WPM, dan <i>Gamborg-B5</i>	13
3.1 Alat –alat penelitian	19
3.2 Bahan uji penelitian.....	20
3.3 Pengamatan perkecambahan biji bidara dengan variasi pencahayaan gelap dan terang	23
4.1 Rerata kadar klorofil kecambah bidara <i>in vitro</i> dan <i>ex vitro</i> pada kondisi gelap dan terang	34
4.2 Hasil uji <i>Mann-Whitney</i> dan <i>Paired Sample T-Test</i> pada parameter kecepatan perkecambahan, panjang radikula, panjang hipokotil, panjang epikotil, jumlah daun, luas daun, persentase perkecambahan,dan kadar klorofil kecambah <i>in vitro</i> dan <i>ex vitro</i>	35

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Morfologi buah bidara.....	6
2.2 Morfologi biji bidara.....	7
2.3 Kerangka berpikir penelitian.....	16
3.1 Denah rancangan penelitian <i>in vitro</i>	18
3.2 Denah rancangan penelitian <i>ex vitro</i>	18
4.1 Kecepatan perkecambahan dengan perlakuan <i>in vitro</i> gelap, <i>in vitro</i> terang, <i>ex vitro</i> gelap dan <i>ex vitro</i> terang	25
4.2 Panjang radikula kecambah bidara <i>in vitro</i> dan <i>ex vitro</i> tanpa pencahayaan (gelap) dan dengan pencahayaan (terang) pada 20 hst.....	26
4.3 Panjang radikula pada sistem perkecambahan <i>in vitro</i> dan <i>ex vitro</i> pada kondisi gelap dan terang.....	26
4.4 Pertumbuhan panjang hipokotil perkecambahan bidara pada pengukuran hari ke 2,4,6,8,10, dan 12 hst dengan teknik <i>in vitro</i> dan <i>ex vitro</i> pada kondisi gelap dan terang.....	27
4.5 Perbandingan pertumbuhan panjang hipokotil perkecambahan <i>in vitro</i> 4 hst dan 12 hst.....	28
4.6 Perbandingan pertumbuhan panjang hipokotil perkecambahan <i>ex vitro</i> pada kondisi gelap 4 hst dan 12 hst.....	28
4.7 Perbandingan pertumbuhan panjang hipokotil perkecambahan <i>ex vitro</i> pada kondisi terang 4 hst dan 12 hst	29
4.8 Pertumbuhan panjang epikotil perkecambahan bidara pada pengukuran 10,12,14,16,18, dan 20 hst	29
4.9 Perbandingan panjang epikotil perkecambahan <i>in vitro</i> gelap dan terang pada 12 hst dan 18 hst	30
4.10 Perbandingan panjang epikotil perkecambahan <i>ex vitro</i> pada kondisi gelap dan terang 12 hst dan 18 hst	31

4.11 Jumlah daun perkecambahan bidara <i>in vitro</i> dan <i>ex vitro</i> tanpa pencahayaan (gelap) dan dengan pencahayaan (terang) pada 20 hst.....	32
4.12 Daun kecambah bidara <i>in vitro</i> dan <i>ex vitro</i> pada kondisi gelap dan terang	32
4.13 Luas daun kecambah bidara <i>in vitro</i> dan <i>ex vitro</i> tanpa pencahayaan (gelap) dan dengan pencahayaan (terang) pada 20 hst.....	33
4.14 Persentase perkecambahan bidara <i>in vitro</i> dan <i>ex vitro</i> tanpa pencahayaan (gelap) dan dengan pencahayaan (terang).....	34

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Prosedur uji kadar klorofil	54
2. Rekap data pengamatan perkecambahan biji bidara secara in vitro dan ex vitro pada kondisi gelap dan terang	55
3. Nilai serapan hasil spektrofotometer UV VIS kecambah bidara	56
4. Analisis Data Perkecambahan Bidara	57
5. Nilai serapan hasil Spektrofotometer UV VIS DR 5000	65

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bidara (*Ziziphus mauritiana* Lam.) merupakan tanaman kaya nutrisi dan sumber obat yang tumbuh optimal di beberapa negara (Hasan *et al.* 2014). Tanaman ini tumbuh baik di lingkungan panas dan kering (Orwa *et al.* 2009). Hampir semua organ tanaman ini bermanfaat baik akar, batang, daun, buah, dan biji (Susilo & Denny 2016). Grygorieva *et al.* (2014) menyatakan bahwa biji bidara banyak mengandung minyak. Daging buah bidara bertekstur lembut, dapat dikonsumsi langsung ataupun dijadikan bahan dasar berbagai produk makanan. Buah dan akar bidara dapat digunakan khususnya di bidang pengobatan dan kosmetik.

Bidara mengandung beberapa metabolit sekunder di antaranya alkaloid, flavonoid, glikosida, fenol, lignin, saponin, sterol, dan tanin. Selain metabolit sekunder, buah bidara mengandung antioksidan yang tinggi sekitar $69,7 \pm 4,3$ % (Prakash *et al.* 2013). Beberapa penelitian membuktikan bahwa bidara memiliki banyak manfaat dalam bidang farmasi. Aplikasi terapeutik ekstrak buah bidara dan *glibenclamide* menurunkan kadar glukosa darah secara signifikan pada hari ke-6 dan ke-7 pemberian ekstrak (Avizeh *et al.* 2010). Kumar *et al.* (2017), menyatakan bahwa kandungan fenol dan flavonoid daun bidara bermanfaat sebagai antioksidan dan anti inflamasi. Hussein *et al.* (2006) menyimpulkan bahwa akar bidara bermanfaat sebagai anti hiperglikemik, anti hiperlipidemik, dan antioksidan. Ekstrak kecambah bidara berpotensi menekan aktivitas mikroorganisme (Nkafamiya *et al.* 2013).

Bidara merupakan flora identitas Kota Tegal. Banyaknya manfaat bidara dalam bidang farmasi seharusnya mengakibatkan intensitas budidaya menjadi tinggi. Namun masyarakat Kota Tegal tidak membudidayakan bidara secara intensif. Hal ini karena masyarakat kurang memahami manfaatnya dan cara perkembangbiakan yang efisien (Rahayu & Budijantoro 2017).

Biji bidara memiliki dormansi fisik dan fisiologis yang menyebabkan biji sulit berkecambah dan tumbuh di alam bebas. Hal tersebut mengakibatkan populasi bidara di Kota Tegal semakin menurun. Perkecambahan perlu dipacu

dengan cara diberi perlakuan untuk memecah dormansi. Pemecahan dormansi fisiologis dapat dilakukan antara lain dengan stratifikasi dan mengatur pencahayaan.

Cahaya sebagai salah satu faktor lingkungan berpengaruh terhadap perkecambahan biji yang diperlukan untuk mengendalikan pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan. Washa (2015) menyatakan bahwa intensitas cahaya gelap berpengaruh terhadap perkecambahan biji. Penelitian Socolowski *et al.* (2010) membuktikan bahwa biji *Cereus perambucensis* yang diinkubasi pada intensitas cahaya gelap tidak berkecambah. Hal ini mengindikasikan bahwa biji yang dikecambahkan sensitif terhadap cahaya yang di kontrol fitokrom. Penelitian Cordoso *et al.* (2015) menyimpulkan bahwa intensitas cahaya berpengaruh terhadap perkecambahan *Plukenetia volubilis*. Penelitian tersebut menyimpulkan bahwa biji yang diinkubasi dalam pencahayaan terus menerus lebih cepat berkecambah daripada biji yang diinkubasi dengan pencahayaan 12 jam.

Perkecambahan dapat dilangsungkan secara *in vitro* dan *ex vitro*. Perkecambahan *in vitro* merupakan perkecambahan yang dilakukan pada medium *in vitro* dalam kondisi aseptik pada ruang inkubasi serta memerlukan media, cahaya, dan suhu yang optimal. Perkecambahan *in vitro* sering digunakan untuk perbanyakan tanaman yang memiliki nilai ekonomi tinggi dan menjadi metode sederhana untuk memperoleh regenerasi tanaman dengan waktu yang singkat (Khan *et al.* 2013). Selain itu, teknik *in vitro* dapat menunjang keperluan aplikasi transformasi genetik dan menyediakan kondisi yang optimal untuk perkecambahan biji dan pertumbuhan tanaman (Kone *et al.* 2015).

Perkecambahan *in vitro* merupakan perkecambahan yang dilakukan pada lingkungan yang terkendali pencahayaan, suhu, dan kelembabannya. Cahaya mempengaruhi perkecambahan dengan tiga cara, yaitu dengan intensitas (kuantitas) cahaya, kualitas cahaya (panjang gelombang) dan fotoperiodisitas (panjang hari). Cahaya dengan intensitas tinggi dapat meningkatkan perkecambahan pada biji, namun ada beberapa jenis biji yang perkecambahannya dihambat oleh cahaya (Harahap 2012).

Perkecambahan *ex vitro* merupakan perkecambahan yang dilakukan pada kondisi lingkungan alamiah tumbuhan. Teknik perkecambahan ini memerlukan

cahaya matahari sebagai sumber foton. Pencahayaan lingkungan *ex vitro* selalu mengalami fluktuasi setiap waktu. Pencahayaan lingkungan *ex vitro* dipengaruhi oleh kondisi sekitar khususnya cahaya matahari, begitupun dengan kelembabannya (Pipinis *et al.* 2011).

Tidak adanya cahaya juga dapat mempengaruhi perkecambahan biji. Biji-biji yang bersifat responsif terhadap cahaya dapat terhambat perkecambahannya jika terdapat cahaya. Biji yang sifatnya tidak responsif terhadap cahaya dapat berkecambah lebih cepat jika tanpa cahaya (Harahap 2012)

Berdasarkan latar belakang tersebut, pencahayaan gelap dan terang menjadi hal yang cukup penting untuk dianalisis pengaruhnya terhadap perkecambahan. Demikian pula kualitas perkecambahan pada kondisi *in vitro* dan *ex vitro*, oleh karena itu perlu dilakukan penelitian mengenai perkecambahan biji bidara secara *in vitro* dan *ex vitro* pada pencahayaan gelap dan terang untuk menunjang konservasi bidara.

1.2 Rumusan Masalah

Masalah yang akan diteliti dalam rumusan masalah sebagai berikut:

- a. Bagaimana pengaruh pencahayaan terhadap perkecambahan dan pertumbuhan kecambah bidara secara *in vitro*?
- b. Bagaimana pengaruh pencahayaan terhadap perkecambahan dan pertumbuhan kecambah bidara secara *ex vitro*?

1.3 Batasan Istilah

- a. Perkecambahan

Perkecambahan merupakan proses metabolisme biji hingga dapat menghasilkan pertumbuhan dari komponen kecambah yaitu plumula dan ibu akar (Purnobasuki 2011). Parameter perkecambahan yang akan diukur meliputi: kecepatan perkecambahan dan persentase perkecambahan. Parameter pertumbuhan kecambah yang akan diukur meliputi: panjang ibu akar, panjang hipokotil, panjang epikotil, jumlah daun, luas daun, dan kadar klorofil. Pada penelitian ini yang dimaksud dengan kecambah adalah

individu yang masih memanfaatkan kotiledon sebagai sumber nutrisi utama dalam pertumbuhannya.

b. Biji bidara

Biji bidara dalam penelitian ini adalah biji bidara yang tersertifikasi, seragam, dan siap tanam. Biji tersertifikasi adalah biji yang sifat viabilitas perkecambahannya tinggi.

c. Perkecambahan *In vitro*

Perkecambahan *in vitro* adalah perkecambahan yang dilakukan pada medium agar dengan resep MS (*Murashig and Skoog*) dalam kondisi aseptik dengan kondisi lingkungan yang terkendali. Perkecambahan ini dilakukan pada ruang inkubasi.

d. Perkecambahan *Ex vitro*

Perkecambahan *ex vitro* adalah perkecambahan yang dilakukan pada kapas basah dalam petridish, kemudian dipindah pada medium campuran dengan perbandingan berupa tanah, sekam, dan pupuk kandang = (1:1:1) selanjutnya diletakkan di *green house*.

e. Pencahayaan Terang dan Gelap

Perkecambahan *in vitro* dengan pencahayaan terang dikondisikan dengan meletakkan medium perkecambahan dan biji pada tempat yang mendapatkan cahaya lampu LED 18 Watt. Pencahayaan gelap dibuat dengan meletakkan biji yang dikecambahkan pada tempat yang tertutup.

Pada teknik *ex vitro*, pencahayaan terang dikondisikan dengan meletakkan medium perkecambahan dan biji pada tempat yang mendapatkan sinar matahari. Pencahayaan gelap dibuat dengan meletakkan biji yang dikecambahkan pada tempat tertutup.

1.4 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

- a. Menganalisis pengaruh pencahayaan terhadap perkecambahan dan pertumbuhan kecambah bidara secara *in vitro*.
- b. Menganalisis pengaruh pencahayaan terhadap perkecambahan dan pertumbuhan kecambah bidara secara *ex vitro*.

1.5 Manfaat

Hasil penelitian diharapkan dapat memberi manfaat teoritis dan praktis.

A. Manfaat teoritis meliputi:

1. Memperkaya konsep perkecambahan dan pertumbuhan kecambah secara *in vitro* dan *ex vitro*
2. Memperkaya konsep tentang teknik pematangan dormansi biji

B. Manfaat praktis meliputi:

1. Meningkatkan perkecambahan bidara yang optimal
2. Mengatasi kelangkaan tumbuhan bidara di alam

BAB 2

KAJIAN PUSTAKA DAN KERANGKA BERPIKIR

2.1 Tinjauan Pustaka

2.1.1 Kedudukan Taksonomi dan Morfologi Bidara

Klasifikasi *Ziziphus mauritiana* menurut *Natural Resources Conservation Services* (2014) sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Sub kelas	: Rosidae
Ordo	: Rhamnales
Familia	: Rhamnaceae
Genus	: <i>Ziziphus</i> mill.-Jujube
Spesies	: <i>Ziziphus mauritiana</i> Lam.

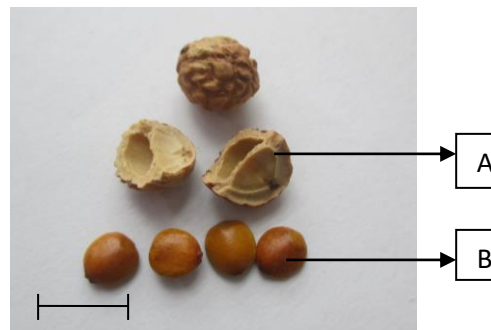


Gambar 2.1 Morfologi buah bidara
(Sumber: Rahayu 2018)

Z. mauritiana merupakan tumbuhan berbentuk pohon yang berduri dengan tinggi hingga 15 m serta memiliki diameter batang 40 cm atau lebih. Kulit batang berwarna abu-abu gelap kehitaman, pecah-pecah tidak beraturan. Daun tunggal dan berselang seling, memiliki panjang 4-6 cm dan lebar 2,5- 4,5 cm. Tangkai daun berbulu, tepi daun bergerigi halus. Buah berbiji satu, bulat sampai bulat telur, kulit buah kasar, mengkilap, berwarna kekuningan sampai kemerahan atau

kehitaman, daging buah putih, renyah, agak asam hingga manis (Goyal *et al.* 2012).

Z. mauritiana merupakan buah berbiji dengan daging buah yang empuk serta memiliki biji yang keras. Ada banyak variasi bentuk dan ukuran biji bidara, namun yang yang paling banyak ditemui berbentuk bulat. *Stone* beralur tidak beraturan dan biasanya terdiri dari dua biji berwarna coklat dengan kulit biji yang tipis (Joker 2003). Biji dapat disimpan pada kelembaban 7-10%, pada suhu ruang biji dapat disimpan minimal satu tahun. Sedangkan pada suhu dingin 5 °C biji masih memiliki viabilitas perkecambahan sampai beberapa tahun.



Gambar 2.2 Morfologi biji bidara. A. Endokarpium B. Kulit biji. *Scale bar*= 1 cm
(Sumber: Murinah 2018)

Kulit biji pada tumbuhan berbiji tertutup (Angiospermae) terdiri dari dua lapisan, yaitu lapisan kulit luar (*testa*) dan lapisan kulit dalam (*tegmen*). Lapisan kulit luar biasanya kuat dengan permukaan yang bervariasi, sedangkan lapisan kulit dalam bersifat seperti selaput dan sering kali juga disebut kulit ari. Pada tumbuhan berbiji terbuka (Gymnospermae), ada tiga lapisan kulit biji, yaitu kulit luar (*sarcotesta*), kulit tengah (*sclerotesta*) dan kulit dalam (*endotesta*). Kulit luar biasanya tebal berdaging berwarna hijau saat masih muda dan akan menjadi kuning dan akhirnya merah. Kulit tengah merupakan lapisan yang kuat, keras dan berkayu. Kulit dalam umumnya tipis seperti selaput dan seringkali melekat pada inti biji (Song Ai & Ballo 2010).

2.1.2 Fisiologi Perkecambahan Biji

Perkecambahan meliputi beberapa tahapan yaitu imbibisi, sekresi hormon dan enzim, hidrolisis cadangan makanan, pengiriman bahan makanan terlarut dan hormon ke daerah pertumbuhan embrio atau daerah lainnya, serta asimilasi atau fotosintesis (Song Ai & Ballo 2010). Beberapa biji yang memerlukan kondisi lingkungan tertentu untuk berkecambah misalnya pemaparan terhadap cahaya atau suhu rendah, mengakhiri dormansi jika diberi perlakuan dengan giberelin. (Campbell *et al.* 2012).

Setelah terjadi imbibisi maka embrio akan melepaskan giberelin (GA), yang mengirimkan sinyal ke aleuron, lapisan luar endosperma yang tipis. Aleuron merespon GA dengan mensintesis dan mensekresikan enzim amilase, lipase, dan protease yang menghidrolisis nutrien yang tersimpan dalam endosperma. (Campbell *et al.* 2012).

Enzim amilase bekerja memecah tepung menjadi maltosa, selanjutnya maltosa dihidrolisis oleh maltase menjadi glukosa. Protein dipecah oleh enzim protease menjadi asam amino. Enzim lipase memecah lemak menjadi asam lemak dan gliserol. Senyawa glukosa masuk ke dalam metabolisme untuk menghasilkan energi atau diubah menjadi senyawa karbohidrat penyusun struktur tubuh. Asam amino dirangkaikan menjadi protein yang berfungsi untuk menyusun struktur sel dan menyusun enzim-enzim baru. Asam lemak terutama dipakai untuk menyusun membran sel (Song Ai & Ballo 2010).

Transport materi hasil penguraian dari endosperm ke bagian embrio diangkut dari jaringan penyimpanan makanan menuju titik-titik tumbuh pada aulikula, ibu akar, dan plumula. Biji belum mempunyai jaringan pengangkut sehingga pengangkutan dilakukan secara difusi atau osmosis dari satu sel hidup ke sel hidup lainnya.

Asimilasi merupakan tahap akhir dalam penggunaan cadangan makanan dan merupakan proses pembangunan kembali menjadi protein baru dengan bantuan energi yang dihasilkan dari respirasi. Respirasi merupakan proses perombakan karbohidrat menjadi senyawa yang lebih sederhana dengan membebaskan sejumlah energi. Proses ini dimulai pada aulikula, ibu akar, dan plumula dan akan beralih

ke endosperm atau kotiledon setelah cadangan makanan habis. Aktivitas respirasi yang tertinggi terjadi pada saat ibu akar menembus kulit biji.

Pertumbuhan terjadi setelah kulit biji memecah. Ada dua macam pertumbuhan pada perkecambahan, yaitu pembesaran sel-sel yang sudah ada dan pemebentukan sel-sel baru pada titik-titik tumbuh. Pertumbuhan berakhir setelah terjadi pemanjangan ibu akar dan plumula (Song Ai & Ballo 2010).

2.1.3 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Perkecambahan Biji

Perkecambahan biji merupakan proses metabolisme biji hingga dapat menghasilkan pertumbuhan dari komponen kecambah, yaitu plumula dan ibu akar. Biasanya ibu akar keluar dari kulit biji, lalu tumbuh ke bawah dan membentuk sistem akar. Plumula muncul ke atas dan membentuk sistem tajuk. Perkecambahan meliputi beberapa tahapan yaitu imbibisi, sekresi hormon dan enzim, hidrolisis cadangan makanan, pengiriman bahan makanan terlarut dan hormon ke daerah pertumbuhan embrio atau daerah lainnya, serta asimilasi atau fotosintesis (Song Ai & Ballo 2010).

Perkecambahan biji dapat dipengaruhi oleh faktor-faktor dalam dan faktor-faktor luar. Faktor-faktor dalam meliputi tingkat kemasakan biji, ukuran biji, dormansi, dan penghambat perkecambahan. Sedangkan faktor-faktor luar yang mempengaruhi perkecambahan biji meliputi air, temperatur, oksigen, dan cahaya. Perkecambahan biji tumbuhan liar sering terhambat oleh faktor lingkungan, tetapi perkecambahan biji berbagai tumbuhan budidaya hanya terhambat oleh kurangnya kelembaban atau suhu hangat (Fazal *et al.* 2016).

2.1.3.1 Faktor Internal

Salah satu faktor internal yang mempengaruhi perkecambahan biji adalah dormansi. Dormansi berhubungan dengan impermeabilitas dan kerasnya biji, embrio yang belum matang, dan inhibitor. Dormansi didefinisikan sebagai kondisi inaktif atau penundaan pertumbuhan pada beberapa waktu dan dapat aktif kembali (*Collins COBUILD Dictionary* 2015). Dormansi adalah suatu keadaan berhenti tumbuh yang dialami organisme hidup atau bagiannya sebagai tanggapan atas suatu keadaan yang tidak mendukung pertumbuhan normal. Dengan

demikian, dormansi merupakan suatu reaksi atas keadaan fisik atau lingkungan tertentu. Pemicu dormansi dapat bersifat mekanis, keadaan fisik lingkungan, atau kimiawi (Harahap 2012). Hormon tumbuhan asam absisat menunjukkan peran yang penting dalam dormansi, sedangkan giberelin berperan menginisiasi perkecambahan (Soppe & Bentsink 2016).

Dormansi dapat dibagi menjadi dua kelompok yaitu dormansi fisik dan dormansi fisiologis. Dormansi fisik disebabkan oleh pembatasan struktural terhadap perkecambahan biji, seperti kulit biji yang keras dan kedap sehingga menjadi penghalang mekanis terhadap masuknya air atau gas-gas ke dalam biji. Beberapa penyebab dormansi fisik adalah impermeabilitas kulit biji terhadap air dan resistensi mekanis kulit biji terhadap pertumbuhan embrio (Harahap 2012).

Dormansi fisiologis dapat disebabkan oleh sejumlah mekanisme, tetapi pada umumnya disebabkan oleh zat pengatur tumbuh, baik yang berupa penghambat maupun perangsang tumbuh. Beberapa penyebab dormansi fisiologis adalah *immaturity embryo*, *after ripening*, dan photodormansi (Harahap 2012). Dormansi dapat dipatahkan oleh hormon giberelin dan auksin. Giberelin mengirimkan sinyal ke aleuron yang mendorong pembentukan α -amilase dan enzim-enzim hidrolitik lainnya. Adanya enzim-enzim hidrolitik yang masuk ke kotiledon dan endosperma, akan mengakibatkan terjadinya hidrolisis cadangan makanan yang menghasilkan energi untuk aktivitas sel (Tetuko *et al.* 2015).

2.1.3.2 Faktor Eksternal

Faktor eksternal yang mempengaruhi perkecambahan *in vitro* menurut Prudente & Paiva (2018) dan Fazal (2016) adalah temperatur, cahaya, kelembaban, hormon dan substrat. Hal ini didukung oleh penelitian Cordoso *et al.* (2015) bahwa suhu, cahaya, dan media berpengaruh terhadap perkecambahan biji *Plukenetia volubilis*. Hasil penelitian Souza *et al.* (2016) menjelaskan bahwa kondisi optimal perkecambahan *Genipa americana* L. adalah dengan mengimbibisi biji dalam air selama 48 jam dan diinokulasikan pada media $\frac{1}{2}$ MS + 15 g/L sukrosa dengan stratifikasi pada kondisi gelap selama 16 hari serta dipindahkan pada pencahayaan lampu *fluorescent*.

Cahaya terutama panjang gelombang, kerapatan flux, dan fotoperiodisitas sangat penting artinya bagi tumbuhan dan morfogenesis tanaman pada kultur *in vitro*. Laju fotosintesis pada kebanyakan tanaman yang dikultur secara *in vitro* relatif rendah karena kultur tersebut sangat tergantung pada suplai sukrosa dari luar (dari medium). Oleh karena itu, pentingnya cahaya di kultur jaringan terletak pada pengaruhnya terhadap fotomorfogenesis bukan terhadap fotosintesis (Zulkarnain 2011).

Cahaya berpengaruh terhadap persentase perkecambahan biji dan laju perkecambahan. Cahaya juga memiliki peran regulasi yang signifikan pada sintesis beberapa fitokimia. Pada kondisi tertentu cahaya berpengaruh menstimulasi biosintesis metabolit sekunder (Abbasi *et al.* 2007). Penghambat perkecambahan biji pada kondisi pencahayaan berhubungan dengan perubahan aktivitas *different temperature-dependent phytochromes* (Heschel *et al.* 2008).

Cahaya mempengaruhi perkecambahan dengan tiga cara, yaitu dengan intensitas (kuantitas) cahaya, kualitas cahaya (panjang gelombang) dan fotoperiodisitas (panjang hari). Cahaya dengan intensitas tinggi dapat meningkatkan perkecambahan pada biji-biji yang *positively photoblastic* (perkecambahannya dipercepat oleh cahaya). Jika penyinaran intensitas tinggi ini diberikan dalam durasi waktu yang pendek. Hal ini tidak berlaku pada biji yang bersifat *negatively photoblastic* (perkecambahannya dihambat oleh cahaya) (Elisa 2006). Biji *positively photoblastic* yang disimpan dalam kondisi imbibisi dalam gelap untuk jangka waktu lama akan berubah menjadi tidak responsif terhadap cahaya, dan hal ini disebut *skotodormant*. Sebaliknya, biji yang bersifat *negatively photo blastic* menjadi *photodormant* jika dikenai cahaya. Kedua dormansi ini dapat dipatahkan dengan temperatur rendah (Harahap 2012).

Pigmen yang memegang peranan penting dalam perkecambahan biji adalah fitokrom yang hanya terdapat dalam jumlah sangat sedikit dalam biji. Fitokrom adalah fotoreseptor yang bertanggungjawab terhadap efek-efek yang berlawanan dari cahaya merah dan merah jauh. Suatu fitokrom memiliki sub unit yang identik, masing-masing terdiri dari sebuah komponen polipeptida yang berikatan secara kovalen dengan sebuah komponen nonpolipeptida kromofor, bagian subunit yang menyerap cahaya. (Campbell *et al.* 2012).

Pada keadaan terang, fitokrom pada beberapa biji seperti buah kacang tanah tidak terbentuk, sehingga gen-gen yang mengontrol perkecambahan tidak terekspresi. Selain itu, dalam keadaan terang dinding sel sebelah luar sel-sel eksokarp mengalami lignifikasi (Sulistiono 2000) yang akan menghalangi masuknya air dan unsur hara ke dalam biji. Efek lingkungan dapat mengubah peran jenis fitokrom pada perkecambahan. Oleh karena itu, beberapa jenis fitokrom penting dalam menginisiasi perkecambahan pada musim perkecambahan di alam (Donohue *et al.* 2007).

Penyebab terjadinya perkecambahan adalah daerah merah dari spektrum (red; 650 nm), sedangkan sinar infra merah (far red; 730 nm) menghambat perkecambahan. Efek dari kedua daerah di spektrum ini *adalah mutually antagonistic* (bertentangan). Dalam hal ini, biji mempunyai 2 pigmen yang *photoreversible* (dapat berada dalam 2 kondisi alternatif) yaitu P650 : mengabsorbir di daerah merah, P730 : mengabsorbir di daerah infra merah.

Jika biji dikenai sinar merah (red; 650 nm), maka pigmen P650 diubah menjadi P730. P730 inilah yang menghasilkan sederetan aksi-aksi yang menyebabkan terjadinya perkecambahan. Sebaliknya jika P730 dikenai sinar infra merah (far-red; 730 nm), maka pigmen berubah kembali menjadi P650 dan terhambatlah proses perkecambahan (Elisa, 2006). Biji *light sensitive* yang telah mengadakan imbibisi jika disinari dengan sinar merah (650 nm) mengakibatkan fitokrom merah menjadi bentuk fitokrom infra merah yang aktif sehingga dapat menyebabkan perkecambahan biji.

Jumlah simpanan nutrien yang terbatas pada kebanyakan jenis biji yang berukuran kecil, menyebabkan biji berkecambah saat lingkungan cahaya dan kondisi-kondisi yang lain hampir optimal (Campbell *et al.* 2012).

2.1.4 Teknik Perkecambahan Biji

2.1.4.1 Teknik Perkecambahan *In vitro*

Kultur jaringan atau kultur *in vitro* adalah suatu teknik isolasi bagian-bagian tanaman seperti jaringan, organ, dan embrio yang dipelihara dan ditumbuhkan pada media buatan yang steril agar mampu beregenerasi dan berdiferensiasi menjadi tanaman lengkap (Zulkarnain 2011).

Kultur aseptik dapat diperoleh dengan melakukan langkah awal berupa disinfestasi atau sterilisasi terhadap bahan tanaman yang akan dijadikan eksplan, sehingga pada waktu dikulturkan, eksplan tersebut telah bebas dari mikroorganisme kontaminan. Selain dari bahan tanaman, kontaminasi dapat pula berasal dari dalam medium kultur, peralatan yang sterilisasinya kurang sempurna, dan berasal dari udara langsung yang masuk ke dalam kultur pada saat penanaman (Zulkarnain 2011).

Perkecambahan *in vitro* memerlukan media, cahaya, dan suhu yang optimal. Media merupakan salah satu faktor yang penting dalam kultur jaringan. Media tumbuh dalam kultur jaringan harus dapat memenuhi kebutuhan eksplan. Berbagai komposisi standar telah diformulasikan untuk mengoptimalkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman antara lain komposisi Knudson C (1946), Heller (1953), Nitsch dan Nitsch (1956), Gamborg dkk. B5 (1976), Linsmaier dan Skoog (1965), Murashige dan Skoog (1962) serta *Woody Plant Medium* (Lloyd dan McCown 1980). *Murashige and Skoog* (MS) merupakan media yang umum digunakan sebagian besar spesies tumbuhan. Media MS mengandung unsur dan persenyawaan yang lebih lengkap dibanding dengan medium lain (Tabel 2.1). Perkembangan teknik kultur *in vitro* membutuhkan media tanam *in vitro* yang aseptik serta perlunya subkultur untuk mengganti medium dengan medium baru. Sumber makanan dalam medium di *reducing* melalui metabolisme tumbuhan. Medium tersebut dapat bertahan sampai beberapa tahun (Silva *et al.* 2018).

Tabel 2.1 Perbandingan Komposisi Senyawa Nutrisi Anorganik Resep Hoagland, MS, WPM, dan Gamborg-B5

Komponen Senyawa	Kadar senyawa (ppm)			
	Hoagland	MS	WPM	Gamborg-B5
Senyawa makro				
NH ₄ NO ₃	850,00	1.650,00	400,00	-
KNO ₃	210,00	1.900,00	-	2500,00
Ca(NO ₃) ₂	-	-	386,00	-
CaCl ₂ . 2H ₂ O	200,00	440,00	72,50	113,24
KH ₂ PO ₄	31,00	170,00	170,00	-
KHSO ₄	-	-	990,00	-
(NH ₄) ₃ PO ₄	-	-	-	150,00
(NH ₄) ₂ SO ₄	-	-	-	134,00
MgSO ₄ .7H ₂ O	48,00	370,00	180,70	122,09
Senyawa mikro				

H ₃ BO ₃	0,50	6,20	6,20	3,00
Na ₂ MoO ₄ .7H ₂ O	0,10	0,25	0,25	0,25
CoCl ₂ .6H ₂ O	-	0,025	-	0,025
KI	-	0,83	-	0,75
MnSO ₄ .7H ₂ O	0,50	16,90	22,30	10,00
ZnSO ₄ .7H ₂ O	0,05	8,60	8,60	2,00
CuSO ₄ .7H ₂ O	0,02	0,025	0,25	0,025
FeSO ₄ .7H ₂ O	1 – 5,00	27,80	27,85	27,80
Na ₂ EDTA	-	37,30	37,30	37,26

Sumber: Rahayu 2015.

Media kultur jaringan umumnya mengandung nutrien berupa garam anorganik dalam kadar dan perbandingan tertentu, sumber karbon, dan zat pengatur tumbuh (ZPT). Sukrosa sering digunakan sebagai sumber karbon karena harga yang murah, stabil saat sterilisasi menggunakan autoklaf, dan mudah diasimilasi oleh tumbuhan. Jenis karbohidrat lain yang dapat digunakan adalah glukosa, maltose, dan galaktos. Gula-alkohol gliserol dan sorbitol juga baik digunakan sebagai sumber karbohidrat. Karbohidrat ditambahkan dalam medium kultur *in vitro* untuk mensuplai energi untuk metabolisme (Do Rego *et al.* 2009).

Selain media, faktor lain yang mempengaruhi keberhasilan perkecambahan *in vitro* adalah lingkungan kultur. Lingkungan kultur merupakan hasil interaksi antara bahan tanaman, wadah tanaman, dan lingkungan eksternal ruang kultur yang memengaruhi system kultur jaringan. Sejumlah faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan kultur adalah suhu, cahaya, karbondioksida, oksigen, dan kelembaban.

Suhu lingkungan kultur *in vitro* yang sering digunakan adalah dibawah suhu 26 °C. Suhu lingkungan dapat mempengaruhi kerja enzim-enzim yang terdapat dalam biji. Suhu inkubasi yang rendah dapat menekan pertumbuhan mikroorganisme. Sedangkan kelembababan lingkungan yang tinggi dapat menginduksi munculnya jamur dan patogen (Sudir *et al.* 2014).

Intensitas cahaya lingkungan *in vitro* dapat dikondisikan sesuai kebutuhan. Pertumbuhan *in vitro* jaringan tanaman yang telah terorganisasi pada umumnya tidak mengalami hambatan karena cahaya, bahkan seringkali cahaya dibutuhkan untuk mendapatkan hasil yang optimal. Sebaliknya, inisiasi pembelahan sel pada eksplan dan pertumbuhan jaringan kalus kadang- kadang mengalami hambatan dengan adanya cahaya (Zulkarnain 2011). Sistem regenerasi dengan teknik *in*

vitro dapat menunjang keperluan aplikasi transformasi genetik dan menyediakan kondisi yang optimal untuk perkecambahan biji dan pertumbuhan tanaman (Kone *et al.* 2015).

2.1.4.2 Teknik Perkecambahan *Ex vitro*

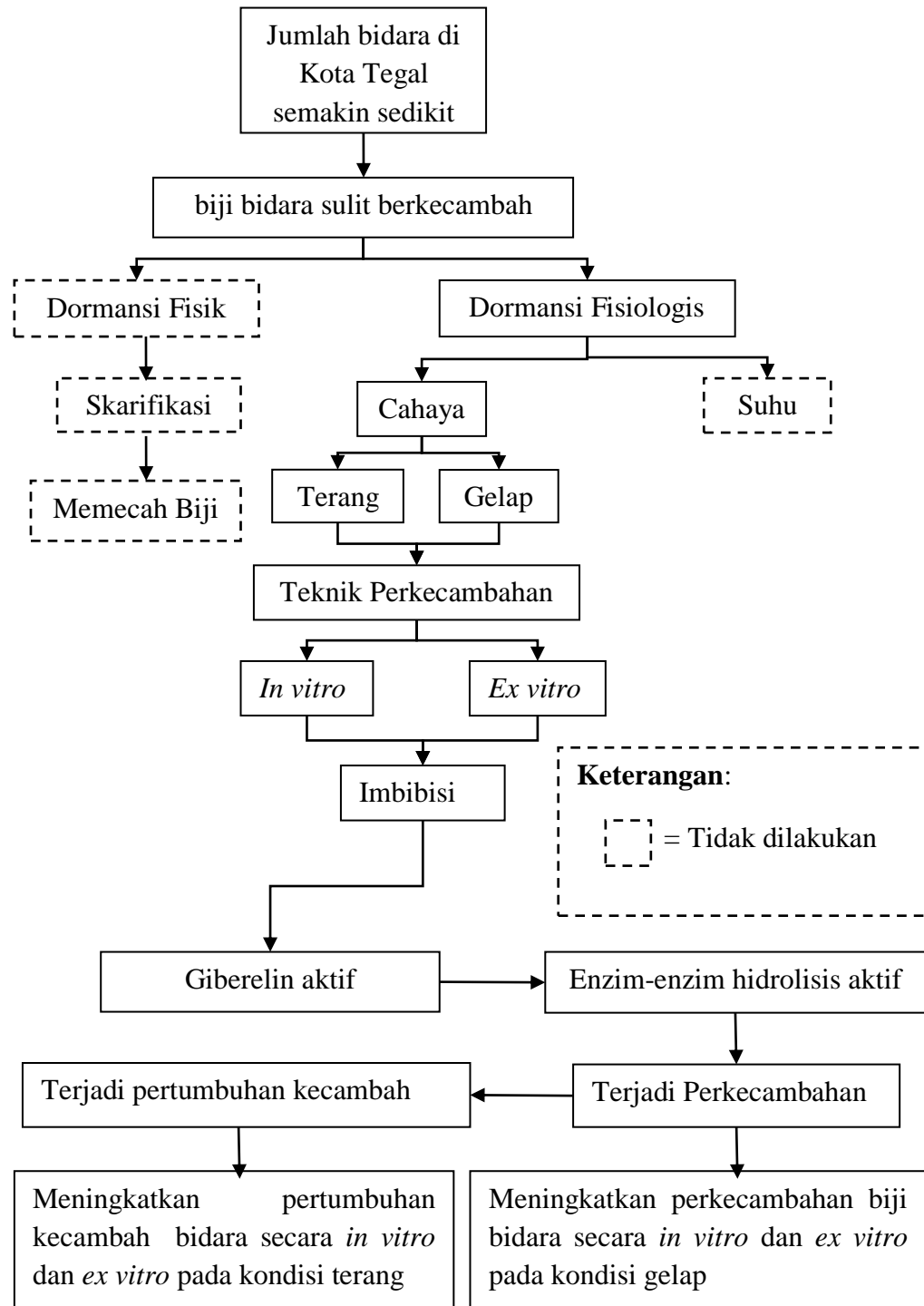
Perkecambahan *ex vitro* merupakan perkecambahan yang dilakukan pada kondisi lingkungan alamiah tumbuhan. Teknik perkecambahan ini memerlukan cahaya matahari sebagai sumber foton. Kondisi pencahayaan lingkungan *ex vitro* selalu mengalami fluktuasi setiap waktu. Begitupun dengan kondisi suhu lingkungan dan kelembabannya (Pipinis *et al.* 2011).

Salah satu faktor yang mempengaruhi perkecambahan biji adalah media perkecambahan. Media tumbuh yang digunakan untuk perkecambahan harus yang mampu menyiapkan unsur hara yang cukup (Saleh *et al.* 2008). Komponen media tanam yang baik bagi pertumbuhan tanaman terdiri dari tanah, bahan organik, air dan udara. Beberapa media tanam *ex vitro* yaitu pasir, tanah, arang sekam, dan *cocopeat* (Febriani 2017).

Media campuran yang berisi pupuk kandang, tanah, dan arang sekam merupakan media yang sering digunakan dalam perkecambahan *ex vitro*. Pemberian pupuk kandang menjamin ketersediaan unsur hara, perbaikan aerasi, dan drainasi media. Humus adalah senyawa organik tanah yang menyimpan nutrient tumbuhan dan berfungsi sebagai penyangga dalam proses fisik, kimia, dan biologi yang sangat penting untuk perbaikan struktur tanah (IRRI 2006). Sementara tanah mempunyai daya mengikat air dan unsur hara yang baik, tetapi cenderung memiliki aerasi dan drainase yang kurang baik.

Media sekam padi dapat menciptakan kondisi lingkungan tumbuh khususnya sifat fisik dan kimia tanah yang lebih baik bagi pertumbuhan tanaman karena lebih cepat proses pelapukannya (Sudomo & Santoso 2011).

2.2 Kerangka Berpikir



Gambar 2.2 Kerangka berpikir Penelitian

2.3 Hipotesis

Berdasarkan kajian pustaka dan kerangka berpikir, disusun hipotesis sebagai berikut:

1. Pencahayaan gelap meningkatkan perkecambahan biji bidara secara *in vitro* dan *ex vitro*
2. Pencahayaan terang meningkatkan pertumbuhan kecambah bidara secara *in vitro* dan *ex vitro*

BAB 5

PENUTUP

5.1 Simpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pencahayaan berpengaruh terhadap perkecambahan dan pertumbuhan kecambah bidara. Pencahayaan berpengaruh terhadap jumlah daun, luas daun, dan kadar klorofil kecambah *in vitro*. Kondisi terang pada pertumbuhan kecambah *in vitro* mampu menghasilkan daun terbanyak dan daun terluas.

Pada perkecambahan dan pertumbuhan kecambah *ex vitro*, pencahayaan berpengaruh terhadap kecepatan perkecambahan, panjang hipokotil, luas daun dan kadar klorofil. Kondisi terang pada lingkungan *ex vitro* mampu menghasilkan kadar klorofil yang paling tinggi, sedangkan pada kondisi gelap mampu mendorong kecepatan perkecambahan lebih cepat dan menghasilkan hipokotil yang lebih tinggi.

Berdasarkan hal tersebut dapat disimpulkan bahwa perlakuan yang mampu mengoptimalkan perkecambahan dan pertumbuhan kecambah bidara adalah perlakuan *in vitro* dan *ex vitro* dengan pencahayaan terang.

5.2 Saran

Perkecambahan bidara baik *in vitro* maupun *ex vitro* sebaiknya dilakukan pada kondisi gelap. Setelah 5 hst atau sudah muncul radikula, dilanjutkan proses pertumbuhan kecambah pada kondisi terang.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbasi. 2007. Light enhanced caffeic acid derivatives biosynthesis in hairy root cultures of *Echinacea purpurea*. *Springer Link* 26(8):1367-1372.
- Ail NS & Ballor M. 2010. Peranan air dalam perkecambahan biji. *Jurnal Ilmiah Sains*: 190-195.
- Akmalia HA & Suharyanto. 2017. Respon Fisiologis dan Produktivitas Jagung (*Zea mays* L.) 'Sweet Boy-02' pada perbedaan Intensitas Cahaya dan Penyiraman. *Jurnal Teknosains*. 6(2): 59-138.
- Avizeh R, Najafzadeh H, Pourmahdi M, & Mirzaee M. 2010. Effect of Glibenclamide and Fruit extract of *Zizyphus spina-christi* on Alloxan-induced Diabetic Dogs. *International Journal Applies Res. Vet. Med.* 8(2): 109-113.
- Bamigboye TO & Kayode J. 2016. Effect of Light Intensity on the Growth of *Dioscoreophyllum cumminsii*. *International Journal of biological papers* (1): 36-40.
- Buntoro BH, Rohlan G, & Sri T. 2014. Pengaruh Takaran Pupuk Kandang dan Intensitas Cahaya terhadap Pertumbuhan dan Hasil Temu Putih (*Curcuma zedoaria* L.) *Jurnal Vegetalika* 3(4): 29-39).
- Campbell, Neil A, Reece & Jane B. 2012. *Biologi*. Jakarta: Erlangga.
- Cardoso AA, Amana MO, Eduardo EB, Cristiane JS, & Haroldo SR. 2015. Environmental Factors on Seed Germination, Seedling Survival and Initial Growth of Sacha Inchi *Plukenetia volubilis* L.). *Journal of Seed Science* 37(2): 111-116, 201.
- Chan AN, Shutu X, Dongwei G, Yaqin S, Yanan Li, Yajun Li, & Jiquan Xu. 2015. Dark Response of Seedlings Evaluated by Chlorophyll Concentration in Maize Natural Population. *American Journal of Plant Sciences* (6): 2209-2219.
- Donohue K, Heschel MS, Butler CM, Barua D, Sharrock RA, Whitelam GC, & Chiang GCK. 2007. Diversification of phytochrome contribution as a function of seed-maturation environment. *Journal Compilation New Phytologist* : 367-379.
- Fazal H, Shinwari ZK, Ahmad N & Abbasi BH. 2016. Factors influencing *in vitro* seed germination, morphogenetic potential and correlation of secondary metabolism with tissue development in *Prunella vulgaris*. *Pak. Journal Botani*. 48(1): 193-200.
- Goyal M, Nagori BP, & Sasmal D. 2012. Review on Ethnomedicinal Uses, Pharmacological Activity and Phytochemical Constituents of *Ziziphus mauritiana* (*Z. jujuba* Lam., non Mill). *Spatula DD* 2(2):107-116.

- Grygorieva O, Vlasta A, Margarita K, Roman B, & Jan B. 2014. Morphological characteristics of fruits, drupes, and seeds in genotypes of *Ziziphus jujube* Mill. *Potravinarstvo Scientific Journal for Food Industry* 8(1): 306-314.
- Habibah NA. 2014. Efektivitas Skarifikasi dan Suhu Perendaman terhadap Perkecambahan Biji Kepel [*Stelechocarpus burahol* (Blume) Hook. F & Thompson] secara *In vitro* dan *Ex vitro*. *Jurnal MIPA* 37(2): 105-114.
- Harahap, Fauziah. 2012. *FISIOLOGI TUMBUHAN: SUATU PENGANTAR*. Medan: Unimed Press.
- Hasan NM, Al Sorkhy MA, & Al Battah FF. 2014. *Ziziphus jujube* (Ennab) of The Middle East, Food and Medicine Unique. *Journal of Ayurvedic and Herbal Medicines* 2(6): 7-11.
- Heschel MS, Butler CM, Barua D, Chiang GCK, Wheeler A, Sharrock RA, Whitelam GC, & Donohue K. 2008. New roles of phytochromes during seed germination. *International Journal Plant Science*. 169(4): 531–540.
- Hussein HM, Ei-Sayed EM, & Said AA. 2006. Antihyperglycemic, antihyperlipidemic, and antioxidant effects of *Ziziphus spina-christi* and *Ziziphus jujube* in alloxan diabetic rats. *International Journal of Pharmacology* 2(5): 263-570.
- IRRI. 2006. IRRI Rice Knowledge Bank. Bahan Organik dan Pupuk Kandang Kerjasama Badan Litbang Pertanian dan IRRI. Jakarta
- Johson TR & Kane ME. 2012. Effects of temperature and light on germination and early seedling development of the pine pink orchid (*Bletia purpurea*). *Journal compilation, The Society for the Study of Species Biology* 27: 174–17.
- Khan MA, Abbasi BH, Ahmed N, & Ali H. 2013. Effect of light regimes on *in vitro* seed germination and silymarin content in *Silybum marianum*. *Journal Elsevier* 46: 105-110.
- Khusni L, Rini BH, & Erma P. 2018. Pengaruh Naungan terhadap Pertumbuhan dan Aktivitas Anti Oksidan pada bayam Merah (*Alternanthera amoena* Voss.). *Jurnal Anatomi dan Fisiologi Undip*. 3(1): 62-70.
- Kisman. 2008. Pola pertumbuhan Awal Tanaman Kedelai pada Kondisi Cekaman Intensitas Cahaya Rendah dan Pemberian Inhibitor Plastida (Uji Cepat Toleransi Kedelai terhadap Cekaman Naungan). *Jurnal CropAgro* 1(2): 85-89.
- Kone M, Kone T, Silue N, Soumahoro AB, & Kouakou TH. 2015. *In vitro* seeds germination and seedling growth of bambara groundnut (*Vigna subterranea* (L.) Verdc. (Fabaceae)). *The Scientific World Journal*. 1-8.

- Kumar RM, Gayatri N, Sivasudha T, & Ruckmani K. 2017. Profiling Of Bioactive Components Present In *Ziziphus mauritiana* Lam For In-Vitro Antioxidant And In-Vivo Anti-Inflammatory Activities. *International Research Journal Of Pharmacy* 8(9): 19-24.
- Liat HE. 2016. Pengaruh Model Pemeraman dan Kondisi Cahaya terhadap Perkecambahan Benih Pinang (*Areca catechu* L.). *Jurnal pertanian Konservasi Lahan Kering* 1(2): 74-76.
- Natural Resources Conservation Services*. diakses pada 7 Januari 2019
- Newell C, Growns D & McComb J. 2003. The Influence of Medium Aeration on In vitro Rooting of Australian Plant Microcuttings. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* (75): 131-142.
- Nkafamiya MH, Shagal, & Haruna M. 2013. Potential of *Ziziphus spina-christi* seed ethanolic extract on inhibition of microbial growth. *Academia Journal of Biotechnology* 1(4): 053-056.
- Orwa C, Mutua A, Kindt R, Jamnadass R, & Anthony S. 2009. *Agroforestry Database: A Tree Reference and Selection Guide Version 4.0* (<http://www.worldagroforestry.org/site/treedbs/treedatabases.asp>)
- Pertamawati. 2010. Pengaruh Fotosintesis terhadap Pertumbuhan Tanaman Kentang (*Solanum tuberosum* L.) dalam Lingkungan Fotoautotrof secara In vitro. *Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia* 12(1):31-37.
- Prakash D, Upadhyay G, & Gupta C. 2013. Total phenol and antioxidant activity of some fruits and their under-utilized parts. *International Food Research Journal* 20(4): 1717-1724
- Prudente DO & Paiva R. 2018. Seed Dormancy and Germination: Physiological Considerations. *Journal of Cell and Developmental Biology* 2(1): 1-2.
- Putri AI, Toni H, Prastyono, & Liliek H. 2017. Pengaruh Teknik Sterilisasi Eksplan terhadap Tingkat Perolehan Kultur Jaringan Aksenik Ramin (*Gonystylus bancanus*). *Jurnal pemuliaan Tanaman Hutan*. 11(2): 131-138.
- Rahayu ES. 2015. *KULTUR FOTOAUTOTROFIK. Solusi Mikropropagasi Tumbuhan Berkayu*. Semarang: Swadaya Manunggal.
- Raven PH, Evert RF, & Eichhorn Se. 2012. *Biology of Plants Eight Edition*: Worth Publishers, Inc., NY
- Rusmin D, Faiza CS, Ireng D, & satriya I. 2014. Pengaruh Suhu dan Media Perkecambahan terhadap Viabilitas dan Vigor Benih Purwoceng untuk Menentukan Metode Pengujian Benih. *Litro* 25(1): 45-51.

- Saleh MS, Adelina E, Murniati E & Budiarti T. 2008. Pengaruh skarifikasi dan media tumbuh terhadap viabilitas biji dan vigor kecambah aren. *J Ilmu Pertanian Indonesia* 13(1): 7-12.
- Sayekti S, Esti H, & Moh. M. 2017. Pengaruh Intensitas Cahaya terhadap Kandungan Klorofil-a dan -c Zooxanthellae dari Isolat Karang Lunak *Zoanthus sp.* *Jurnal MASPARI*. 9(1): 61-68.
- Socolowski F, Vieira DCM, Simao E, & Takaki M. 2010. Influence of light and temperature on seed germination of *Cereus pernambucensis* Lemaire (Cactaceae). *Biota Neotrop Journal* 10(2): 53-56.
- Solanki P & Siwach P. 2012. 27, Optimization of conditions for *in vitro* seed germination and shoot multiplication of *Aconitum heterophyllum* Wall. *J. Med. Arom. Plants* 2(3): 481-487.
- Solikin. 2014. Pengaruh Lama Penyimpanan terhadap Perkecambahan Biji *Stachytarpheta jamaicensis* (L.) Vahl. *Jurnal UNiversitas Indoneis dan LIPI*. 65-70.
- Soppe WJ & Bentsink L. 2016. *Dormancy in Plant*. Cologne, Germany.
- Souza RR, Paiva PD, Silva RR, Reis MV, Nery FC, & Paiva R. Optimization of jenipapo *in vitro* seed germination process. *Jurnal Science Agroteknologi* 40(6):658-66.
- Suci WC & Heddy S. 2018. Pengaruh Intensitas Cahaya terhadap Keragaman Tanaman Puring (*Codiaeum variegatum*). *Jurnal Produksi Tanaman* 6(1): 161-169.
- Sudomo A & Santosa HB. 2011. Pengaruh media organik dan tanah mineral terhadap pertumbuhan dan indeks mutu bibit mindi (*Melia azedarach* L.). *J Penelitian Hutan dan Konservasi Alam* 8(3): 263-271.
- Sulistiono, Sumardi I & Azis P. 2004. Kajian Pertumbuhan Ginofor, Buah dan Biji selama tahap Perkembangan Buah Kacang Tanah (*Arachis hypogaea* (L.) Merr.). *Prosiding seminar Nasional*. UNY Yogyakarta. P. B53 – B64.
- Sulistiyo RH, Zayyan L, Buana S, Lengga ND, Eko CW, Nuniek, & Endry NP. 2017. Pengaruh Teknik Sterilisasi dan Komposisi Medium terhadap Pertumbuhan Tunas Eksplan Sirsak Ratu. *Jurnal Pendidikan Biologi* 11(1):1-5.
- Susilo A & Denny. 2016. Keragaman Tumbuhan dan Potensi Pemanfaatannya di Kawasan Hutan Alam Sekunder RPH Cisujen KPH Sukabumi, Jawa Barat. *Prosiding Seminar Nasional Masy Biodiv Indo*. 2(2): 256-262
- Taiz L & Zeiger E. 2010. *Plant Physiology*. Masschusetts: Sinauer Associated Inc. Publishers.

- Washa BW. 2015. Potential of the dark as a factor affecting seed germination. *International Journal of Science and Technology* 5(2): 28-36.
- Widiastuti L. 2004. Pengaruh Intensitas Cahaya dan Kadar Daminosida terhadap Iklim Mikro dan Pertumbuhan Tanaman Krisan dalam Pot. *Jurnal Ilmu Pertanian* 11(2): 35-42.
- Yazdanpanah E, Armand N, Mohsenzadeh S, Moradshahi A, Ahmadi K & Jahanta E. 2013. Seed dormancy breaking of *Ziziphus Nummularia*. *World Applied Sciences Journal* 28 (11): 1831-1833.
- Zobayed SMA, Afreen-ZobayedF, Kubota C, & Kozai T. 2000. Mass Propagation of *Eucalyptus camaldulensis* in A Scaled-up Vessel under *In vitro* Photoautotrophic Condition. *Annals of Botany* (85): 587-572.
- Zulkarnain. 2011. *Kultur Jaringan Tanaman*. Jakarta: Bumi Aksara.