

**PENGARUH APLIKASI GELOMBANG ULTRASONIK DAN ZAT
PENGATUR TUMBUH ASAM GIBERELIN (GA₃) TERHADAP
PERKECAMBAHAN BIJI KEDAWUNG (*Parkia timoriana* (DC.) Merr)**

SKRIPSI

Oleh:

FATIN NIDA KUNTARI

NIM. 14620037



**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG**

2020

**PENGARUH APLIKASI GELOMBANG ULTRASONIK DAN ZAT
PENGATUR TUMBUH ASAM GIBERELIN (GA₃) TERHADAP
PERKECAMBAHAN BIJI KEDAWUNG (*Parkia timoriana* (DC.) Merr)**

SKRIPSI

diajukan Kepada:

Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang

untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam

memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si)

Oleh:

FATIN NIDA KUNTARI

NIM. 14620037

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2020**

**PENGARUH APLIKASI GELOMBANG ULTRASONIK DAN ZAT
PENGATUR TUMBUH ASAM GIBERELIN (GA₃) TERHADAP
PERKECAMBAHAN BIJI KEDAWUNG (*Parkia timoriana* (DC.) Merr)**

SKRIPSI

Oleh:

FATIN NIDA KUNTARI

NIM. 14620037

telah diperiksa dan disetujui untuk diuji

tanggal, 7 November 2020

Pembimbing I,

Pembimbing II,



Suyono, M.P

NIP. 19710622 200312 1 002



Dr. M. Mukhlis Fahrudin, M.S.I

NIPT. 20142011409



Mengetahui,
Ketua Jurusan

Dr. Evika Sandi Savitri, M.P

NIP. 19741018 200312 2 002

**PENGARUH APLIKASI GELOMBANG ULTRASONIK DAN ZAT
PENGATUR TUMBUH ASAM GIBERELIN (GA₃) TERHADAP
PERKECAMBAHAN KEDAWUNG (*Parkia timoriana* (DC.) Merr)**

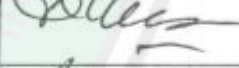
SKRIPSI

Oleh:

FATIN NIDA KUNTARI

NIM. 14620037

telah dipertahankan
di depan Dewan Penguji Skripsi dan dinyatakan diterima
sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si)
tanggal 26 November 2020

Penguji Utama	Dr. Evika Sandi Savitri, M.P NIP. 19741018 200312 2 002	
Ketua Penguji	Dr. Eko Budi Minarno, M.Pd NIP. 196301141999003100	
Sekretaris Penguji	Suyono, M.P NIP. 19710622 200312 1 002	
Anggota Penguji	Dr. M. Mukhlis Fahrudin, M.S.I NIPT. 20142011409	

Mengetahui,

Ketua Jurusan



Dr. Evika Sandi Savitri, M.P
NIP. 19741018 200312 2 002

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fatin Nida Kuntari

NIM : 14620037

Jurusan : Biologi

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Penelitian : Pengaruh Aplikasi Gelombang Ultrasonik dan Zat Pengatur Tumbuh Asam Giberelin (GA_3) Terhadap Perkecambahan Biji Kedawung (*Parkia timoriana* (DC.) Merr)

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambil alihan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 28 Desember 2020
Yang Membuat Pernyataan,



Fatin Nida Kuntari
NIM. 14620037

PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI

Skripsi ini tidak dipublikasikan namun terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada penulis. Daftar pustaka diperkenankan untuk dicatat, tetapi pengutipan hanya dapat dilakukan seizin penulis dan harus disertai kebiasaan ilmiah untuk menyebutkannya.



MOTTO

“Hidup adalah tentang belajar dan memilih jalan yang Allah SWT ridloi”



HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirobbil'aalamiin

Segala Puji bagi Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat dan Hidayah-Nya kepada penulis. Sholawat serta salam semoga tetap tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW beserta keluarga dan para sahabat.

Karya kecil ini, penulis persembahkan untuk orang-orang tersayang:

Alm. Bpk Sudarman, Ibu Kustiningsih, Mbak Arin, Mas Alwan, Keluarga Alm.

Bpk Kawi, Guru-Guru, terima kasih sudah mengenalkan penulis pada dunia keilmuan, sehingga penulis bisa mengenal berbagai ilmu pengetahuan, belajar tentang segala sesuatu, bertemu dengan orang-orang yang baru, dan memperluas wawasan bersama mereka.

Terima kasih atas dukungan, kesabaran, kelapangan hati, dan perhatian yang diberikan kepada penulis selama ini.

Ucapan terima kasih juga ingin penulis ucapkan kepada seluruh Dosen, Teman-Teman, Sahabat, serta pihak-pihak yang telah membantu penulis selama kegiatan belajar di bangku perkuliahan. Semoga Allah SWT membalas atas kebaikan semua pihak dengan balasan yang sebaik-baiknya.

Aamiin Yaa Robbal'Aalamiin

KATA PENGANTAR

Syukur *Alhamdulillahirobbil'aalamiin* penulis haturkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat dan Hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul “Pengaruh Aplikasi Gelombang Ultrasonik dan Zat Pengatur Tumbuh Asam Giberelin (GA₃) Terhadap Perkecambahan Biji Kedawung (*Parkia timoriana* (DC.) Merr)” ini. Shalawat dan salam semoga tetap tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW beserta keluarga dan para sahabat.

Penulis juga mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah bersedia memberikan doa, kesabaran, dan bantuan terbaiknya selama penulis menyelesaikan proses penyusunan skripsi ini. Ucapan terima kasih ini penulis ingin sampaikan kepada:

1. Prof. Dr. Abdul Haris, M.Ag, selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Sri Harini, M.Si, selaku Dekan Fakultas Sains dan teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Evika Sandi Savitri, M.P, selaku Ketua Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Suyono, M.P, selaku Dosen Pembimbing Biologi yang telah sabar memberikan bimbingan dan arahan, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini dengan baik.
5. Dr. M. Mukhlis Fahrudin, M.S.I, selaku Dosen Pembimbing Agama yang telah bersedia memberikan bimbingan mengenai pandangan sains dari perspektif Islam, sehingga penulis bisa menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
6. Dr. Evika Sandi Savitri, M.P dan Dr. Eko Budi Minarno, M.Pd, selaku Penguji yang telah memberikan kritik dan saran yang membangun sehingga membantu terselesaikannya tugas akhir ini dengan baik.
7. Kholifah Holil, M.Si, selaku Dosen Wali yang telah memberikan motivasi dan arahan selama menimba ilmu di bangku perkuliahan.
8. Segenap civitas akademika Program Studi Biologi (para laboran, staf administrasi, kakak-kakak asisten), terutama untuk Bapak dan Ibu Dosen terima kasih atas segenap ilmu dan bimbingannya.

9. Alm. Bapak Sudarman, dan Ibu Kustiningsih, selaku kedua orang tua penulis yang selalu mendampingi, memberikan inspirasi, semangat, dan motivasi terbesar dalam menyelesaikan penyusunan skripsi ini.
10. Mas Alwan dan Mbak Arin, selaku kakak dari penulis yang selalu membantu dalam memberikan spirit dan kenyamanan selama tinggal di Malang.
11. Keluarga Alm. Bapak Kawi yang telah bersedia membantu selama proses penelitian.
12. Bapak dan Ibu guru, Ustadz dan Ustadzah yang telah memberikan banyak ilmu dan berbagi pengalaman cerita hingga saat ini.
13. Semua teman-teman dari Program Studi Biologi angkatan 2014, terima kasih telah kebersamai dan saling support selama di bangku perkuliahan.
14. Semua kawan Tim Soal OBI dan HMJ Biologi “Semut Merah”, terima kasih banyak untuk kebersamaan dan bekal pengalamannya dalam keorganisasian.
15. Semua kawan mengaji di GTM, PPTQ Nurul Furqon Pabes Wetan Malang, terima kasih sudah menjadi bagian dari cerita perjalanan suka duka.
16. Kakak-Kakak “Kos Putri Darussalam”, terima kasih sudah berbagi keceriaan, pengalaman, dan kenyamanan selama tinggal bersama.
17. Semua pihak yang telah turut membantu dalam menyelesaikan skripsi ini baik berupa materil maupun moril yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu. Semoga Allah SWT memberikan balasan-Nya yang terbaik atas bantuan dan pemikirannya.

Sebagai akhir kata, penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca dan bagi penulis sendiri. *Aamiin Yaa Rabbal ‘Aalamiin.*

Malang, 28 Oktober 2020

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL

HALAMAN PENGAJUAN.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI	v
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
ABSTRAK.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
ملخص البحث.....	xvii

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	8
1.3 Tujuan.....	8
1.4 Manfaat.....	8
1.5 Hipotesis	9
1.6 Batasan Masalah	9

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Tanaman Kedawung dalam Perspektif Islam	10
2.2 Klasifikasi Kedawung (<i>Parkia timoriana</i> (DC.) Merr)	13
2.3 Morfologi Kedawung.....	14
2.4 Ekologi Kedawung	17
2.5 Manfaat dan Kandungan Kedawung	18
2.6 Karakteristik Biji Kedawung	18
2.7 Perkecambahan Biji Kedawung.....	19
2.8 Viabilitas Benih	21
2.9 Dormansi Benih.....	22
2.10 Perkecambahan Benih	24
2.11 Pengaruh Gelombang Ultrasonik dalam Pematahan Dormansi Biji Keras ..	26
2.12 Pengaruh Asam Giberelin (GA ₃) dalam Proses Perkecambahan	28

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Jenis dan Rancangan Penelitian.....	31
3.2 Objek Penelitian.....	32
3.3 Variabel Penelitian.....	32
3.4 Waktu dan Tempat Penelitian.....	32
3.5 Alat dan Bahan	33
3.6 Prosedur Penelitian	33
3.6.1 Persiapan Sampel.....	33
3.6.2 Pembuatan Larutan Stok Asam Giberelin (GA ₃)	33
3.6.3 Persiapan Media Perkecambahan	34
3.6.4 Proses Perlakuan dengan Gelombang Ultrasonik.....	34
3.6.5 Proses Perendaman dalam Larutan GA ₃	34
3.6.6 Proses Penanaman Benih.....	35
3.6.7 Pemeliharaan	35
3.7 Variabel Pengamatan	35
3.7.1 Waktu Berkecambah.....	35
3.7.2 Persentase Perkecambahan (%)	35
3.7.3 Panjang Akar dan Hipokotil (cm).....	36
3.7.4 Berat Basah Kecambah (gr).....	36
3.7.5 Berat Kering Kecambah (mg).....	36
3.8 Teknik Analisis Data	36
3.9 Analisis Integrasi Sains dan Islam.....	37
3.10Desain Penelitian	37

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengaruh Lama Pemaparan Gelombang Ultrasonik Terhadap Perkecambahan Biji Kedawung (<i>Parkia timoriana</i> (DC.) Merr)	38
4.2 Pengaruh Konsentrasi Asam Giberelin Terhadap Perkecambahan Biji Kedawung (<i>Parkia timoriana</i> (DC.) Merr)	43
4.3 Pengaruh Interaksi Lama Pemaparan Gelombang Ultrasonik dan Zat Pengatur Tumbuh Asam Giberelin (GA ₃) Terhadap Perkecambahan Biji Kedawung (<i>Parkia timoriana</i> (DC.) Merr)	49
4.4 Kajian Integrasi Penelitian dalam Perspektif Islam.....	54

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan.....	57
5.2 Saran	57

DAFTAR PUSTAKA.....	58
----------------------------	-----------

LAMPIRAN.....	67
----------------------	-----------

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Morfologi Akar Kedawung	14
Gambar 2.2	Morfologi Batang Pohon Kedawung.....	15
Gambar 2.3	Morfologi Daun Kedawung	15
Gambar 2.4	Morfologi Bunga Kedawung.....	16
Gambar 2.5	Morfologi Buah dan Biji Kedawung.....	16
Gambar 2.6	Anatomi Biji Fabaceae	20
Gambar 2.7	Proses Kavitasi	27
Gambar 2.8	Peristiwa Kavitasi yang Merusak Membran Sel	27
Gambar 2.9	Skema Grafik Titik Tekanan Gelombang Ultrasonik	28
Gambar 2.10	Struktur Molekul Dasar Giberelin (GA_3).....	29
Gambar 3.1	Desain Penelitian.....	37
Gambar 4.1	Hasil Perlakuan Lama Pemaparan Gelombang Ultrasonik Setelah 50 HST	42
Gambar 4.2	Hasil Perlakuan Konsentrasi Asam Giberelin (GA_3) setelah 50 HST	48

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Rancangan penelitian	32
Tabel 3.2	Pengenceran larutan stok giberelin menjadi beberapa konsentrasi.....	34
Tabel 4.1	Hasil analisis variansi (anava) pengaruh lama pemaparan gelombang ultrasonik terhadap perkecambahan	38
Tabel 4.2	Pengaruh lama pemaparan gelombang ultrasonik terhadap beberapa variabel pengamatan	39
Tabel 4.3	Hasil analisis variansi (anava) pengaruh konsentrasi asam giberelin (GA_3) terhadap perkecambahan	43
Tabel 4.4	Pengaruh konsentrasi asam giberelin (GA_3) terhadap beberapa variabel pengamatan	46
Tabel 4.5	Hasil analisis variansi (anava) interaksi lama pemaparan gelombang ultrasonik dan konsentrasi asam giberelin (GA_3) terhadap perkecambahan	49
Tabel 4.6	Pengaruh kombinasi lama pemaparan gelombang ultrasonik dan konsentrasi asam giberelin (GA_3) terhadap beberapa variabel pengamatan	51

DAFTAR LAMPIRAN

1. Data Hasil Analisis Variansi (ANAVA)

Lampiran 1 Waktu Berkecambah.....	67
Lampiran 2 Persentase Perkecambahan (%)	70
Lampiran 3 Panjang Hipokotil	73
Lampiran 4 Panjang Akar	76
Lampiran 5 Berat Basah Kecambah.....	77
Lampiran 6 Berat Kering Kecambah	79

2. Lampiran Dokumentasi Penelitian

3. Lampiran Hasil Penelitian

4. Lampiran Perubahan Suhu Air dalam Media Pemaparan (Sonikator)

ABSTRAK

Kuntari, Fatin Nida. 2020. **Pengaruh Aplikasi Gelombang Ultrasonik dan Zat Pengatur Tumbuh Asam Giberelin (GA₃) Terhadap Perkecambahan Biji Kedawung (*Parkia timoriana* (DC.) Merr).** Skripsi. Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing : (I) Suyono, M.P (II) Dr. M. Mukhlis Fahrudin, M.S.I

Kata Kunci : Gelombang Ultrasonik, Asam Giberelin, GA₃, Dormansi Biji, Perkecambahan Biji, Kedawung (*Parkia timoriana* (DC.) Merr)

Kedawung (*Parkia timoriana* (DC.) Merr) merupakan salah satu spesies tanaman dari golongan Famili Fabaceae yang banyak memiliki manfaat, antara lain sebagai tanaman obat. Kendala utama saat memperbanyak tanaman Kedawung adalah dormansi akibat kulit biji yang impermeabel dan embrio yang belum matang. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh lama pemaparan gelombang ultrasonik, pengaruh konsentrasi asam giberelin, dan pengaruh interaksi lama pemaparan gelombang ultrasonik dan konsentrasi asam giberelin terhadap perkecambahan Biji Kedawung (*Parkia timoriana* (DC.) Merr).

Metode penelitian ini bersifat ekperimental, menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 20 perlakuan dan 3 ulangan. Perlakuan dalam penelitian ini terdiri atas dua faktor, yakni: lama pemaparan gelombang ultrasonik selama 0 menit (U0), 15 menit (U1), 30 menit (U2), 45 menit (U3) dan pemberian variasi konsentrasi asam giberelin (GA₃) dengan besar konsentrasi 0 mg/l (G0), 25 mg/l (G1), 50 mg/l (G2), 75 mg/l (G3), 100 mg/l (G4). Data dianalisis dengan Uji ANAVA *Two way Anova*. Apabila perlakuan menunjukkan pengaruh nyata, maka dilanjutkan dengan Uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) bertaraf 5%.

Hasil pengamatan dan analisis dalam penelitian ini menunjukkan bahwa perlakuan kombinasi U2G1 (30 menit + 25 mg/l) merupakan perlakuan yang menghasilkan interaksi terbaik dan paling efektif dalam membantu pematangan dormansi dan meningkatkan viabilitas perkecambahan Biji Kedawung (*Parkia timoriana* (DC.) Merr). Perlakuan tersebut diketahui menunjukkan pengaruh nyata terhadap waktu berkecambah, persentase perkecambahan, dan panjang hipokotil.

ABSTRACT

Kuntari, Fatin Nida. 2020. **Effect of Ultrasonic Wave Applications and Gibberelin Acid Growing Regulatory Substances (GA₃) On Germination of Kedawung Seeds (*Parkia timoriana* (DC.) Merr).** Thesis. Department of Biology, Faculty of Science and Technology, State Islamic University Maulana Malik Ibrahim Malang. Supervisor : (I) Suyono, M.P (II) Dr. M. Mukhlis Fahrudin, M.S.I

Keywords : Ultrasonic Waves, Gibberelin Acid, GA₃, Seed Dormancy, Seed Germination, Kedawung (*Parkia timoriana* (DC.) Merr)

Kedawung (*Parkia timoriana* (DC.) Merr) is a plant species from the Fabaceae family which has many benefits, including as a medicinal plant. The obstacle faced when propagating Kedawung plants is dormancy due to impermeable seed coat and immature embryos. The purpose of this study was to determine the effect of exposure time to ultrasonic waves, the effect of gibberellin acid concentration, and the interaction effect of ultrasonic wave exposure time and gibberellin acid concentration on the germination of Kedawung (*Parkia timoriana* (DC.) Merr) seeds.

This research method is experimental, using a completely randomized design (CRD) with 20 treatments and 3 replications. The treatment in this study consisted of two factors, namely: the length of exposure to ultrasonic waves for 0 minutes (U0), 15 minutes (U1), 30 minutes (U2), 45 minutes (U3) and giving large variations in the concentration of gibberellin acid (GA₃). concentrations of 0 mg/l (G0), 25 mg/l (G1), 50 mg/l (G2), 75 mg/l (G3), 100 mg/l (G4). Data were analyzed by ANOVA Two way Anova test. If the treatment shows a significant effect, then proceed with the *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) with a level of 5%.

The observation and analysis in this study showed that the combination treatment U2G1 (30 minutes + 25 mg/l) is a treatment that results in interaction the best and most effective in helping to breaking dormancy and improve the viability of germination of seeds kedawung (*Parkia timoriana* (DC.) Merr). The treatment was known to show a significant effect on germination time, germination percentage, and hypocotyl length.

ملخص البحث

كونتاري، فاطن نداء. ٢٠٢٠. تأثير تطبيق الموجات فوق الصوتية والمواد المنظمة لنمو حمض الجبرلين (GA3) على إنبات بذور (*Parkia timoriana* (DC.) Merr) Kedawung. مقال. قسم الأحياء ، كلية العلوم والتكنولوجيا ، جامعة الدولة الإسلامية مولانا مالك إبراهيم مالانج. المستشارون: (I) سوي ن ، M.P Dr. M II . مخلص فهر الدين ، MSI

الكلمات الرئيسية: الموجات فوق الصوتية ، حمض الجبرلين ، GA3 ، سكون البذور ، إنبات البذور ، Kedawung

Parkia timoriana (DC.) Merr) Kedawung هو نوع نباتي من عائلة Fabaceae له العديد من الفوائد ، بما في ذلك كنبات طبي. العقبة التي تواجه تكاثر نباتات Kedawung هي السكون بسبب طبقة البذور غير المنفذة والأجنة غير الناضجة. كان الغرض من هذه الدراسة هو تحديد تأثير وقت التعرض للموجات فوق الصوتية ، وتأثير تركيز حمض الجبرلين ، وتأثير التفاعل بين وقت التعرض للموجات فوق الصوتية وتركيز حمض الجبرلين على إنبات بذور (*Parkia timoriana* (DC.) Merr) Kedawung.

طريقة البحث هذه تجريبية باستخدام التصميم العشوائي الكامل (CRD) مع 20 معالجة و 3 مكررات. يتكون العلاج في هذه الدراسة من عاملين ، وهما: مدة التعرض للموجات فوق الصوتية لمدة 0 دقيقة (U0) ، و 15 دقيقة (U1) ، و 30 دقيقة (U2) ، و 45 دقيقة (U3) وإعطاء اختلافات كبيرة في تركيز حمض الجبرلين (GA3). تركيزات 0 مجم / لتر (G0) ، 25 مجم / لتر (G1) ، 50 مجم / لتر (G2) ، 75 مجم / لتر (G3) ، 100 مجم / لتر (G4). تم تحليل البيانات بواسطة اختبار ANAVA ثنائي الاتجاه. Anova. إذا أظهر العلاج تأثيرًا كبيرًا ، فاستمر في اختبار Duncan متعدد المدى (DMRT) بمستوى 5٪.

تشير نتائج الملاحظات والتحليل في هذه الدراسة إلى أن العلاج المركب لـ U2G1 (30 دقيقة + 25 مجم / لتر) هو العلاج الذي ينتج أفضل التفاعلات وأكثرها فعالية في المساعدة على كسر السكون وزيادة قابلية إنبات بذور (*Parkia timoriana* (DC.) Merr) Kedawung. من المعروف أن المعاملة لها تأثير معنوي على زمن الإنبات ونسبة الإنبات وطول الساق.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia sebagai negara beriklim tropis memiliki kekayaan sumber daya alam hayati yang melimpah, terutama pada ragam floranya. Menurut Kusmana & Agus (2015), letak geografis Indonesia menyebabkannya menjadi negara megabiodiversitas dengan flora yang berjumlah mencapai 20.000 dari jenis tumbuhan berbunga, dimana 40%-nya merupakan tumbuhan endemik Indonesia. Abdulhadi, *et al.* (2014) menambahkan bahwa sebanyak 1000 jenis flora telah dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai obat. Sebagaimana firman Allah SWT dalam QS. Asy-Syu'ara ayat 7, yang berbunyi:

أَوَلَمْ يَرَوْا إِلَى الْأَرْضِ كَمْ أَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ (٧)

Artinya: “Dan apakah mereka tidak memperhatikan bumi, berapakah banyaknya Kami tumbuhkan di bumi itu pelbagai macam tumbuh-tumbuhan yang baik?”.

Menurut Shihab (2002), potongan ayat di atas menerangkan bahwa Allah SWT. ingin menunjukkan atas sebagian bukti kekuasaan-Nya kepada manusia mengenai berbagai jenis tumbuhan yang baik. Melalui pendekatan sains ini, Allah menginginkan agar manusia bisa lebih memperhatikan dan mengambil banyak pelajaran dari Keagungan ciptaan-Nya, salah satunya yaitu berasal dari tumbuhan-tumbuhan. Diantara pelajaran yang bisa diambil dari berbagai tumbuhan yang baik itu adalah dapat memanfaatkannya sebagai obat-obatan, misalnya seperti tanaman Kedawung.

Kedawung (*Parkia timoriana* (DC.) Merr) merupakan anggota dari famili Fabaceae, secara morfologi memiliki kemiripan karakter dengan tanaman petai, sehingga keduanya digolongkan dalam subfamili yang sama yaitu Mimosoidae (Badrunassar & Yayang, 2012). Di Indonesia, Kedawung tumbuh sebagai tumbuhan berhabitus pohon, rata-rata memiliki tinggi batang yang mencapai lebih dari 30 meter, berjenis tanaman tahunan, banyak tumbuh subur di ketinggian 40-820 mdpl (Harvey-Brown, 2019). Sedangkan, Pohon Kedawung yang tumbuh di wilayah Ds. Lumutan, Kecamatan Botolinggo, Kabupaten Bondowoso rata-rata

ditemukan pada ketinggian 0-128 mdpl (BPS Bondowoso, 2018). Pemilihan Biji Kedawung dari wilayah Bondowoso ini didasari oleh kualitas biji yang ditinjau dari kondisi geografisnya. Thangjam, *et al.* (2019) menyatakan bahwa sampel Biji Kedawung yang berasal dari zona Arid atau zona kering memiliki persentase perkecambahan tertinggi yaitu 64,58%, namun mempunyai waktu berkecambah yang masih cukup lama yaitu 23 HST.

Pohon Kedawung juga dikenal sebagai salah satu tanaman serbaguna, hampir semua bagian tanaman mulai dari biji, daun, batang, akar, dan kulit batangnya dapat dimanfaatkan untuk menunjang perekonomian dan kesehatan masyarakat. Pertumbuhan Pohon Kedawung yang banyak tumbuh di wilayah dengan tanah cenderung kering dinilai dapat dijadikan sebagai jenis tanaman revegetasi, guna mendukung upaya reklamasi (Setyowati, *et al.*, 2017). Hal ini dikarenakan terdapat asosiasi antara akar Kedawung dengan bakteri *Rhizobium* spp. dalam meningkatkan kadar nitrogen pada tanah yang tandus melalui proses fiksasi nitrogen (Angami, *et al.*, 2017). Sedangkan, limbah dari tegakan pohon Kedawung dewasa yang memiliki tekstur kuat dan keras dapat dimanfaatkan sebagai bahan kerajinan yang bersifat ornamental serta bernilai komersil tinggi (Thangjam & Sahoo, 2017).

Di Indonesia, Biji Kedawung sejak dahulu telah dimanfaatkan dan diolah sebagai bahan dasar jamu untuk meredakan sakit perut, seperti perut kembung dan sakit mag (Zuhud, 2015). Sedangkan di negara lainnya, Biji Kedawung tidak hanya dimanfaatkan sebagai obat, namun telah menjadi jenis sayuran pokok yang berguna sebagai makanan bernutrisi untuk anak-anak. Hal ini berkaitan dengan nilai gizi yang cukup tinggi pada Biji Kedawung, seperti protein 22,9%, asam lemak 29,6%, serat 9,03%, dan mineral. Selain itu, tanaman Kedawung juga diketahui mengandung senyawa kimia, seperti *n*-heksan sebesar 4,3808 g/1 kg, kampesterol sebesar 1,9180 g/100 g, β -sitosterol, antioksidan, fenol, dan flavanoid (Tisnadaja, *et al.*, 2006; Angami, *et al.*, 2017).

Potensi dan kandungan kimia yang penting dan beragam mengakibatkan kebutuhan terhadap tanaman Kedawung semakin meningkat, namun berbanding terbalik dengan ketersediaan jumlah populasi Kedawung saat ini. Berdasarkan data dari Harvey-Brown (2019), tanaman Kedawung pada tahun 2018 telah masuk

dalam kategori *Least Concern* (LC), jenis tanaman seperti ini memiliki jumlah populasi beresiko rendah sehingga menyebabkan ketidakseimbangan antara pemanfaatan tanaman dalam jumlah besar dengan upaya pembudidayaannya yang masih relatif rendah. Menurut Ervizar Zuhud (2020) menyatakan bahwa pada tahun 1993-2006 di wilayah Taman Nasional Meru Betiri (TNMB) hanya ditemukan tiga individu anakan dan 163 individu pohon dewasa. Sedangkan, populasi Kedawung saat ini diperkirakan tidak lebih dari 200 individu pohon, sehingga tanaman Kedawung menjadi penting untuk dibudidayakan.

Perbanyakan tanaman Kedawung bisa dilakukan melalui dua cara, yaitu secara vegetatif dan generatif. Perbanyakan vegetatif merupakan pembiakan tanaman yang berasal dari bagian vegetatif tanaman itu sendiri dengan tanpa melibatkan proses pembuahan (Sukendro, *et al.*, 2010). Stek batang dan kultur jaringan merupakan pembiakan tanaman Kedawung secara vegetatif, namun cara ini belum bisa membantu penyediaan bibit dalam jumlah banyak. Perbanyakan menggunakan kultur jaringan juga membutuhkan teknik yang lebih rumit dan biaya yang cukup tinggi, serta hanya dapat dilakukan oleh orang-orang yang ahli dalam bidang ini. Sedangkan, perbanyakan generatif merupakan pembiakan suatu tanaman melalui biji sebagai hasil peleburan dari sel gamet jantan dan sel gamet betina. Perbanyakan tanaman Kedawung melalui biji diketahui lebih mudah dilakukan oleh siapa saja, meskipun masih membutuhkan penanganan khusus untuk meningkatkan viabilitas bijinya oleh seseorang yang ahli dalam bidang ini. Kelebihan lainnya dari perbanyakan melalui biji yaitu bibit tanaman Kedawung memiliki akar yang lebih kokoh, tahan terhadap kekeringan, dan harga budidaya yang lebih terjangkau (Kristiati & Winda, 2008; Wasonowati, *et al.*, 2018).

Masalah umum dari perbanyakan tanaman Kedawung melalui benih, yaitu terletak pada Biji Kedawung yang sulit untuk berkecambah. Hal ini menyebabkan proses regenerasi populasi Kedawung berlangsung sangat lambat. Biji Kedawung secara alami membutuhkan waktu berkecambah sekitar 29 hari tanpa perlakuan khusus. Zat lilin yang dominan melapisi bagian luar kulit biji diketahui menjadi faktor utama yang menghambat Biji Kedawung mengimbibisi air dan gas. Kondisi ini tidak hanya terjadi pada Biji Kedawung, melainkan

sebagian besar biji dari golongan famili Fabaceae juga memiliki permasalahan yang serupa (Kristiati & Winda, 2008).

Skarifikasi merupakan kegiatan pelukaan pada permukaan kulit biji yang bertujuan untuk menambah permeabilitas kulit biji terhadap air dan gas (Hastuti, *et al.*, 2015). Berikut ini beberapa teknik skarifikasi yang sering digunakan dalam membantu memecah dormansi fisik biji yang disebabkan sifat impermeabel kulit biji, diantaranya secara fisik dengan menggunakan air panas (Hastuti, *et al.*, 2015) atau stratifikasi (Hidayat & Marjani, 2017), secara kimiawi dengan menggunakan asam kuat (Yuniarti & Dharmawati, 2015), dan secara mekanik dengan pengamplasan (Zulfia, 2016). Sementara itu, sebagian besar ilmuwan botani dewasa ini telah banyak memanfaatkan gelombang bunyi seperti gelombang ultrasonik untuk kegiatan skarifikasi biji secara fisik karena memiliki kemampuan mengikis lapisan permukaan kulit biji keras.

Berdasarkan besar frekuensinya gelombang ultrasonik memiliki besar frekuensi ≥ 20 kHz (Yasid, *et al.*, 2016). Gelombang ultrasonik saat ini telah banyak diterapkan sebagai teknik skarifikasi terbaru dalam mematahkan dormansi fisik pada biji-bijian berkulit keras (Rifna, *et al.*, 2019). Umumnya, besar frekuensi gelombang ultrasonik yang dapat diterapkan dalam bidang pertanian memiliki kisaran 20-100 kHz untuk berinteraksi dengan bahan yang digunakan (Goussous, *et al.*, 2010). Kemudian, alat pemaparan gelombang ultrasonik (*digital sonicator SKYMEN CLEANING (JP-020S)*) yang digunakan dalam penelitian ini memiliki besar frekuensi 40 kHz. Penggunaan besar frekuensi tersebut didasari dari keterbatasan alat sonikator yang tersedia di Laboratorium Instrumentasi Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

Prinsip kerja gelombang ultrasonik sebagai kegiatan skarifikasi fisik terbaru yaitu berasal dari energi mekanik yang dihasilkan dari daya akustik gelombang (Yaldagard, *et al.*, 2008). Efek mekanik dari daya akustik gelombang ultrasonik memiliki sifat kerja seperti tusukan jarum dan gergaji, kedua sifat tersebut berasal dari peristiwa kavitasi, daya akustik (mekanik) gelombang menyebabkan partikel-partikel air terkompresi sehingga partikel air menyimpan banyak daya mekanik selama gelombang dirambatkan dalam medium cair, daya

yang tersimpan di dalam partikel pada waktu tertentu mengakibatkan tekanan dari sisi dalam partikel air semakin kuat sehingga partikel air pecah menjadi ukuran yang lebih halus (*microbubble*), daya ledak dari peristiwa pecahnya partikel air inilah yang menyebabkan pengikisan berupa celah-celah kecil pada bagian luar material yang terpapar (Cheeke, 2002).

Berikut ini merupakan rentang besar frekuensi dan lama pemaparan gelombang ultrasonik dari beberapa penelitian sebelumnya yang berhasil meningkatkan nilai persentase perkecambahan dari berbagai jenis biji. Yaldagard, *et al.* (2008) berhasil meningkatkan perkecambahan Biji *Barley* dari 93,3% menjadi 99,4% setelah memapar biji selama 15 menit dengan besar energi yang dibutuhkan sebesar 460W. Goussous, *et al.* (2010) berhasil meningkatkan persentase perkecambahan rata-rata Biji Buncis, Biji Gandum, dan Biji Semangka yaitu masing-masing sebesar 95% (dipapar 30 menit) dan 133% (dipapar 45 menit) dari perlakuan kontrol sebesar 61% dengan besar frekuensi 40 kHz. Ramteke, *et al.* (2015) berhasil meningkatkan perkecambahan Biji *Lycopersicon esculentum* dari 66% menjadi 73% dan Biji *Anethum graveolens* dari 76% menjadi 86% setelah dipapar dengan besar frekuensi 40 kHz.

Berdasarkan dari penelitian sebelumnya mengenai kegiatan skarifikasi biji Kedawung pernah dilakukan oleh Kristiati & Winda (2008) yang menunjukkan total perkecambahan tertinggi Biji Kedawung sebesar 80% setelah melukai bagian permukaan kulit Biji Kedawung. Namun, cara tersebut tidak praktis untuk pembudidayaan Kedawung dalam jumlah besar. Sedangkan, Yumnam (2015) merendam Biji Kedawung ke dalam air selama 24 jam setelah menimbang Biji Kedawung. Berdasarkan beratnya, Biji Kedawung yang memiliki berat > 1 gram menunjukkan persentase perkecambahan sebesar 54%.

Sebagaimana hasil pengamatan yang ditunjukkan oleh beberapa penelitian sebelumnya mengenai penggunaan gelombang ultrasonik sebagai skarifikasi fisik berbagai macam biji, maka dapat diketahui bahwa gelombang ultrasonik memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan penggunaan skarifikasi fisik lainnya, diantaranya seperti memiliki waktu yang lebih efisien ketika ingin menyediakan bibit tanaman dalam jumlah yang banyak, tidak membutuhkan banyak tenaga, dan mampu membantu mengikis permukaan kulit biji tanpa merusak bagian dalam

biji. Namun, tidak semua orang dapat mengaplikasikan cara ini karena harga alat sonikator yang cukup mahal bagi para petani. Oleh sebab itu, alat ini hanya dapat digunakan sebatas membantu para petani dalam menyediakan bibit-bibit tanaman dari jenis tanaman yang memiliki biji berkulit keras dan impermeabel dalam jumlah besar, serta digunakan untuk membantu upaya konservasi plasma nutfah yang mulai langka seperti tumbuhan yang tumbuh di beberapa Taman Nasional di Indonesia.

Hambatan fisik seperti kulit biji yang keras sering kali disebut sebagai penyebab menurunnya proses fisiologis di dalam biji. Namun, berbeda persoalan ketika terdapat jenis biji-bijian yang tetap memiliki kondisi fisiologis rendah sesaat setelah dipanen meskipun biji tersebut tidak memiliki hambatan secara fisik. Oleh sebab itu, pengkajian secara fisiologis dalam penelitian ini juga perlu dilakukan guna mengamati hambatan fisik berupa kulit biji yang impermeabel dari Biji Kedawung apakah memiliki pengaruh terhadap fisiologis biji. Salah satu perlakuan yang biasa digunakan untuk memperbaiki kondisi fisiologis biji yaitu merendam biji menggunakan zat pengatur tumbuh.

Zat pengatur tumbuh (ZPT) merupakan senyawa organik yang dapat menimbulkan tanggapan secara biokimia, fisiologis, dan morfologis pada tanaman dalam konsentrasi rendah (Abidin, 1983). Di antara jenis hormon tumbuh yang sering digunakan dalam membantu perkecambahan biji yaitu asam giberelin (GA_3). Penambahan asam giberelin dalam konsentrasi yang tepat secara eksogen dapat membantu proses pemecahan pati menjadi gula-gula sederhana, protein menjadi asam-asam amino, dan lemak menjadi lipid di dalam endosperm biji serta membantu aktivitas hormon auksin pada fase pertumbuhan embrio biji.

Berikut ini merupakan berbagai konsentrasi asam giberelin (GA_3) dari beberapa penelitian sebelumnya yang berhasil meningkatkan perkecambahan biji. Utami (2010) berhasil meningkatkan daya berkecambah Biji *Picrasma javanica* dari 18,33% menjadi 73,33% setelah biji direndam dalam larutan GA_3 sebesar 100 mg/l. Jagtap, *et al.* (2013) berhasil meningkatkan perkecambahan Biji Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) dari 98% menjadi 100% setelah biji direndam dengan larutan GA_3 sebesar 50 mg/l. Zanzibar (2017) berhasil meningkatkan daya

perkecambahan Biji Balsa (*Ochroma bicolor* ROWLEE) dari 53,25% menjadi 74% setelah merendam biji dengan larutan GA₃ sebesar 75 mg/l selama 24 jam.

Berdasarkan informasi mengenai lama pemaparan gelombang ultrasonik dan konsentrasi asam giberelin yang digunakan dalam beberapa penelitian sebelumnya, maka peneliti menggunakan besar frekuensi 40 kHz dengan lama pemaparan 0 menit, 15 menit, 30 menit, 45 menit dan konsentrasi asam giberelin yang digunakan dalam penelitian ini terbatas pada 0 mg/l, 25 mg/l, 50 mg/l, 75 mg/l, 100 mg/l dengan waktu perendaman selama 24 jam. Konsentrasi asam giberelin sebesar 25 mg/l dalam penelitian ini digunakan sebagai jarak kelipatan antar perlakuan.

Penelitian aplikasi gelombang ultrasonik dan zat pengatur tumbuh asam giberelin (GA₃) terhadap perkecambahan Biji Kedawung (*Parkia timoriana* (DC.) Merr) sejauh ini masih belum pernah dilakukan. Oleh sebab itu, penggunaan metode dari skarifikasi fisik dan asam giberelin dalam penelitian ini didasari dari pengamatan yang sudah pernah dilakukan oleh Lestari, *et al.* tahun 2016. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa perlakuan kombinasi antara H₂SO₄ 10% dan asam giberelin (GA₃) 40 mg/l menghasilkan interaksi positif terhadap persentase daya kecambah Biji Kopi Arab (*Coffea arabika* L.).

Perlakuan kombinasi dapat dikatakan berinteraksi ketika kedua perlakuan yang diaplikasikan menunjukkan saling mendukung dan memberikan pengaruh positif satu sama lain terhadap pertumbuhan tanaman. Sebagaimana penggunaan gelombang ultrasonik dalam penelitian ini yang diharapkan dapat membantu memecah dormansi Biji Kedawung dengan membentuk pori-pori kecil pada permukaan kulit Biji Kedawung, sehingga penyerapan air dan zat pengatur tumbuh dapat diperoleh secara optimal oleh biji. Sedangkan, asam giberelin secara fisiologis diharapkan dapat memperbaiki viabilitas perkecambahan Biji Kedawung. Berdasarkan teori tersebut, peneliti ingin mengetahui lebih lanjut hasil interaksi dari lama pemaparan gelombang ultrasonik dan asam giberelin terhadap viabilitas perkecambahan Biji Kedawung.

Informasi yang masih terbatas tentang uji perkecambahan Biji Kedawung memberikan kesempatan bagi peneliti untuk melakukan uji lanjutan berdasarkan dukungan dari beberapa hasil penelitian sebelumnya. Oleh sebab itu, peneliti

berharap metode pada penelitian ini dapat menjadi data tambahan untuk membantu meningkatkan viabilitas perkecambahan Biji Kedawung. Selain itu, berdasarkan data dari IUCN 2019 peneliti juga berharap hasil dari penelitian ini dapat menjadi salah satu cara untuk membantu upaya konservasi plasma nutfah spesies *Parkia timoriana* (DC.) Merr yang mulai langka.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Adakah pengaruh lama paparan gelombang ultrasonik perkecambahan Biji Kedawung (*Parkia timoriana* (DC.) Merr)?
2. Adakah pengaruh konsentrasi asam giberelin (GA_3) terhadap perkecambahan Biji Kedawung (*Parkia timoriana* (DC.) Merr)?
3. Adakah pengaruh interaksi lama paparan gelombang ultrasonik dan konsentrasi asam giberelin (GA_3) terhadap perkecambahan Biji Kedawung (*Parkia timoriana* (DC.) Merr)?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk:

1. Mengetahui pengaruh lama paparan gelombang ultrasonik terhadap perkecambahan Biji Kedawung (*Parkia timoriana* (DC.) Merr).
2. Mengetahui pengaruh konsentrasi asam giberelin (GA_3) terhadap perkecambahan Biji Kedawung (*Parkia timoriana* (DC.) Merr).
3. Mengetahui pengaruh interaksi lama paparan gelombang ultrasonik dan konsentrasi asam giberelin (GA_3) terhadap perkecambahan Biji Kedawung (*Parkia timoriana* (DC.) Merr).

1.4 Manfaat

Manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini adalah:

1. Menambah informasi dan data terbaru terhadap metode yang mendukung perkecambahan Biji Kedawung (*Parkia timoriana* (DC.) Merr).
2. Memberikan informasi untuk membantu upaya konservasi, khususnya spesies *Parkia timoriana* (DC.) Merr yang saat ini memiliki jumlah populasi yang masih rendah.

1.5 Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Ada pengaruh lama pemaparan dalam gelombang ultrasonik terhadap perkecambahan Biji Kedawung (*Parkia timoriana* (DC.) Merr).
2. Ada pengaruh konsentrasi asam giberelin (GA₃) terhadap perkecambahan Biji Kedawung (*Parkia timoriana* (DC.) Merr).
3. Ada pengaruh interaksi lama pemaparan gelombang ultrasonik dan konsentrasi asam giberelin (GA₃) terhadap perkecambahan Biji Kedawung (*Parkia timoriana* (DC.) Merr).

1.6 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini, antara lain yaitu:

1. Biji Kedawung (*Parkia timoriana* (DC.) Merr) yang digunakan adalah biji yang masak fisiologis tanpa penyimpanan, biji didapatkan dari Ds. Lumutan, Kecamatan Botolinggo, Kabupaten Bondowoso, Jawa Timur.
2. Kriteria Biji Kedawung yang digunakan yaitu biji yang memiliki berat ≥ 0.7 g, berbentuk oval pipih sempurna, panjang $\geq 1,5$ cm, warna hitam kecoklatan, permukaan kulit biji tidak terdapat tanda kerusakan.
3. Media perkecambahan yang digunakan adalah tanah jenis mediteran kecoklatan yang banyak diperjual-belikan di wilayah Kota Malang.
4. Pengamatan terhadap perkecambahan dan penyemaian Biji Kedawung dilakukan selama 50 hari.
5. Lama pemaparan dengan gelombang ultrasonik terbatas dalam waktu 0 menit, 15 menit, 30 menit, dan 45 menit dengan frekuensi 40 kHz.
6. Konsentrasi asam giberelin (GA₃) yang digunakan terbatas pada 0 mg/l, 25 mg/l, 50 mg/l, 75 mg/l, dan 100 mg/l dengan lama perendaman selama 24 jam untuk semua variabel perlakuan.
7. Waktu kecambah pada biji dihitung saat radikula telah muncul sepanjang 2-3 cm.
8. Variabel pengamatan dalam penelitian ini meliputi waktu berkecambah, persentase perkecambahan, panjang akar, panjang hipokotil, berat basah kecambah, dan berat kering kecambah.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Tanaman Kedawung dalam Perspektif Islam

Tumbuhan merupakan makhluk hidup yang tumbuh subur dan tersebar luas di beberapa negara beriklim tropis, seperti Indonesia. Tumbuh-tumbuhan yang menduduki setiap wilayah pada umumnya memiliki potensi yang beragam. Keberagaman jenis tumbuhan ini diciptakan Allah dengan tujuan untuk mencukupi kebutuhan setiap manusia, mulai dari sandang, pangan, dan papan. Sebagaimana Allah SWT. telah berfirman dalam QS. Thaaha ayat 53, yang berbunyi:

الَّذِي جَعَلَ لَكُمُ الْأَرْضَ مَهْدًا وَسَلَكَ لَكُمْ فِيهَا سُبُلًا وَأَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ أَزْوَاجًا مِّنْ نَّبَاتٍ شَتَّى
(٥٣)

Artinya : “Yang telah menjadikan bagimu bumi sebagai hamparan dan Yang telah menjadikan bagimu di bumi itu jalan-jalan, dan menurunkan dari langit air hujan. Maka Kami tumbuhkan dengan air hujan itu berjenis-jenis dari tumbuh-tumbuhan yang bermacam-macam.”

Menurut tafsir Ibnu Katsir (2004), arti ayat yang bercetak tebal memiliki makna bahwa tumbuhan diciptakan memiliki rasa yang berbeda-beda, seperti rasa manis, rasa masam, dan rasa pahit. Rasa pahit pada umumnya banyak dijumpai pada sebagian besar tumbuhan yang berpotensi sebagai obat. Salah satu tanaman yang berpotensi sebagai obat adalah pohon Kedawung.

Kedawung (*Parkia timoriana* (DC.) Merr) dikenal sebagai tanaman yang serba guna, salah satunya yaitu sebagai obat. Hal ini sesuai dengan pernyataan Abu Hurairah mengenai obat dalam hadits shahih ykang diriwayatkan oleh Imam Bukhari menyatakan bahwa Nabi Muhammad SAW. pernah bersabda:

مَا أَنْزَلَ اللَّهُ دَاءً إِلَّا أَنْزَلَ لَهُ شِفَاءً

Artinya: “Tidaklah Allah turunkan penyakit kecuali Allah turunkan pula obatnya”
(HR. Bukhari).

Hadits di atas menunjukkan bahwa Allah tidak akan memberikan ujian berupa penyakit kepada manusia tanpa memberikan obat dari setiap penyakit.

Allah memiliki sifat Ar-Rahman yang begitu luas. Alangkah baiknya jika setiap manusia senantiasa selalu menjaga kesehatannya sebagai rasa syukur atas karunia berupa nikmat sehat yang telah diberikan-Nya. Rasa syukur seorang hamba terhadap nikmat sehat merupakan salah satu bentuk *taddabur* mengenai segala penciptaan-Nya di bumi, satu diantaranya yaitu mempelajari dan mengkaji tentang fisiologi benih tanaman Kedawung

Potensi tanaman Kedawung sebagai obat tentu tidak terlepas dari berbagai kandungan senyawa didalamnya. Berdasarkan hasil uji fitokimia yang telah dilakukan menunjukkan bahwa bagian kulit pohon, tangkai daun, anak daun, buah polong, dan biji Kedawung positif mengandung senyawa sterol (Tisnadjaja, *et al.*, 2006). Beberapa eksperimen lainnya juga menyatakan bahwa pohon Kedawung mengandung senyawa sulfur (Suwannarat & Charassri, 2008), isoflavon, kuinon (Subandi, *et al.*, 2015), tanin, dan fenol (Ruthiran & Chinnadurai, 2017). Sedangkan, ekstrak dari beberapa bagian tanaman Kedawung diketahui mengandung aktivitas antioksidan, antibakteri, antidiabetik, anti-poliferatif, dan insektisida (Angami, *et al.*, 2017).

Tanaman Kedawung merupakan anggota dari famili Fabaceae. Tanaman Kedawung tumbuh dan tersebar secara luas di wilayah negara Afrika Selatan (Angami, *et al.*, 2017). Namun, tanaman Kedawung secara alami juga tumbuh subur di beberapa wilayah Asia Tenggara, seperti Indonesia, Jepang, Malaysia, Filipina, Thailand, dan Vietnam (Thangjam, *et al.*, 2019).

Pohon Kedawung merupakan salah satu jenis tanaman yang memiliki biji yang sulit berkecambah. Faktor utama yang menghalangi biji dalam menyerap air yaitu berasal dari kulit biji yang impermeabel. Sebagaimana firman Allah dalam QS. Ar-Rahman (55) ayat 10-13, yang berbunyi:

وَالْأَرْضَ وَضَعَهَا لِلْأَنَامِ (١٠) فِيهَا فَاكِهَةٌ وَالنَّخْلُ ذَاتُ الْأَكْمَامِ (١١) وَالْحَبُّ ذُو الْعَصْفِ وَالرَّيْحَانُ (١٢) فَبِأَيِّ آلَاءِ رَبِّكُمَا تُكَذِّبَانِ (١٣)

Artinya: “(10) Dan Allah telah meratakan bumi untuk makhluk(Nya). Di bumi itu ada buah-buahan dan pohon kurma yang mempunyai kelopak mayang. (12) Dan biji-bijian yang berkulit dan bunga-bunga yang harum baunya. (13) Maka nikmat Tuhan kamu yang manakah yang kamu dustakan?”.

Arti potongan ayat yang bercetak tebal “*ada buah-buahan*” dan “*dan biji-bijian yang berkulit*” memberikan petunjuk bahwa Allah SWT. menciptakan bumi yang dilengkapi oleh berbagai macam buah-buahan dan didalamnya terbentuk biji-bijian yang berkulit. Satu diantara jenis buah-buahan yang diciptakan Allah yaitu buah Kedawung yang berbentuk polong. Menurut Symkal, *et al.* (2014), buah polong dengan biji yang impermeabel adalah sebuah ciri khas yang dimiliki oleh sebagian besar anggota dari famili Fabaceae. Kulit biji dari biji legum diketahui tersusun atas sel-sel palisade yang terlapisi oleh fenol dan suberin.

Biji berkulit impermeabel pada umumnya bisa disimpan dalam jangka waktu cukup lama. Hal ini sesuai dengan pernyataan Kristiati & Winda (2008) yang menyatakan bahwa biji Kedawung mampu disimpan hingga 3 tahun dalam suhu ruang. Menurut Hayati, *et al.* (2011), biji-bijian yang berkulit digolongkan menjadi tiga kelompok, yaitu biji ortodoks, biji rekalsitran, dan biji *intermediate*. Berdasarkan waktu simpannya, biji Kedawung tergolong dalam jenis biji ortodoks.

Biji Kedawung merupakan jenis biji yang sulit berkecambah. Hambatan berupa kulit biji yang impermeabel menyebabkan biji sulit menyerap air secara optimal. Biji Kedawung yang tumbuh secara alami di kawasan hutan diketahui hanya mempunyai daya berkecambah tidak lebih dari 30% (Zuhud, 2007). Sedangkan, standar kualitas benih yang baik adalah benih yang mempunyai daya kecambah lebih dari 90% (Lesilolo, *et al.*, 2013).

Menurut Kamil (1979), air merupakan faktor utama yang dibutuhkan dalam perkecambahan suatu benih. Sebagaimana Allah SWT. telah menjelaskan hal ini di dalam QS. An-Naba' (78) ayat 14-15, yang berbunyi:

وَأَنْزَلْنَا مِنَ الْمُعْصِرَاتِ مَاءً ثَجَّاجًا (١٤) لِّنُخْرِجَ بِهِ حَبًّا وَنَبَاتًا (١٥)

Artinya: “(14) dan Kami turunkan dari awan air yang banyak tercurah, (15) supaya Kami tumbuhkan dengan air itu biji-bijian dan tumbuh-tumbuhan,”.

Ayat di atas menjelaskan bahwa Allah SWT menurunkan air hujan yang mempunyai banyak manfaat dalam menumbuhkan berbagai pepohonan. Kalimat menunjukkan bahwa biji-bijian yang tertanam di dalam tanah dapat

tumbuh setelah Allah mencurahkan air dari langit, sehingga berbagai jenis biji termasuk biji Kedawung dapat mengalami perkecambahan.

Perkecambahan merupakan fase awal dari perkembangan tanaman berbiji, yaitu dimulai dari proses imbibisi air. Penyerapan air ke dalam biji berlangsung secara cepat, kemudian kembali melambat setelah kapasitas air di dalam sel-sel biji telah terpenuhi. Selama proses imbibisi tersebut, biji telah memulai aktivitas metabolismenya. Salah satu fungsi air di dalam proses perkecambahan biji yaitu mengaktifkan hormon giberelin yang banyak terdapat di dalam sel aleuron biji. Hormon GA dalam biji kemudian di distribusikan oleh air ke seluruh bagian biji untuk merangsang berbagai enzim hidrolitik, diantaranya seperti enzim α -amilase dan β -amilase. Kedua enzim tersebut berfungsi dalam proses respirasi biji sebagai perombak cadangan makanan berupa bahan-bahan kering, seperti karbohidrat, protein, lemak, dan asam nukleotida. Hasil perombakan tersebut kemudian ditranslokasikan ke bagian titik embrio yang aktif membelah, seperti meristem apikal dan meristem pucuk (Sutopo, 2004).

2.2 Klasifikasi Kedawung (*Parkia timoriana* (DC.) Merr)

Kedawung (*Parkia timoriana* (DC.) Merr) merupakan tanaman yang diketahui berasal dari Afrika dan India, kemudian tersebar luas ke berbagai negara di Asia termasuk Indonesia (Hopkins & Hellen, 1993). Kedudukan tanaman Kedawung dalam sistematika tumbuhan diklasifikasikan sebagai berikut (Roskov, *et.al*, 2019) :

Kingdom	: Plantae
Subkingdom	: Trachebionta
Subdivisi	: Spermatophyta
Divisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Subkelas	: Rosidae
Ordo	: Fabales
Famili	: Fabaceae/Leguminosae
Subfamili	: Mimosoidae
Genus	: <i>Parkia</i>
Spesies	: <i>Parkia timoriana</i> (DC.) Merr



Kedawung termasuk dalam famili Fabaceae yaitu suku polong-polongan yang dapat dimanfaatkan menjadi berbagai olahan, seperti obat atau dikonsumsi sebagai makanan. Famili ini sangat mudah diamati karena memiliki ciri khas yaitu buahnya yang bertipe polong atau legum. Menurut Rahmita, *et al.* (2019) famili Fabaceae secara umum mempunyai berbagai bentuk perawakan, yaitu pohon, perdu, semak, dan herba.

Famili Fabaceae memiliki sekitar 630 genera dan 1800 jenis, dimana 45 spesies diantaranya berpotensi sebagai obat, tumbuhan hias, bahan bangunan, bahan mebel, makanan ternak, dan penghasil tanin serta resin. Famili ini terbagi menjadi 3 subfamili, yaitu Mimosoidae, Caesalpinioideae, dan Papilionoidae. Anggota famili ini banyak ditemui tumbuh di daerah tropis maupun subtropis. Selain Kedawung dari subfamili Mimosoidae, tumbuhan lain yang tergolong dalam famili ini adalah *Adenanthera pavonina* (Saga Pohon) dan *Caesalpinia pulcherima* (Kembang Merak) (Putri & Dharmono, 2018).

2.3 Morfologi Kedawung

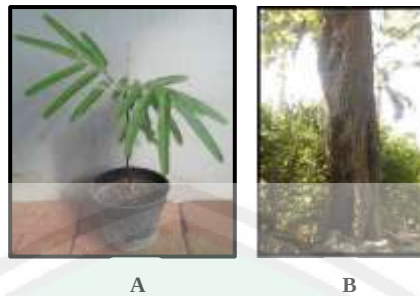
Kedawung merupakan tumbuhan perennial atau tumbuhan yang memiliki siklus hidup lebih dari satu tahun untuk tumbuh hingga kembali menghasilkan biji. Tanaman Kedawung merupakan salah satu tumbuhan sejati yang terdiri atas bagian akar, batang, daun, bunga, buah, dan biji. Menurut Zuhud (2007), pohon Kedawung dewasa memiliki akar banir berjumlah 6-9 buah yang kokoh, tinggi banir masing-masing banir diperkiraan mencapai 0,5 m hingga 1 m.



Gambar 2.1 Morfologi Akar Kedawung (Yuliantoro & Bambang, 2016).

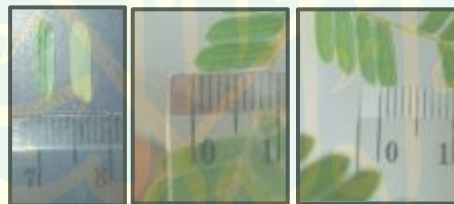
Batang Kedawung diketahui berbatang tegak, monopodial, silinder, dan berwarna hijau kecoklatan saat masih muda. Setelah berusia tua, batang pohon Kedawung mempunyai tekstur yang lebih keras, kokoh, dan kulit batang berubah menjadi abu-abu dengan permukaan yang licin. Tinggi batang Kedawung secara

umum dapat mencapai lebih dari 20 meter (Zuhud, 2007; Ahmed *et al.*, 2015; Yuliantoro & Bambang, 2016).



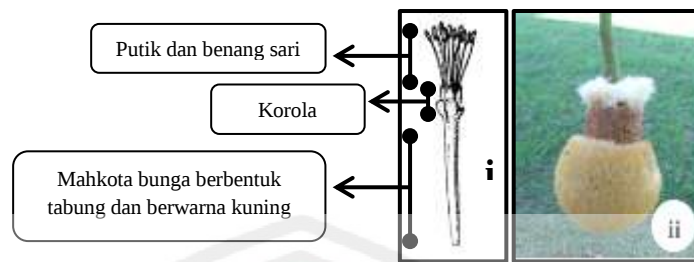
Gambar 2.2 Pohon Kedawung A) Batang Muda (Dokumen Pribadi) dan B) Batang Tua (Ahmed, *et al.*, 2015).

Daun Kedawung tersusun secara bipinnate yang terdiri atas 14 hingga 31 pasang pinnae. Setiap pinnae terdiri atas 52-72 lembar daun yang berbentuk sigmoid. Panjang daun mencapai 6-10 mm dan lebar sekitar 1-2 mm. Daun Kedawung mempunyai permukaan yang mengkilat, bertulang daun, dan tangkai daun yang berukuran sangat kecil (Hopkins & Hellen, 1993).



Gambar 2.3 Daun Kedawung (Dokumen Pribadi).

Pohon Kedawung mempunyai bunga yang berukuran kecil, majemuk, dan tersusun rapi dalam satu tangkai bunga yang berbentuk seperti bola lampu. Tipe bunga seperti ini banyak dikenal sebagai bunga bongkol. Setiap bunga Kedawung tersusun atas mahkota bunga yang berbentuk tabung, berukuran sekitar 1 cm, korola berkelipatan 5, dan berwarna kuning, beberapa yang lain berwarna putih (Rugayah, *et al.*, 2019). Bunga Kedawung merupakan jenis bunga hermaphrodit atau bunga yang memiliki banyak benang sari dan satu putik dalam satu bunga (Hopkins & Hellen, 1993).



Gambar 2.4 Bunga Kedawung (i) Hopkins & Hellen (1993), (ii) Suwannarat & Charassri (2008).

Buah Kedawung termasuk jenis buah sederhana dan memiliki pericarp kering setelah mencapai fase masak fisiologis. Dikatakan sebagai buah sederhana, karena buah Kedawung terbentuk dari satu *ovary* atau satu pistil (Kamil, 1979). Buah Kedawung memiliki kulit berwarna hijau saat muda dan berwarna coklat kehitaman setelah masak. Pericarp buah bagian luar memiliki tekstur keras, bagian dalam kulit buah tersusun atas jaringan gabus membentuk pulp berwarna kuning yang didominasi oleh aroma belerang. Panjang buah Kedawung mencapai 20-33 cm dan lebar sekitar 4-6 cm. Setiap buah Kedawung berisi biji 12-19 butir (Hopkins & Hellen, 1993).



Gambar 2.5 Buah dan Biji Kedawung (Rugayah, *et al.*, 2008).

Biji Kedawung memiliki dua macam bentuk, yaitu bulat telur (2-2,2 cm) dan menjorong (1-1,5 cm). Biji Kedawung diselimuti oleh kulit biji yang tebal, keras, berwarna hitam kecoklatan, dan pangkal biji yang berwarna kemerahan (Rugayah, *et al.*, 2014). Anggota dari famili Fabaceae secara umum memiliki biji yang keras. Hal ini disebabkan oleh sel-sel palisade yang menyusun kulit biji Fabaceae mengandung zat kutin, lignin, kuinon, isoflavon, dan senyawa fenolik (Subandi, *et al.*, 2015). Secara alami, biji Kedawung berfungsi sebagai alat perbanyakan tanaman secara generatif (Zuhud, 2007).

2.4 Ekologi Kedawung

Kedawung merupakan tanaman dari jenis legum yang banyak dijumpai di berbagai Negara yang beriklim tropis dan subtropis. Persebaran terluas pohon Kedawung pertama kali diketahui berada di Negara Afrika Selatan yang banyak dimanfaatkan sebagai bahan baku obat dan olahan makanan yang bernutrisi tinggi (Angami, *et al.*, 2017). Tanaman ini juga dapat ditemukan di beberapa negara Asia Tenggara, termasuk Indonesia, Malaysia, Jepang, Filipina, Thailand, dan Vietnam. Berdasarkan jumlah populasinya, pohon Kedawung pada tahun 2018 telah ditetapkan sebagai salah satu tanaman berkategori *Least Concern* (LC) atau tanaman yang memiliki jumlah populasi beresiko rendah (Hopkins & Hellen, 1994; Thangjam, *et al.*, 2019; Harvey-Brown, 2019).

Pohon Kedawung mempunyai beberapa nama lokal pada setiap daerah di Indonesia, antara lain *Alai*, *Alei* (Sumatera), *Kedawung*, *Peundeuj*, *Dawung*, *Petir*, *Pondey* (Jawa), *Kopang* (Sumbawa), *Koenpang* (daerah Bandji, Kalimantan), *Olimbopo* (daerah Tolalaki, Sulawesi), sedangkan beberapa nama asing dari Kedawung antara lain *Riang*, *Karieng* (Thailand), *Manipur seem*, *Mai-Karien* (India), *Petai kerayong*, *Tayur* (Malay Peninsula), *Cupang/Kupang* (Filipina) (Hopkins & Hellen., 1993).

Kedawung mampu tumbuh secara liar dan toleran terhadap daerah yang bersuhu panas, kering, pH tanah 5-7 di tepian sungai atau pekarangan belakang rumah. Namun, pertumbuhan Kedawung di hutan sangat membutuhkan intensitas cahaya yang cukup atau intoleran terhadap naungan. Kedawung tumbuh secara optimal pada ketinggian 0-500 mdpl, beberapa yang lain dapat tumbuh di ketinggian 1300 mdpl. Namun, secara global tanaman Kedawung tercatat sebagai tanaman yang tumbuh pada ketinggian 40-820 mdpl. (Zuhud, 2007; Thangjam & Sahoo, 2012; Harvey-Brown, 2019).

Perbanyakan tanaman Kedawung dapat dilakukan melalui dua cara, yaitu secara vegetatif dan generatif. Perbanyakan vegetatif merupakan sebuah metode pembiakan tanaman yang berasal dari bagian vegetatif tanaman itu sendiri, seperti akar, batang, dan daun (dengan tanpa melibatkan proses pembuahan), sifat anakan yang terbentuk memiliki sifat yang sama dengan tanaman induk (Sukendro, *et al.*, 2010). pembiakan tanaman Kedawung secara vegetatif, seperti stek batang dan

kultur jaringan diketahui tidak menunjukkan pertumbuhan akar yang kokoh (Thangjam & Maibam, 2006). Sedangkan perbanyakan generatif berasal dari pembiakan bagian tanaman melalui biji-bijian yang terbentuk dari peleburan gamet jantan dan gamet betina, perbanyakan tanaman Kedawung melalui biji secara umum masih memiliki kelemahan berupa pertumbuhan dan waktu berkecambah yang lambat, namun akar yang terbentuk lebih kokoh dan tahan terhadap kekeringan (Kristiati & Winda, 2008; Wasonowati, *et al.*, 2018).

2.5 Manfaat dan Kandungan Kedawung

Kedawung merupakan salah satu bahan baku yang banyak digunakan dalam industri jamu racik di Pulau Jawa (Subandi, *et al.*, 2015). Etnis Jawa dan etnis Dayak memilih biji Kedawung tua untuk menyembuhkan sakit lambung dan meredakan perut kembung (Zuhud, 2015). Biji Kedawung juga dipercaya mampu mengatasi penyakit kanker, diabetes, dan jantung koroner. Biji Kedawung mengandung gizi cukup tinggi untuk dikonsumsi sebagai makanan sehat, antara lain protein 22,9%, serat 9,03%, asam lemak 29,6%, mineral, dan asam amino (Angami, *et al.*, 2017).

Bagian pohon Kedawung yang lain juga berpotensi untuk menyembuhkan beberapa penyakit, diantaranya seperti penyakit kolik, kolera, diare, infeksi, luka bakar, luka sayat, rheumatik, bronkitis, darah tinggi, menetralkan racun dari gigitan ular, kram saat haid, dan mengurangi kolesterol dalam darah (Tisnadaja, *et al.*, 2006). Berdasarkan beberapa uji fitokimia, ekstrak dari hampir semua bagian pohon Kedawung mengandung aktivitas antioksidan, antibakteri, antidiabetik, antiproliferasi, dan insektisida (Angami, *et al.*, 2017). Aktivitas antioksidan yang terkandung dalam suatu tumbuhan biasanya dipengaruhi oleh kandungan senyawa fenolik, seperti flavanoid (Gunawan, *et al.*, 2016).

2.6 Karakteristik Biji Kedawung

Benih juga biasa dikenal sebagai ovul dari hasil pembuahan pada tanaman berbunga. Menurut Sudrajat, *et al.* (2017), setiap benih tanaman mempunyai berbagai karakter yang berbeda. Perbedaan karakter benih dapat dibagi berdasarkan masa penyimpanannya menjadi tiga macam yaitu benih ortodoks, benih rekalsitran, dan benih intermediet. Fungsi dari pembagian tipe benih ini

adalah untuk mengetahui tingkat viabilitas benih, vigor benih, dan kadar air benih selama masa penyimpanan, sehingga dapat mencari cara yang tepat untuk mempertahankan viabilitasnya dalam jangka waktu tertentu.

Berkaitan dengan informasi di atas, biji Kedawung dapat digolongkan ke dalam tipe benih ortodoks. Menurut Hayati, *et.al* (2011), benih ortodoks merupakan benih yang tahan terhadap pengeringan. Robert (1973) menambahkan bahwa benih ortodoks mampu dikeringkan tanpa mengalami kerusakan dan mampu disimpan dengan kadar air mencapai 2-5%. Kristiati & Winda (2008) menyatakan bahwa biji Kedawung dapat mempertahankan viabilitasnya selama 3 tahun dalam suhu ruang.

Hong *et al.* (1996) menambahkan bahwa benih yang tergolong dalam jenis ortodoks banyak didominasi oleh famili Leguminosae (Fabaceae), Myrtaceae, Casuarinaceae, dan Pinaceae. Selain itu, karakter yang khas dari benih ortodoks adalah memiliki kulit benih yang keras sehingga mengalami masa dormansi yang cukup lama. Menurut Kristiati & Winda (2008), karakter kulit benih yang keras tersebut menyebabkan biji Kedawung mengalami dormansi secara fisik (*physical dormansi/PY*) sehingga biji sulit berkecambah tanpa melalui kegiatan skarifikasi.

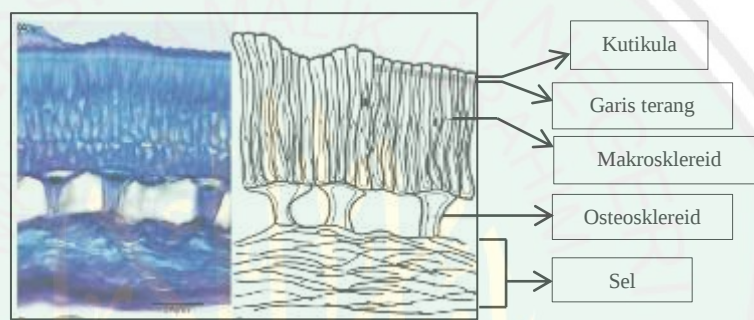
2.7 Perkecambahan Biji Kedawung

Suatu benih akan mulai berkecambah ketika telah berada dalam kondisi optimum dan ditanam di lingkungan yang sesuai. Menurut Salisbury & Ross (1995) perkecambahan merupakan suatu proses morfogenesis embrio benih yang tumbuh menjadi kecambah. Sedangkan, kecambah secara umum didefinisikan sebagai individu muda yang terbentuk dari perkembangan embrio suatu benih.

Jenis perkecambahan benih telah menjadi salah satu kajian yang dinilai penting untuk membantu menentukan tipe perkecambahan sejak benih ditanam. Menurut Tjitrosoepomo (2009), perkecambahan pada benih terbagi menjadi dua macam, yaitu perkecambahan hipogeal dan epigeal. Perkecambahan hipogeal ditunjukkan oleh pertumbuhan bagian *epikotil* menuju ke atas permukaan tanah dengan kotiledon yang tetap berada di dalam tanah. Sedangkan, perkecambahan epigeal ditandai oleh perkembangan ruas bawah kotiledon (*hipokotil*) yang menyebabkan kotiledon ikut terangkat ke atas permukaan tanah. Berdasarkan tipe

perkecambahan benih tersebut, biji Kedawung memiliki tipe perkecambahan epigeal.

Zuhud (2007) menyatakan bahwa biji Kedawung merupakan jenis benih yang tergolong sulit berkecambah. Hal ini disebabkan oleh struktur kulit biji Kedawung yang keras dan memiliki lapisan yang rumit, sehingga membutuhkan penanganan secara tepat dan efisien untuk memperbanyak bibit Kedawung melalui benih. Perkecambahan biji Kedawung secara alami masih relatif rendah yaitu tidak lebih dari 30%. Kristiati & Winda (2008) menambahkan bahwa faktor yang menyebabkan biji Kedawung sulit berkecambah yaitu berasal dari sifat kulit bijinya yang impermeabel terhadap air dan gas.



Gambar 2. 6 Anatomi Biji Fabaceae (Symkal, *et al.*, 2014)

Hambatan berupa kulit biji yang impermeabel dalam perkecambahan suatu benih juga diketahui terjadi pada sebagian besar biji Fabaceae, termasuk pada biji Kedawung. Menurut Miao *et al.* (2001) kulit benih merupakan bagian benih yang berfungsi sebagai pelindung bagi embrio dari kondisi lingkungan yang kurang menguntungkan atau bisa menjadi sebuah hambatan bagi sebagian benih dalam proses perkecambahannya. Symkal, *et al.* (2014) menambahkan bahwa struktur anatomi pada biji Fabaceae mempunyai lapisan cukup rumit seperti pada gambar 2.6 yang didominasi oleh lapisan lilin dan sel sklereid. Beberapa penelitian telah membuktikan dari sebagian besar kulit biji Fabaceae ditemukan beberapa kandungan kimia, seperti senyawa suberin (Spurny, 1964), zat kitin (Gijzen *et al.*, 2001), polisakarida (Oliveira, *et al.*, 2001), kuinon, isoflavon, dan senyawa fenolik (Subandi, *et al.*, 2015) yang mengakibatkan struktur kulit benih menjadi lebih keras dan memiliki sifat impermeabel terhadap air dan gas.

2.8 Viabilitas Benih

Benih yang dihasilkan oleh sebuah tanaman pada dasarnya tidak semua mempunyai viabilitas yang baik, tetapi sebagian benih yang lain juga berpeluang memiliki viabilitas kurang baik, misalnya pada biji legum yang memiliki tingkat kematangan benih yang berbeda-beda dalam satu buah yang sama. Menurut Kamil (1979) viabilitas merupakan kemampuan embrio untuk tumbuh dan berkecambah yang dipengaruhi oleh berbagai faktor dari dalam benih maupun luar benih. Sadjad (1993) menambahkan bahwa viabilitas benih merupakan wujud nyata yang ditunjukkan oleh gejala metabolisme di dalam benih.

Nurahmi *et al.* (2010) menyatakan bahwa viabilitas benih secara umum terbagi menjadi tiga macam, yaitu viabilitas potensial, viabilitas total (optimum), dan vigor (sub-optimum). Viabilitas potensial merupakan kemampuan suatu benih untuk tetap hidup selama masa simpan, peninjauannya dapat diukur berdasarkan kandungan kadar air dalam benih. Viabilitas total yaitu kemampuan benih untuk berkecambah dan tumbuh secara normal di lingkungan optimum. Sedangkan, vigor merupakan daya tumbuh benih pada kondisi suboptimum.

Viabilitas suatu benih juga dinilai penting dalam meninjau mutu benih yang baik. Menurut Lesilolo, *et al.* (2013), benih dengan mutu baik merupakan benih yang memiliki daya berkecambah lebih dari 90% dan keserempakan tumbuhnya tinggi yang ditunjukkan oleh daya vigor sebesar 40-70%. Salah satu daya dukung untuk mempertahankan mutu benih yaitu mengatur kelembaban udara selama masa penyimpanan. Hal ini dilakukan untuk menjaga biji agar tidak mengalami peristiwa deteriorasi. Menurut Nizaruddin *et al.* (2014), deteriorasi dikenal sebagai peristiwa penurunan mutu fisiologis pada benih sehingga benih mengalami kemunduran selama proses penyimpanan.

Vigor atau daya tumbuh benih juga bisa mengalami penurunan yang mengakibatkan kemunduran mutu pada suatu benih. Menurut Sutopo (2004), beberapa faktor penyebab rendahnya vigor pada benih, diantaranya berasal dari *faktor genetik* yang menyebabkan benih sulit untuk *survive* dan tumbuh terhadap lingkungan suboptimum, *faktor sitologis* yang disebabkan oleh aberasi kromosom atau mutasi kromosom, *faktor fisiologis* ditunjukkan oleh embrio yang belum masak secara sempurna, *faktor morfologi* yang umumnya disebabkan oleh

ketebalan dan sifat permeabilitas kulit benih serta ukuran benih, *faktor mekanis* juga dapat terjadi ketika cara penyimpanan benih kurang tepat selama proses pendistribusian benih, dan *faktor mikroorganisme* seperti cendawan dan fungi yang menyebabkan penggunaan sebagian cadangan makanan sehingga berakibat pada produksi enzim respirasi yang semakin tinggi.

Menurut Sudrajat, *et al.* (2017), tingkat viabilitas pada suatu benih juga sangat bergantung dengan kadar air dalam benih, mengingat sebagian besar proses biokimiawi pada setiap sel dan jaringan tanaman terjadi oleh keberadaan air. Kadar air benih dapat berubah-ubah sesuai dengan perkembangan benih yang disebabkan oleh berbagai faktor. Berdasarkan kadar airnya, benih terbagi menjadi dua jenis yaitu benih ortodoks dan benih rekasitran. Benih ortodoks secara umum mengalami penurunan kadar air melalui tiga fase, yaitu 1) fase perkembangan benih (fase histodiferensiasi), saat benih belum terlepas dari buah atau induknya, 2) fase penumpukan cadangan makanan, dan 3) fase pengeringan. Sebagaimana Kamil (1979) menyatakan bahwa dalam perkembangan benih terdapat berbagai perubahan yang terjadi mulai dari setelah terjadi pembuahan hingga pemanenan benih, perubahan tersebut diawali dari penurunan kadar air dalam benih yang terjadi secara berlawanan dengan nilai berat kering, vigor, viabilitas, dan ukuran benih.

2.9 Dormansi Benih

Dormansi merupakan suatu keadaan dimana benih tidak bisa langsung berkecambah pada lingkungan yang mendukung. Menurut Gorden, *et.al* (1982), peristiwa dormansi pada umumnya banyak dialami oleh sebagian besar spesies tumbuhan berkayu yang tumbuh secara liar. Benih yang mengalami kondisi dormansi selama batas waktu tertentu mempunyai kelebihan dalam membantu kelestarian suatu tumbuhan di masa yang akan datang. Menurut Salisbury & Ross (1995), dormansi pada setiap benih disebabkan oleh faktor pembatas yang berbeda. Berdasarkan terminologinya, Baskin & Baskin (2005) mengelompokkan dormansi benih menjadi lima, seperti dormansi fisik, morfologi, fisiologi, morfofisiologi, dan kombinasi (fisik-fisiologi). Sedangkan Kermode (2005), secara umum menentukan mekanisme dormansi pada suatu benih menjadi dua, yaitu dormansi fisik dan dormansi fisiologis.

Benih yang mengalami dormansi secara fisik sangat mudah untuk diamati, biasanya benih memiliki kulit benih yang impermeabel sehingga bisa disimpan dalam waktu yang cukup lama. Menurut Uytami, *et.al* (2016), anggota dari famili Fabaceae pada umumnya memiliki struktur kulit benih yang impermeabel terhadap air dan gas, sehingga sebagian besar benih Fabaceae mengalami dormansi yang disebabkan oleh faktor fisik benih. Berikut ini merupakan beberapa benih dari famili Fabaceae yang mengalami dormansi fisik, diantaranya yaitu *Albizia* sp. (Dell, 1980), *Sophora* sp. (Hu, *et.al*, 2008), *Acacia fauntleroyi* (Gaol & Fox, 2009), *Cladrastis* sp., *Bauhinia* sp. (Gama-Arachchige, 2013), Sengon (*Paraserianthes falcataria* L.) (Marthen & Rehatta, 2013), Kayu Kuku (*Pericopsis mooniana* THW) (Suhartati, *et.al*, 2015), dan Kebiul (*Caesalpinia bonduc* L.) (Uytami, *et.al*, 2016). Menurut Agurahe, *et. al* (2019), pematangan dormansi pada biji keras secara umum dapat dilakukan dengan skarifikasi fisik, mekanik, dan kimia.

Kermode (2005) menambahkan bahwa hormon ABA juga menjadi salah satu faktor yang secara genetik dapat mempengaruhi masa dormansi pada sautu benih. Produksi ABA yang terlalu tinggi secara biokimiawi dapat mengganggu proses translasi RNA menjadi mRNA, dimana mRNA sangat berperan penting dalam sintesis protein berbagai enzim yang diperlukan untuk memecah cadangan makanan selama proses respirasi. Hormon ABA secara endogen memiliki peran dalam menghambat biosintesa GA dalam benih, sehingga proses perkecambahan menjadi terhenti.

Schmidt (2002) menambahkan bahwa dormansi pada suatu benih sebagian besar juga disebabkan oleh benih yang belum matang secara sempurna. Kondisi benih yang mengalami *immaturity embryo* ini banyak ditunjuk sebagai salah satu penyebab dormansi benih secara fisiologis. Menurut Baskin & Baskin (2004), dormansi fisiologis dapat dipatahkan secara kimiawi yaitu dengan menggunakan zat pengatur tumbuh. Salah satu jenis hormon sintetis yang banyak digunakan dalam pematangan dormansi fisiologis yaitu asam giberelin (GA₃). Dormansi fisiologis atau dormansi embrio diketahui banyak terjadi pada famili Rosaceae, seperti pada spesies *Avena fatua*.

2.10 Perkecambahan Benih

Perkecambahan merupakan fase awal dari perbanyakan tanaman secara generatif. Menurut Rohandi & Nurin (2009), perkecambahan merupakan proses yang diawali dari merekahnya kulit benih yang kemudian diikuti oleh keluarnya radikula dan plumula. Tjitrosoepomo (2009) menambahkan bahwa kecambah merupakan individu baru yang hidupnya masih bergantung pada persediaan cadangan makanan dari bagian kotiledon.

Benih dengan mutu yang baik ditunjukkan oleh benih yang telah masak secara fisiologis. Menurut Kamil (1979), benih yang telah masak secara sempurna mempunyai tiga komponen dasar, yaitu karbohidrat, protein, dan lipid yang akan berfungsi sebagai sumber energi utama dalam proses perkecambahan. Energi yang dihasilkan kemudian digunakan untuk membentuk morfologi dasar tanaman, yaitu akar, daun, dan batang.

Benih yang berkecambah tidak hanya menunjukkan adanya perubahan secara morfologi, namun benih juga mengalami perubahan secara fisiologis. Perubahan morfologi dapat diamati dari kemunculan bagian radikula dan plumula sebagai tanaman baru. Sedangkan, perubahan secara fisiologis menurut Sutopo (2004) berawal dari proses imbibisi air (hidrasi jaringan dan suplay oksigen), aktivasi enzim, respirasi (transport molekul ke titik embrionik), asimilasi, dan pembelahan sel.

Proses perkecambahan suatu benih dimulai dari proses penyerapan air oleh benih. Konsentrasi air dan benih yang berbeda menyebabkan timbulnya tekanan hidrostatik, sehingga air dapat berpindah secara difusi dan osmosis ke dalam benih. Penyerapan air ini akan terus berlangsung hingga kadar air dalam jaringan meningkat menjadi 40-60%. Sedangkan, kadar air masih akan terus meningkat sedikit demi sedikit hingga mencapai 70-90% selama proses perkembangan radikula dan plumula (Sutopo, 2004). Proses hidrasi air pada jaringan juga memberikan ruang bagi benih untuk mendapatkan suplay oksigen. Keberadaan oksigen berperan penting dalam mempercepat proses kerja enzim melalui reaksi-oksidasi untuk merombak cadangan makanan.

Setiap benih mengandung berbagai substansi kimia untuk disimpan sebagai sumber energi dalam proses perkecambahan, satu diantaranya yaitu pati. Pati

merupakan polisakarida terbesar yang disimpan pada sebagian besar endosperm benih dalam bentuk amilum dan amilopektin (70-80%) (Kamil, 1979; Ali & Alaaeldin, 2017; Sudrajat, *et al.*, 2017). Pemecahan pati menjadi gula sederhana sangat diperlukan untuk mendukung pembentukan sel-sel baru (Hidayat, 1995). Hidrolisa pati pada benih dapat dikatalis oleh dua jenis enzim, yaitu enzim α -amilase dan β -amilase. Enzim α -amilase diketahui berperan memecah pati menjadi maltosa dan glukosa, sedangkan enzim β -amilase dapat memecah amilum menjadi glukosa dan amilopektin menjadi dextrin (Kamil, 1979).

Berkaitan dengan pernyataan di atas, gula dari hasil perombakan pati akan langsung ditranslokasikan ke jaringan yang bersifat embrionik, seperti meristem akar dan meristem apikal sebagai bahan untuk mendukung pertumbuhan primer tanaman. Menurut Dwidjoseputro (1984), pembongkaran sukrosa dalam proses respirasi terjadi secara bertahap yaitu melalui tahap glikolisis (2 asam piruvat, 2 ATP) dan siklus kreb (CO_2 , H_2O , ATP). Zhenguo, *et al.* (2017) menambahkan bahwa kandungan pati pada sebagian biji berkeping dua juga dapat dirombak melalui proses fosforolisis/amilolisis yang dikatalis oleh enzim fosforilase.

Protein atau polipeptida memiliki unit terkecil berupa asam amino yang penting dalam pembentukan membran sel baru selama proses perkecambahan. Menurut Zhenguo, *et al.* (2017), protein yang tersimpan di dalam benih dipecah oleh enzim proteinase hingga menjadi bentuk yang lebih sederhana berupa asam-asam amino. Gardner (1991) menambahkan bahwa glutamin merupakan jenis asam amino yang banyak terkandung di dalam benih dan akan disintesis kembali menjadi polipeptida baru. Selanjutnya, polipeptida akan dihidrolisis dengan asam organik dan amonia yang hasil akhirnya akan masuk dalam lingkaran daur krebs untuk dioksidasi.

Lipid yang tersedia sebagai cadangan makanan di dalam benih merupakan hasil sintesis dari asam lemak pada proses glikolisis, biasanya ditemukan dalam bentuk minyak cadangan berupa triasilgliserol. Proses biosintesa asam lemak di dalam sel bertempat di plastida dan sebagian yang lain juga terjadi di mitokondria untuk membentuk oleoyl-CoA yang kemudian ditranslokasikan dan disintesis ke bagian retikulum endoplasma untuk menghasilkan hidroksilat (asil-CoA) dengan hasil akhir berupa minyak triasilgliserol (Borek *et al.*, 2009).

Mudiana *et al.* (2007) menambahkan bahwa perkecambahan pada suatu benih dapat dipengaruhi oleh faktor luar dan faktor dalam. Faktor dari luar benih dapat berasal dari kondisi lingkungan yang meliputi suhu, kelembaban nisbi, oksigen, cahaya dan komposisi udara di sekitar benih. Sedangkan, faktor dari dalam benih meliputi kadar air benih, tingkat kemasakan benih, dan kerusakan benih secara mekanik dan fisik. Selain itu, infeksi yang disebabkan oleh mikroorganisme berupa jamur atau cendawan yang bersifat patogen juga dapat memperlambat perkecambahan suatu benih.

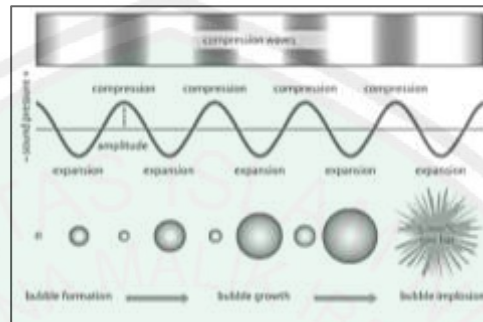
2.11 Pengaruh Gelombang Ultrasonik dalam Pematahan Dormansi Biji Keras

Berdasarkan besar frekuensinya gelombang bunyi terbagi menjadi tiga, yaitu gelombang infrasonik (≤ 20 Hz), gelombang audiosonik (20 Hz-20 kHz), dan gelombang ultrasonik (≥ 20 kHz) (Yasid, *et al.*, 2016). Gelombang ultrasonik merupakan gelombang bunyi yang memiliki ambang batas atas lebih dari 20.000 Hz. Gelombang ultrasonik adalah jenis gelombang bunyi yang saat ini telah banyak diterapkan sebagai teknik skarifikasi terbaru dalam mematahkan dormansi fisik pada biji-bijian berkulit keras (Rifna, *et al.*, 2019). Besar frekuensi gelombang ultrasonik yang dapat diterapkan dalam bidang pertanian memiliki kisaran 20-100 kHz untuk berinteraksi dengan bahan yang digunakan (Goussous, *et al.*, 2010).

Gelombang ultrasonik diketahui dapat dirambatkan ke dalam medium cair, gas, maupun padat (Made, *et al.*, 2012). Gelombang yang dialirkan secara terus menerus mampu menghasilkan rambatan energi yang bersifat merusak dan mengikis permukaan benda yang keras. Hal ini disebabkan oleh energi mekanik yang dihasilkan dari daya akustik gelombang dengan arah rambat secara longitudinal (Yaldagard, *et al.*, 2008).

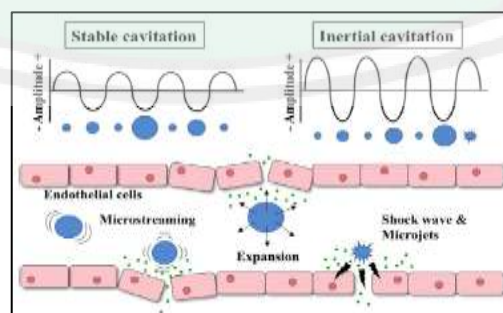
Perambatan gelombang ultrasonik ke dalam medium cair dalam waktu yang berkelanjutan menyebabkan terjadinya peristiwa kavitasi. Kavitasi yaitu peristiwa terbentuknya gelembung-gelembung halus berisi uap dalam medium cair sebagai akibat dari adanya daya akustik gelombang yang dialirkan. Daya akustik dalam peristiwa ini juga dikenal sebagai daya mekanik yang dapat mengakibatkan tekanan uap di dalam gelembung menjadi semakin besar. Hal ini

mengakibatkan gelembung-gelembung yang berisi uap tersebut pecah dan kembali menjadi gelembung udara baru yang memiliki ukuran lebih kecil (*microbubbles*). Ledakan gelembung uap tersebut memberikan efek mekanik yang bersifat tusukan jarum dan gergaji sehingga terbentuk pori-pori kecil pada seluruh permukaan kulit biji yang terpapar sebagai jalan masuknya air dan oksigen (Cheeke, 2002).



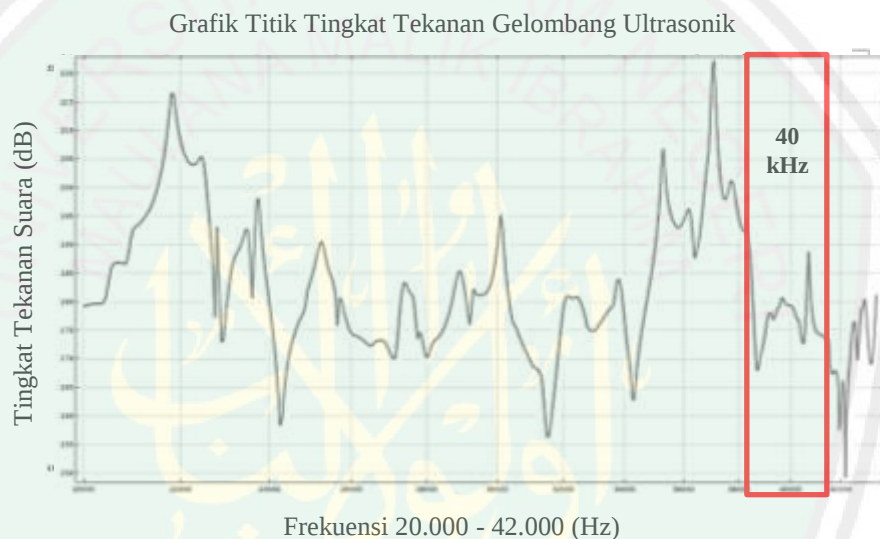
Gambar 2.7 Proses kavitasi (Johansson, *et al.*, 2017)

Penggunaan aplikasi gelombang ultrasonik dalam medium cair selalu dikombinasikan dengan parameter-parameter tertentu, seperti suhu, frekuensi, tekanan, dan intensitas bahan kimia yang digunakan. Selain efektif digunakan untuk membantu meningkatkan permeabilitas pada kulit biji dan persentase perkecambahan benih, gelombang ultrasonik ini juga diketahui bisa digunakan sebagai alat homogenitas, emulsifikasi, ekstraksi, kristalisasi, pasteurisasi, aktivasi enzim, pengikisan karat, serta reduksi ukuran partikel (Rifna, *et al.* 2019). Gelombang ultrasonik yang diaplikasikan pada tumbuhan juga mampu mempengaruhi cairan dalam sitoplasma, karena gelombang ultrasonik yang dirambatkan dalam media cair juga diketahui dapat dirambatkan hingga ke dalam medium yang berisi cairan (Cameron & Skofronick (1978).



Gambar 2. 8 Peristiwa kavitasi yang merusak membran sel (Peruzzi, *et al.*, 2018)

Hasil uji yang telah dilakukan oleh Yaldagard, *et al.* (2008) diketahui berhasil meningkatkan perkecambahan pada biji *Barley* dari 93,3% menjadi 99,4% setelah memapar biji selama 15 menit dengan besar tegangan 460W. Kemudian, Goussous, *et al.* (2010) berhasil meningkatkan persentase perkecambahan rata-rata biji Buncis, biji Gandum, dan biji Semangka yaitu masing-masing sebesar 95% (dipapar 30 menit) dan 133% (dipapar 45 menit) dari perlakuan kontrol sebesar 61% dengan besar frekuensi 40 kHz. Sedangkan, Ramteke, *et al.* (2015) berhasil meningkatkan perkecambahan biji *Lycopersicon esculentum* dari 66% menjadi 73% dan biji *Anethum graveolens* dari 76% menjadi 86% setelah dipapar dengan besar frekuensi 40 kHz.



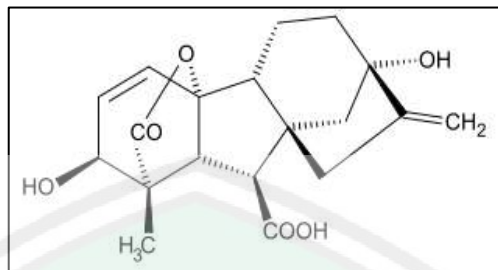
Gambar 2.9 Skema Grafik Titik Tekanan Gelombang Ultrasonik (Johansson, *et al.*, 2017)

2.12 Pengaruh Asam Giberelin (GA_3) dalam Proses Perkecambahan

Asam giberelin merupakan salah satu senyawa organik yang banyak digunakan untuk membantu proses perkecambahan suatu benih. Asam giberelin pertama kali ditemukan oleh ilmuwan jepang yaitu Fujikuroi Kurosawa pada tahun 1926 dari tanaman padi yang terserang jamur *Giberella fujikuroi*, namun penelitian mengenai hormon ini mulai diminati sejak tahun 1950-an (Abidin, 1983).

Hormon giberelin merupakan jenis senyawa diterpenoid yang memiliki struktur kimia dasar berupa kerangka giban dan kelompok karboksil bebas. Sifat hormon ini, diantaranya yaitu stabil, mempunyai bentuk kristal, sedikit larut

dalam air, mudah larut dalam methanol, ethanol, aseton, dan sebagian lagi larut dalam etil asetat. Penggunaan hormon giberelin yang sering diaplikasikan dalam sebuah penelitian yaitu GA_1 , GA_2 , GA_3 hingga GA_{52} (Saut, 2002).



Gambar 2.10 Struktur Molekul Dasar Giberelin (GA_3) (Salisbury & Ross, 1995)

Berdasarkan struktur molekul dasar pada gambar 2.9 menunjukkan bahwa semua jenis giberelin berbentuk tetrasiklik diterpenoid yang mengandung skeleton (rangka dari *ent-gibberellane*). Struktur molekul dasar giberelin secara umum memiliki 19-20 atom karbon yang menjadi penentu tingkat kereaktivitasnya. Sifat khusus dari atom karbon ke-20 hormon giberelin yaitu mempunyai sifat tentatif atau tidak menetap untuk bergabung dengan kerangka giban. Sedangkan, kerangka giban yang memiliki tambahan atom karbon ke-20 disebut sebagai cincin lakton (Abidin, 1983).

Biosintesa giberelin dihasilkan dari jalur mevalonat yang berawal dari proses sintesis unit-unit asetat yang berasal dari asetil-KoA (Salisbury & Ross, 1995). Menurut Abidin (1983), aktivitas biosintesa dari giberelin secara fisiologis sangat mempengaruhi sifat genetik dari suatu tanaman, hal ini biasa dikenal sebagai gejala *genetic dwarfism*. Gejala genetik dwarfism merupakan suatu gejala mutasi yang mengakibatkan perpanjangan pada sel-sel tumbuhan, mendukung pembentukan RNA baru, dan mempercepat sintesis protein.

Weaver (1972) menambahkan bahwa hormon giberelin juga memiliki peranan dalam meningkatkan kandungan auxin pada tumbuhan yang berawal dari pembebasan senyawa triptofan sebagai bentuk dasar dari hormon auksin. Sedangkan, mekanisme dari perpanjangan sel pada benih berasal dari proses pemecahan pati oleh hormon giberelin yang memicu aktivitas enzim α -amilase dalam benih, sehingga konsentrasi gula menjadi meningkat dan mengakibatkan tekanan osmotik di dalam sel semakin naik. Oleh karena itu, benih dapat berkembang menjadi kecambah. Menurut Kamil (1979), giberelin merupakan

salah satu senyawa promotor dalam proses fisiologis sel yang banyak ditemukan pada bagian biji, ujung batang, ujung akar, dan tunas axilar.

Susilo, *et al.* (2015) menyatakan bahwa hormon giberelin telah banyak diaplikasikan dalam bidang pertanian dan bioteknologi yang mempunyai nilai ekonomi tinggi, misalnya seperti memecah dormansi pada benih dan memicu perkecambahan suatu benih. Berikut ini adalah beberapa konsentrasi GA₃ yang berhasil meningkatkan daya perkecambahan dari berbagai benih, yaitu konsentrasi 50 mg/l berhasil meningkatkan viabilitas Biji Pala (*Myristica fragans*) dari 16,67% menjadi 75% pada hari ke 14 HST setelah direndam selama 3 jam (Agurahe, *et al.*, 2019), konsentrasi 75 mg/l berhasil meningkatkan viabilitas Biji Balsa (*Ochroma bicolor* ROWLEE) dari 53,25% menjadi 74% setelah direndam selama 24 jam (Zanzibar, 2017), dan konsentrasi 100 mg/l berhasil meningkatkan perkecambahan Biji *Picrasma javanica* dari 18,33% menjadi 73,33% (Utami, 2010).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis dan Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental yang menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan dua faktor perlakuan, yaitu lama pemaparan gelombang ultrasonik dan konsentrasi asam giberelin (GA_3). Berikut adalah uraian dari dua faktor yang akan digunakan sebagai perlakuan penelitian, yaitu:

Faktor I adalah lama pemaparan gelombang ultrasonik yang terdiri dari 4 taraf, yaitu:

G0 = 0 menit (tanpa dipapar)

G1 = 15 menit

G2 = 30 menit

G3 = 45 menit

Faktor II adalah konsentrasi asam giberelin (GA_3) yang terdiri dari 5 taraf, yaitu:

K0 = 0 mg/l (akuades)

K1 = 25 mg/l

K2 = 50 mg/l

K3 = 75 mg/l

K4 = 100 mg/l

Menurut Arimbi & Hendro (2016), jumlah ulangan pada sebuah penelitian dapat ditentukan menggunakan rumus federer, yaitu:

$$(t-1)(r-1) \geq 15$$

Keterangan : t = Treatment atau perlakuan

r = Replikasi atau ulangan

Penelitian ini terdiri atas 20 kombinasi perlakuan dan setiap unit dilakukan sebanyak 3 kali ulangan, setiap ulangan digunakan sebanyak 20 butir benih, sehingga didapatkan sebanyak 60 unit kombinasi percobaan. Total benih yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah sebanyak $20 \times 20 \times 3 = 1200$ butir benih.

Tabel 3.1 berikut ini merupakan rancangan yang menyajikan kombinasi berbagai perlakuan dalam penelitian ini.

Tabel 3.1 Tabel Rancangan Penelitian

Lama Pemaparan (u)	Konsentrasi Asam Giberelin (g)				
	0 mg/l (g0)	25 mg/l (g1)	50 mg/l (g2)	75 mg/l (g3)	100 mg/l (g4)
0 menit (u0)	u0g0	u0g1	u0g2	u0g3	u0g4
15 menit (u1)	u1g0	u1g1	u1g2	u1g3	u1g4
30 menit (u2)	u2g0	u2g1	u2g2	u2g3	u2g4
45 menit (u3)	u3g0	u3g1	u3g2	u3g3	u3g4

3.2 Objek Penelitian

Objek penelitian yang digunakan dalam penelitian ini bersifat homogen yaitu Biji Kedawung (*Parkia timoriana* (DC.) Merr) yang digunakan adalah biji yang telah masak fisiologis tanpa penyimpanan. Setelah itu, dilakukan kegiatan penyortiran Biji Kedawung dengan ukuran yang seragam. Sampel biji diperoleh dari Bapak Eko pendarung asal Ds. Lumutan, Kecamatan Botolinggo, Kabupaten Bondowoso, Jawa Timur.

3.3 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari 2 variabel yang meliputi: 1) variabel bebas dan 2) variabel terikat. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah lama pemaparan gelombang ultrasonik (0 menit, 15 menit, 30 menit, 45 menit), konsentrasi asam giberelin (0 mg/l, 25 mg/l, 50 mg/l, 75 mg/l, dan 100 mg/l), besar frekuensi gelombang 40 kHz, dan media perkecambahan yang digunakan yaitu tanah jenis mediteran kecoklatan. Sedangkan, variabel terikat yang akan diamati, diantaranya yaitu waktu berkecambah, persentase perkecambahan, panjang akar, panjang hipokotil, berat basah kecambah, dan berat kering kecambah.

3.4 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April - Juni 2020. Kegiatan skarifikasi Biji Kedawung dengan gelombang ultrasonik dilaksanakan di Laboratorium Instrumentasi Jurusan Fisika. Sedangkan, biji yang telah diskarifikasi disemai di *Green House* milik Program Studi Biologi, Fakultas

Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.

3.5 Alat dan Bahan

Penelitian ini menggunakan alat-alat yang terdiri dari sonikator (*digital ultrasonik SKYMEN CLEANING (JP-020S)*), botol plastik, timbangan analitik, oven, sekop, penggaris, kertas label, alat tulis, pinset, labu ukur, gelas ukur, papan dada, bak kecambah, tisu, dan kamera. Bahan-bahan yang digunakan terdiri atas Biji Kedawung (*Parkia timoriana* (DC.) Merr) yang telah masak fisiologis tanpa penyimpanan, larutan asam giberelin (25 mg/l, 50 mg/l, 75 mg/l, dan 100 mg/l), akuades, dan tanah mediteran kecoklatan.

3.6 Prosedur Penelitian

3.6.1 Persiapan Sampel

Kegiatan persiapan sampel dalam penelitian ini dimulai dari pemilihan biji Kedawung. Biji Kedawung yang tenggelam dipilih sebagai sampel benih yang akan digunakan dalam penelitian ini. Kemudian, benih Kedawung dikeringkan selama 90 menit pada suhu ruang dan ditimbang menggunakan timbangan analitik untuk mendapatkan sampel yang homogen. Metode ini dirujuk dari penelitian yang telah dilakukan Agurahe *et. al* (2019). Sampel benih yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih yang mempunyai berat ≥ 0.7 g, berbentuk oval pipih sempurna, panjang $\geq 1,5$ cm, warna hitam kecoklatan, permukaan kulit biji tidak terdapat tanda kerusakan.

3.6.2 Pembuatan Larutan Stok Asam Giberelin (GA₃)

Pembuatan larutan stok asam giberelin 100 mg/l dimulai dari penimbangan serbuk GA₃ murni sebanyak 100 mg, kemudian dilarutkan dalam 1000 ml akuades. Menurut Mulyono (2006), rumus yang digunakan untuk membuat larutan dalam sebuah penelitian, yaitu sebagai berikut:

$$N1.V1 = N2.V2$$

Keterangan: N1 = Konsentrasi larutan yang diencerkan (mg/l)

V1 = Volume larutan yang diencerkan (ml)

N2 = Konsentrasi larutan pengencer (mg/l)

V2 = Volume larutan pengencer (ml)

Berdasarkan penggunaan rumus di atas, berikut ini merupakan kegiatan pengenceran dari larutan stok untuk mendapatkan beberapa konsentrasi asam giberelin (GA_3) yang akan digunakan dalam penelitian ini.

Tabel 3. 2 Pengenceran Larutan Stok Asam Giberelin Menjadi Beberapa Konsentrasi

N1 (mg/l)	V1 (ml)	N2 (mg/l)	V2 (ml)	Penambahan Akuades
100	0	0	100	100 ml
100	25	25	100	75 ml
100	50	50	100	50 ml
100	75	75	100	25 ml
100	100	100	100	0 ml

3.6.3 Persiapan Media Perkecambahan

Setelah benih berkecambah, benih dipindahkan ke dalam bak perkecambahan yang memiliki ukuran 37 x 31 x 12 cm yang sebelumnya telah diisi dengan tanah mediteran kecoklatan sebagai media perkecambahan. Menurut BPS Kota Malang (2017), tanah mediteran merupakan salah satu jenis tanah yang banyak ditemukan di wilayah Kota Malang. Kemudian, bak kecambah diberi tanda menggunakan kertas label sesuai rancangan kombinasi perlakuan. Label atau tanda dibuat dengan tujuan untuk memudahkan pengambilan data sampel sesuai rancangan penelitian.

3.6.4 Proses Perlakuan dengan Gelombang Ultrasonik

Penggunaan aplikasi gelombang ultrasonik dalam penelitian ini dimulai dari pengaturan besar frekuensi pada sonikator yaitu sebesar 40 kHz. Kemudian, akuades dimasukkan ke dalam bak sonikator $\pm$ 1-2 liter. Berdasarkan lama pemaparannya, benih Kedawung dibagi menjadi 3 kelompok untuk diletakkan ke dalam saringan yang berbeda untuk mempermudah pengambilan benih setelah kegiatan perlakuan. Setiap saringan diisi dengan 300 benih Kedawung. Lama pemaparan gelombang ultrasonik dilakukan selama 15 menit, 30 menit, dan 45 menit. Selanjutnya, benih diangkat dan ditiriskan.

3.6.5 Proses Perendaman dalam Larutan GA_3

Biji Kedawung yang telah diberi perlakuan menggunakan gelombang ultrasonik, kemudian dimasukkan ke dalam setiap wadah yang telah diisi larutan

GA₃ dengan konsentrasi 0 mg/l (akuades), 25 mg/l, 50 mg/l, 75 mg/l, dan 100 mg/l. Berdasarkan pada penelitian Zanzibar *et. al* (2017), penggunaan lama perendaman benih dalam larutan GA₃ pada penelitian ini dilakukan selama 24 jam.

3.6.6 Proses Penanaman Benih

Persiapan penanaman benih Kedawung yaitu dimulai dari kegiatan pemeraman benih, dimana benih disimpan dan diberi kondisi lembab di dalam plastik klip sehingga memberikan cara yang mudah untuk mengamati waktu berkecambah benih. Kemudian, dibuat lubang benih sedalam ± 2 cm dengan jarak tiap benih selebar ± 3 cm untuk ditanami kecambah Kedawung. Setiap bak kecambah diisi dengan 2 unit perlakuan yang berbeda.

3.6.7 Pemeliharaan

Pemeliharaan tanaman dilakukan berdasarkan penelitian Liat (2016) yaitu kegiatan penyiraman dilakukan sebanyak 2 kali hari sekali di waktu pagi dan sore hari (disesuaikan dengan kondisi cuaca sekitar) dengan volume air yang seragam untuk setiap unit percobaan.

3.7 Variabel Pengamatan

3.7.1 Waktu Berkecambah

Pengamatan terhadap waktu perkecambahan benih ini dilakukan dengan tujuan membantu mengetahui jumlah hari yang dibutuhkan oleh tiap unit percobaan untuk berkecambah. Pengamatan ini dilakukan setiap hari. Menurut Mahayu (2013), pengamatan mengenai awal perkecambahan benih dapat ditunjukkan oleh panjang radikula yang muncul hingga 2-3 cm.

3.7.2 Persentase Perkecambahan (%)

Pengamatan daya kecambah pada benih dilakukan pada hari terakhir penelitian dengan menghitung jumlah benih yang berhasil berkecambah secara normal. Menurut Sutopo (2004), rumus yang dapat digunakan untuk menghitung persentase perkecambahan benih, yaitu:

$$PP (\%) = \frac{\sum \text{Kecambah normal}}{\sum \text{Biji yang dikecambahkan}} \times 100\%$$

3.7.3 Panjang Akar dan Hipokotil (cm)

Pengukuran panjang akar dan hipokotil dilakukan dengan menggunakan benang dan penggaris (cm) pada hari terakhir penelitian. Pengukuran panjang akar dimulai dari bagian bawah pangkal akar hingga ujung akar. Pengukuran panjang hipokotil dimulai dari bagian ruas atas kotiledon sampai ujung plumula.

3.7.4 Berat Basah Kecambah (gr)

Berat basah kecambah merupakan akumulasi dari kandungan air yang dibutuhkan oleh biji untuk merubah hasil fotosintat yang tersimpan di dalam biji selama proses fisiologis. Pengukuran berat basah kecambah dilakukan pada hari terakhir penelitian dengan menggunakan neraca digital (Syamsiah & Marlina, 2016).

3.7.5 Berat Kering Kecambah (mg)

Berat kering pada kecambah normal secara umum telah menjadi ukuran di setiap penelitian fisiologi benih. Nilai berat kering dalam benih menunjukkan banyaknya jumlah cadangan makanan yang tersedia bagi benih untuk digunakan sebagai energi selama proses perkecambahan. Pengukuran berat kering kecambah dapat diketahui setelah kecambah normal dari setiap perlakuan dikeringkan di dalam oven 80°C selama 24 jam (Liat, 2016). Selanjutnya, kecambah yang telah kering diletakkan pada cawan untuk ditimbang menggunakan neraca digital.

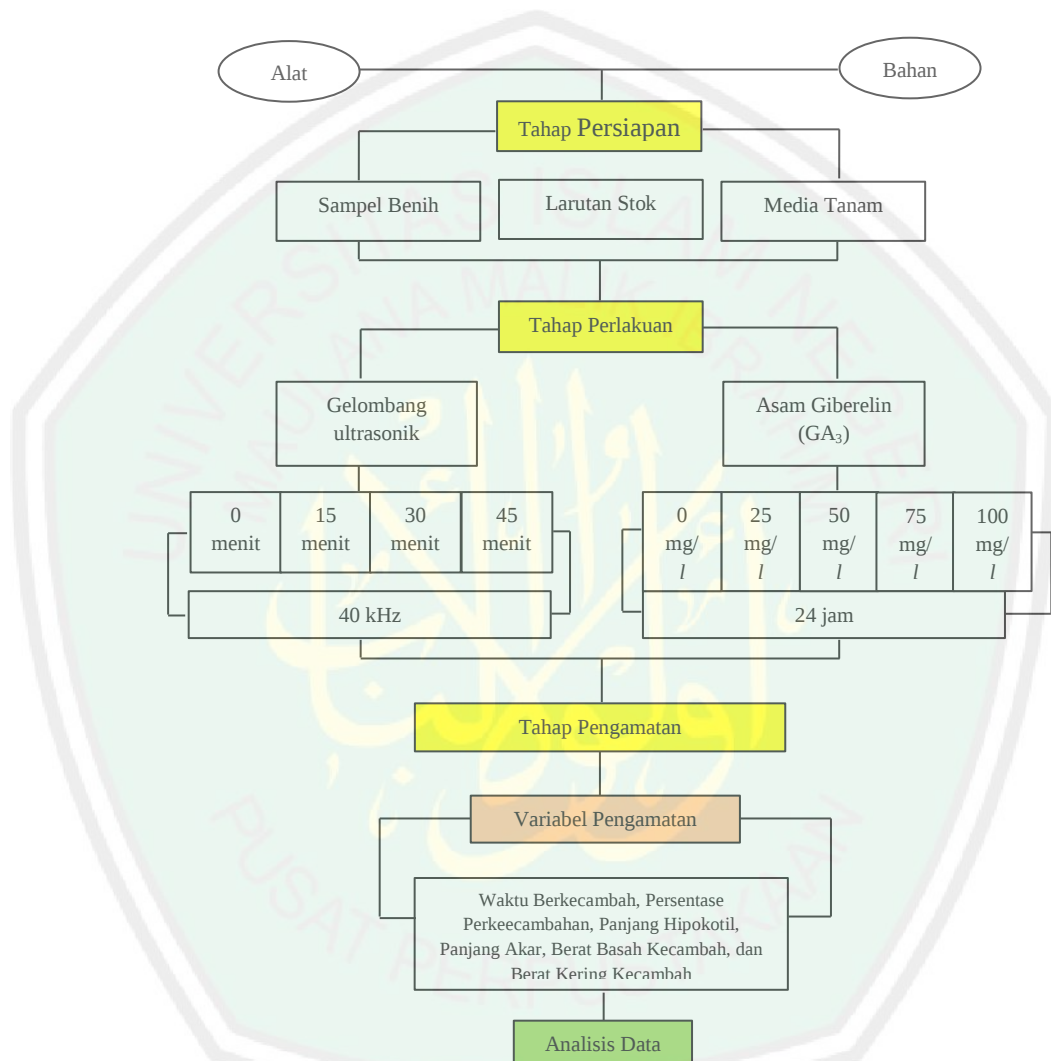
3.8 Teknik Analisis Data

Data hasil pengamatan dalam penelitian ini akan dianalisis menggunakan perhitungan Analisis Variansi (ANOVA) dua jalur dengan tingkat kesalahan 5% untuk mengetahui pengaruh pada setiap perlakuan. Jika $F_{hitung} \geq F_{tabel}$, maka terdapat pengaruh yang signifikan antar setiap perlakuan. Jika $F_{hitung} \leq F_{tabel}$, maka tidak terdapat pengaruh yang signifikan. Apabila dari hasil analisis varian masih terdapat pengaruh yang berbeda nyata, maka dilanjutkan dengan Uji Jarak *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) bertaraf 5% untuk mengetahui perlakuan yang paling baik.

3.9 Analisis Integrasi Sains dan Islam

Hasil pengolahan data penelitian kemudian dianalisis berdasarkan ayat-ayat Al-Quran dengan panduan dari beberapa buku tafsir mu'tabar untuk mengetahui maksud, pesan, dan keserasian topik penelitian.

3.10 Desain Penelitian



Gambar 3. 1 Desain Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengaruh Lama Pemaparan Gelombang Ultrasonik Terhadap Perkecambahan Biji Kedawung (*Parkia timoriana* (DC.) Merr)

Hasil analisis varian dari pengaruh lama pemaparan gelombang ultrasonik terhadap perkecambahan Biji Kedawung disajikan pada tabel 4.1 sebagai berikut.

Tabel 4.1 Hasil Analisis Variansi (ANOVA) Pengaruh Lama Pemaparan Gelombang Ultrasonik Terhadap Perkecambahan

Variabel Pengamatan	F Hitung	F 5%
Waktu Berkecambah	1465,989899 *	2,838745398
Persentase Perkecambahan	123,2072072 *	2,838745398
Panjang Hipokotil	285,8768708 *	2,838745398
Panjang Akar	2,187244288 tn	2,838745398
Berat Basah Kecambah	45,98245614 *	2,838745398
Berat Kering Kecambah	45,98245614 *	2,838745398

Keterangan : *) : F hit. $\geq$ F tabel = lama pemaparan gelombang ultrasonik berpengaruh nyata terhadap variabel pengamatan

tn) : F hit. $\leq$ F tabel = lama pemaparan gelombang ultrasonik tidak berpengaruh nyata terhadap variabel pengamatan

Berdasarkan analisis variansi (ANOVA) pada tabel 4.1 menunjukkan bahwa perlakuan lama pemaparan gelombang ultrasonik berpengaruh nyata terhadap waktu berkecambah, persentase perkecambahan, panjang hipokotil, berat basah kecambah, dan berat kering kecambah Kedawung dengan nilai F hitung yang lebih besar dari F tabel 5%. Sedangkan, perlakuan pemaparan gelombang ultrasonik dalam penelitian ini tidak menunjukkan pengaruh nyata terhadap variabel pengamatan panjang akar.

Hasil penelitian ini sesuai dengan hasil penelitian Toth (2012), bahwa skarifikasi menggunakan gelombang ultrasonik berhasil mempengaruhi persentase perkecambahan Biji Teratai (*Lotus corniculatus* L.). Selain itu, perlakuan lama pemaparan gelombang ultrasonik dalam penelitian Machikowa, *et al.* (2013) juga menunjukkan pengaruh terhadap persentase perkecambahan, vigor benih, akar, dan panjang pucuk Biji Bunga Matahari. Menurut Yaldagard *et al.* (2008), pemaparan gelombang ultrasonik mampu mengoptimalkan penyerapan air hingga

ke dalam biji dengan terbentuknya pori-pori pada seluruh permukaan luar kulit biji akibat peristiwa kavitasi.

Variabel pengamatan waktu berkecambah, persentase perkecambahan, panjang hipokotil, berat basah kecambah, dan berat kering kecambah selanjutnya kembali dianalisis menggunakan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) dengan taraf 5%. Uji lanjut ini bertujuan untuk mengetahui beda antar perlakuan pada penelitian ini, seperti yang telah disajikan pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Pengaruh Lama Pemaparan Gelombang Ultrasonik Terhadap Beberapa Variabel Pengamatan

Perlakuan	Variabel Pengamatan				
	Waktu Berkecambah (HST)	Persentase Perkecambahan (%)	Panjang Hipokotil (cm)	Berat Basah Kecambah (gr)	Berat Kering Kecambah (mg)
0 menit (U0)	46,13 d	59 a	2,85 a	9,2 a	1012 a
15 menit (U1)	33,27 b	79,67 b	7,3 b	13,67 bc	1056,67 bc
30 menit (U2)	11,8 a	84,33 b	7,63 b	15,33 c	1073,33 c
45 menit (U3)	38 c	79 b	6,82 b	12,13 b	1041,33 b

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan pada uji lanjut DMRT 5%.

Hasil uji lanjut DMRT 5% dari pengaruh lama pemaparan gelombang ultrasonik dengan frekuensi 40 kHz terhadap variabel pengamatan menunjukkan bahwa perlakuan selama 30 menit (U2) memberikan hasil terbaik dalam meningkatkan perkecambahan Biji Kedawung untuk semua variabel yang diamati dibandingkan dengan perlakuan yang lain. Perlakuan U2 juga menghasilkan rata-rata variabel pengamatan paling tinggi dari semua perlakuan, diantaranya yaitu menghasilkan rata-rata waktu berkecambah selama 11,8 hari, rata-rata persentase perkecambahan sebesar 84,33%, rata-rata panjang hipokotil mencapai 7,63 cm, rata-rata berat basah kecambah sebesar 15,33 gr, dan rata-rata berat kering kecambah sebesar 1073,33 mg. Dengan demikian, perlakuan menggunakan gelombang ultrasonik bisa menjadi teknik baru dalam membantu meningkatkan perkecambahan biji.

Sedangkan, perlakuan 15 menit (U1) menunjukkan lama pemaparan yang lebih efisien dibandingkan dengan perlakuan 30 menit (U2) dalam meningkatkan perkecambahan Biji Kedawung. Hal tersebut disebabkan karena perlakuan U1 memiliki waktu yang lebih singkat dengan hasil yang tidak jauh berbeda secara

statistika dari perlakuan U2 dalam meningkatkan semua variabel pengamatan, kecuali waktu berkecambah. Dalam penelitian ini, perlakuan U2 tetap menjadi perlakuan terbaik dalam pematangan dormansi Biji Kedawung, karena perlakuan U1 tidak menunjukkan waktu berkecambah yang lebih singkat dari perlakuan U2. Sedangkan, keberhasilan kegiatan skarifikasi dalam pematangan dormansi biji diukur melalui variabel pengamatan waktu berkecambah, dimana perlakuan yang menghasilkan waktu berkecambah lebih singkat merupakan perlakuan terbaik.

Berdasarkan hasil penelitian pada tabel 4.2 diketahui bahwa perlakuan U2 memberikan hasil paling tinggi untuk seluruh variabel pengamatan. Hal ini berhubungan dengan peristiwa kavitasi yang berhasil mengikis sebagian besar kulit biji Kedawung yang impermeabel terhadap air dan oksigen. Menurut Yaldagard, *et al.* (2008), peristiwa kavitasi mampu membantu memecah dormansi yang disebabkan kulit biji impermeabel dan meningkatkan penyerapan air dengan menghasilkan rongga-rongga berukuran besar pada permukaan Biji Barley setelah gelombang dipaparkan ke dalam air.

Penelitian yang dilakukan oleh Goussous, *et al.* (2010) menunjukkan bahwa skarifikasi menggunakan gelombang ultrasonik dengan besar frekuensi 40 kHz yang dilakukan selama 30 menit untuk mematahkan dormansi pada Biji Buncis, Biji Gandum, dan Biji Semangka. Hasil percobaan yang dilakukan menunjukkan peningkatan pada persentase perkecambahan biji dengan rata-rata mencapai 95% dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Kemudian, penelitian oleh Machikowa *et al.* (2013) menghasilkan nilai persentase perkecambahan Biji Bunga Matahari yang meningkat dari 40% menjadi 60% setelah dipapar gelombang ultrasonik selama 5-10 menit dengan besar frekuensi 40 kHz.

Berdasarkan penggunaan aplikasi gelombang ultrasonik dengan hasil yang berbeda dari penelitian-penelitian sebelumnya dan penelitian ini, maka bisa diketahui bahwa pemilihan besar frekuensi dan lama pemaparan bergantung pada jenis tanaman yang digunakan. Machikowa, *et al.* (2013) menambahkan bahwa besar frekuensi gelombang ultrasonik memiliki kisaran 1-42 kHz dan durasi pemaparan yang dimulai dari 3 detik hingga 60 menit untuk diaplikasikan pada tanaman. Pemilihan besar frekuensi dan durasi pemaparan tersebut bergantung pada jenis tanaman yang digunakan.

Kondisi kulit biji Kedawung yang impermeabel tersebut diketahui berasal dari struktur kulit biji yang dilapisi oleh lignin. Hal ini juga berkaitan dengan pernyataan Symkal, *et al.* (2014) yang menyatakan bahwa sebagian besar biji dari famili Fabaceae memiliki struktur kulit biji yang rumit, seperti didominasi oleh lignin dan tersusun atas sel-sel sklereid. Kemudian, beberapa peneliti lain juga menyatakan bahwa kulit biji Fabaceae mengandung senyawa kimia, seperti suberin (Spurny, 1964), zat kitin (Gijzen *et al.*, 2001), polisakarida (Oliveira, *et al.*, 2001), kuinon, isoflavon, dan senyawa fenolik (Subandi, *et al.*, 2015) sehingga menyebabkan kulit biji menjadi lebih keras dan kedap terhadap air serta oksigen.

Menurut Rifna *et al.* (2019), gelombang ultrasonik merupakan kegiatan skarifikasi mekanik yang melibatkan parameter, seperti besar tekanan, suhu, dan senyawa kimia yang digunakan. Pernyataan tersebut sesuai dengan pengamatan yang dilakukan dalam penelitian ini, yaitu semakin lama waktu pemaparan yang digunakan maka suhu air dalam bak sonikator juga semakin tinggi. Johansson (2017) menambahkan bahwa peristiwa kavitasi menghasilkan gelembung-gelembung kecil yang berisi uap. Uap tersebut berasal dari gas hidrogen yang ikatannya terlepas dari unsur oksigen akibat titik didih air dalam bak sonikator semakin meningkat.

Suhu air yang meningkat selama pemaparan (berbeda-beda tergantung pada perlakuan yang digunakan) juga diduga membantu memperlunak lapisan lignin yang melapisi permukaan kulit biji Kedawung, sehingga kulit biji menjadi lebih permeabel. Perubahan suhu air dalam media pemaparan gelombang ultrasonik telah disajikan pada lembar lampiran nomor 4. Kamil (1979) menambahkan bahwa air dan suhu memiliki peran yang saling mendukung satu sama lain dalam perkecambahan biji. Energi panas yang diserap oleh air dapat membantu meningkatkan proses difusi air ke dalam sel. Semakin tinggi suhu yang dihasilkan maka kecepatan daya serap air juga ikut meningkat hingga batas tertentu. Hal ini juga terbukti bahwa lama pemaparan yang mempengaruhi peningkatan suhu air menghasilkan rata-rata berat basah kecambah yang berbeda antara perlakuan U2 dengan perlakuan U1 dan U3.

Air yang berhasil menembus kulit biji dapat mempengaruhi reaksi dan fisiologis biji, seperti membantu mengaktifkan berbagai hormon tumbuh, terutama

hormon giberelin yang berperan aktif merangsang aktivasi enzim alfa amilase yang banyak tersimpan di lapisan aleuron. Setelah berbagai hormon dan enzim hidrolitik diaktifkan selanjutnya proses hidrasi air ke dalam sel-sel biji dapat berlangsung. Proses hidrasi tersebut menyebabkan fisik biji tampak lebih besar dan menggembung, hal ini merupakan tanda bahwa sel telah kembali berespirasi.

Menurut Jumin (2017), respirasi merupakan proses metabolisme sel yang menghasilkan energi dari perombakan fotosintat dengan bantuan oksigen. Energi tersebut selanjutnya digunakan untuk merombak pati, protein, dan lemak menjadi bentuk yang lebih sederhana yaitu glukosa, asam amino, dan lipid selama fase glikolisis dan siklus Krebs. Kemudian, dilanjutkan dengan pembentukan dan penyusunan sel-sel yang baru pada titik meristematis menjadi bagian radikula dan plumula.



Gambar 4.1 Hasil Perlakuan Lama Pemaparan Gelombang Ultrasonik Setelah 50 HST

4.2 Pengaruh Konsentrasi Asam Giberelin Terhadap Perkecambahan Biji Kedawung (*Parkia timoriana* (DC.) Merr)

Hasil analisis varian pengaruh konsentrasi asam giberelin (GA₃) terhadap perkecambahan biji Kedawung disajikan pada tabel 4.3 sebagai berikut.

Tabel 4.3 Hasil Analisis Variansi (ANAVA) Pengaruh Konsentrasi Asam Giberelin (GA₃) Terhadap Perkecambahan

Variabel Pengamatan	F Hitung	F 5%
Waktu Berkecambah	44,97348485 *	2,605974949
Persentase Perkecambahan	6,716216216 *	2,605974949
Panjang Hipokotil	3,747624062 *	2,605974949
Panjang Akar	1,012519161 tn	2,605974949
Berat Basah	0,620300752 tn	2,605974949
Berat Kering	0,620300752 tn	2,605974949

Keterangan: *) : F hit. $\geq$ F tabel = pemberian giberelin berpengaruh nyata terhadap variabel pengamatan

tn) : F hit. $\leq$ F tabel = pemberian giberelin tidak berpengaruh nyata terhadap variabel pengamatan

Berdasarkan analisis variansi (ANAVA) pada tabel 4.3 menunjukkan bahwa perlakuan pemberian konsentrasi GA₃ berpengaruh nyata terhadap waktu berkecambah, persentase perkecambahan, dan panjang hipokotil. Sedangkan, variabel pengamatan seperti panjang akar, berat basah kecambah, dan berat kering kecambah Kedawung tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan setelah biji diberi perlakuan dengan GA₃.

Hasil penelitian ini sesuai dengan hasil beberapa penelitian lainnya yang juga menunjukkan pengaruh nyata terhadap perkecambahan berbagai jenis biji, diantaranya yaitu penelitian Yuniarti (2013) berhasil meningkatkan nilai daya kecambah dan kecepatan berkecambah Biji Kayu Afrika setelah direndam dengan larutan GA₃. Kemudian, penelitian Kurniawan (2018) menunjukkan bahwa lama perendaman dan konsentrasi asam giberelin berpengaruh terhadap persentase perkecambahan dan kecepatan tumbuh Biji Jati. Sedangkan, penelitian oleh Kartikasari, *et al.* (2019) menunjukkan bahwa perlakuan besar konsentrasi dan lama perendaman GA₃ berpengaruh terhadap daya perkecambahan, vigor benih, tinggi bibit, dan panjang akar Biji Salak.

Buckeridge (2010) menyatakan bahwa sebagai tempat penyimpanan hasil fotosintat, endosperm umumnya tersusun atas polisakarida. Jenis polisakarida

pada biji legum banyak dijumpai dalam bentuk galaktomannan. Kandungan galaktomannan yang tinggi dalam endosperm menyebabkan struktur endosperm lebih kaku dan sulit ditembus radikula. Menurut Salisbury & Ross (1995), hormon giberelin merupakan salah satu faktor yang dapat membantu perkecambahan dengan mendorong aktivasi enzim hidrolitik, terutama alfa amilase. Peran enzim amilase selama awal fase perkecambahan yaitu digunakan untuk merombak cadangan makanan pada biji dan membantu melunakkan endosperm. Hal ini sesuai dengan hasil analisis yang menunjukkan pemberian konsentrasi GA_3 pada Biji Kedawung menunjukkan pengaruh yang signifikan terhadap waktu berkecambah, persentase perkecambahan, dan panjang hipokotil.

Proses perkecambahan Biji Kedawung dipengaruhi oleh banyak faktor, salah satunya yaitu faktor genetik dari kulit bijinya yang menyebabkan dormansi. Yuniarti & Djaman (2015) menyatakan bahwa kondisi yang menyebabkan biji memiliki sifat dorman yaitu kulit biji yang keras dan tebal sehingga seringkali mengakibatkan proses imbibisi air menjadi terhambat meskipun biji telah disemai dalam keadaan yang optimum. Yuniarni (2013) menambahkan bahwa sifat alamiah kulit biji keras yakni berfungsi dalam mencegah kerusakan biji dari serangan jamur atau serangga predator. Namun, disisi yang lain secara mekanik kulit biji keras dan impermeabel dapat mempengaruhi perkembangan embrio baik secara fisik maupun fisiologis.

Penggunaan hormon giberelin dalam mematahkan dormansi biji memiliki banyak kelebihan dan kekurangan. Jika pemberian konsentrasi sesuai dengan jumlah yang dibutuhkan oleh biji, maka kegiatan tersebut dapat mendorong perkecambahan lebih optimum. Namun, ketika jumlah yang diberikan pada suatu biji tidak tepat maka akan mempengaruhi hasil perkecambahan. Sebagaimana hasil dalam penelitian ini yang menunjukkan bahwa pemberian konsentrasi asam giberelin pada Biji Kedawung tidak berpengaruh terhadap panjang akar, berat basah kecambah, dan berat kering kecambah.

Menurut Wilkins (1989) pemberian asam giberelin secara eksogen hanya memiliki pengaruh yang kecil terhadap pembentukan akar. Hal ini sesuai dengan hasil analisis dalam penelitian ini yang menunjukkan bahwa pemberian asam giberelin tidak berpengaruh terhadap panjang akar kecambah. Wattimena (1992)

menambahkan bahwa hormon giberelin lebih berperan dalam pemanjangan batang dengan memicu pembelahan sel dan pemanjangan sel. Syamsiah & Marlina (2016) menyatakan bahwa konsentrasi asam giberelin yang tinggi akan memicu zat pengatur tumbuh yang lainnya bekerja lebih banyak. Hal tersebut akhirnya akan menyebabkan pertumbuhan tanaman menjadi terganggu hingga mengakibatkan kecambah tumbuh tidak normal.

Syamsiah & Marlina (2016) juga menyatakan bahwa pemberian GA_3 yang tidak berpengaruh terhadap berat basah kecambah. Hal ini diduga kandungan GA_3 secara endogen telah mencukupi dalam mendukung perkecambahan dengan merangsang pertumbuhan sel. Oleh sebab itu, hal tersebut tidak berpengaruh terhadap berat basah kecambah melainkan hanya mampu bekerja untuk memecah dormansi biji. Kemudian, Kartikasari, *et al.* (2016) menambahkan bahwa zat pengatur tumbuh berfungsi sebagai pemicu proses fisiologis tanaman dan bukan sebagai nutrisi, sehingga untuk mendapatkan manfaat dari asam giberelin maka dibutuhkan nutrisi yang cukup. Menurut Sumisari, *et al.* (2010), nutrisi bisa diperoleh dari media tanam yang banyak mengandung unsur hara. Dalam penelitiannya menunjukkan bahwa media terbaik dalam mendukung pertumbuhan bibit Palem Putri (*Veitchia merilli*) adalah kompos, jika dibandingkan dengan tanah jenis latosol, podsolik, maupun pasir.

Hasil analisis berat kering yang menunjukkan tidak berpengaruh nyata setelah pemberian konsentrasi GA_3 dalam penelitian ini diduga oleh sedikitnya serapan unsur hara yang berlangsung selama proses pertumbuhan embrio. Selain itu, pemberian GA_3 yang hanya berpengaruh sedikit terhadap perkembangan panjang akar juga menjadi salah satu faktor rendahnya bobot kering kecambah. Menurut Elfianis, *et al.* (2019) bobot kering merupakan hasil akumulasi karbohidrat yang tersedia untuk digunakan dalam proses pertumbuhan tanaman selama masa hidupnya.

Variabel pengamatan yang berpengaruh nyata kemudian kembali dianalisis menggunakan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) dengan taraf 5%. Uji lanjut ini bertujuan untuk mengetahui beda antar perlakuan pada penelitian ini, seperti yang telah disajikan pada tabel 4.4.

Tabel 4.4 Pengaruh Konsentrasi Asam Giberelin (GA₃) Terhadap Beberapa Variabel Pengamatan

Konsentrasi GA ₃	Variabel Pengamatan		
	Waktu Berkecambah (HST)	Persentase Perkecambahan (%)	Panjang Hipokotil (cm)
0 mg/l (G0)	36,75 c	71,25 a	5,82 a
25 mg/l (G1)	33,5 b	73,75 ab	6,14 a
50 mg/l (G2)	31 ab	77,5 ab	6,41 a
75 mg/l (G3)	29,58 a	78,33 b	6,47 a
100 mg/l (G4)	30,67 a	76,67 ab	5,93 a

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan pada uji lanjut DMRT 5%.

Berdasarkan hasil uji DMRT 5% dalam tabel 4.4 menunjukkan bahwa penggunaan konsentrasi GA₃ 50 mg/l (G2) memberikan hasil perkecambahan terbaik dan paling efektif bila dibandingkan dengan perlakuan yang lain. Sebenarnya, dari semua perlakuan menunjukkan hasil yang tidak jauh berbeda. Perlakuan G2 menjadi terbaik dan paling efektif dikarenakan mampu memperoleh hasil yang sama secara statistika dengan perlakuan 75 mg/l (G3) dan 100 mg/l (G4). Selain itu, perlakuan G2 jauh lebih irit dalam pengeluaran biaya dan penggunaan besar konsentrasi asam giberelin dibandingkan dengan perlakuan G3 dan G4. Perlakuan G2 menunjukkan perolehan hasil rata-rata waktu berkecambah paling cepat yaitu selama 31 HST, persentase perkecambahan paling besar yaitu 77,5%, dan panjang hipokotil yang mencapai 6,41 cm. Dengan demikian, perendaman Biji Kedawung menggunakan larutan asam giberelin dapat dikatakan memberikan pengaruh yang baik dalam membantu meningkatkan perkecambahan biji.

Hasil penelitian ini sesuai dengan hasil beberapa penelitian lainnya bahwa pemberian asam giberelin secara eksogen juga berpengaruh nyata terhadap berbagai jenis biji, diantaranya yaitu konsentrasi 100 mg/l berhasil memecahkan dormansi Biji *Picrasma javanica* (Utami, 2010), konsentrasi 75 mg/l berhasil mematahkan dormansi Biji Balsa (*Ochroma bicolor* ROWLEE) (Zanzibar, 2017), dan konsentrasi GA₃ sebesar 500 mg/l merupakan perlakuan paling baik untuk memecahkan dormansi Biji Sawo (*Sapodilla spp.*) (Ummah & Rahayu, 2019).

Menurut Miransari & Smith (2014), pemberian hormon giberelin secara eksogen mampu membantu menekan produksi hormon asam absisat dalam biji

yang sedang mengalami dormansi. Kemudian, Abidin (1983) juga menyatakan bahwa aplikasi giberelin sintetik terhadap benih bertujuan untuk menambah dan mengaktifkan giberelin endogen dalam benih, sehingga membantu menstimulasi enzim ribonuklease, amilase, dan protease dalam endosperm benih. Weiss & Ori (2007) menambahkan bahwa salah satu efek fisiologis dari hormon giberelin yaitu membantu mengaktifkan berbagai enzim hidrolitik selama proses perkecambahan. Selanjutnya, embrio melepaskan hormon giberelin ke lapisan aleuron. Giberelin tersebut menyebabkan terjadinya proses transkripsi beberapa gen penanda enzim-enzim hidrolitik, diantaranya yaitu alfa amilase. Peran enzim alfa amilase dalam proses perkecambahan yaitu membantu menghidrolisis amilum, protein, dan lemak menjadi senyawa yang lebih sederhana seperti gula-gula sederhana, asam amino, dan lipid sebagai sumber energi selama embrio berkembang.

Wattimena (1992) menyatakan bahwa giberelin (GA) lebih berperan dalam pemanjangan batang dengan memicu pembelahan sel dan pemanjangan sel. Hal tersebut sesuai dengan hasil analisis dalam penelitian ini yang menunjukkan bahwa perlakuan GA₃ lebih berpengaruh terhadap panjang hipokotil daripada terhadap panjang akar. Menurut Salisbury & Ross (1995) hormon giberelin sering digunakan untuk merangsang pembungaan, perpanjangan batang pada tanaman kerdil, dan memiliki sifat antagonis terhadap produksi asam absisat yang berperan mempertahankan biji dalam kondisi dorman. Wilkins (1989) juga menambahkan bahwa pemberian giberelin secara eksogen hanya memiliki pengaruh yang kecil terhadap pembentukan akar. Pernyataan tersebut sesuai dengan hasil analisis pada tabel 4.3 yang menunjukkan bahwa pemberian konsentrasi GA₃ tidak berpengaruh terhadap panjang akar kecambah Kedawung.

Besar kecilnya penggunaan konsentrasi asam giberelin dalam penelitian ini juga menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap waktu berkecambah, persentase perkecambahan, dan panjang hipokotil. Hal ini diduga Biji Kedawung memiliki kadar giberelin secara endogen masih cukup untuk mendukung perkecambahan. Oleh karena itu, pemberian konsentrasi asam giberelin secara eksogen yang terlalu tinggi dapat mempengaruhi aktivitas fisiologis di dalam sel.

Menurut Taiz & Zeiger (1998) pemberian konsentrasi asam giberelin yang terus ditingkatkan akan menyebabkan biji mengalami kejenuhan giberelin.

Konsentrasi GA_3 yang berlebihan dapat menghalangi substrat untuk berikatan dengan enzim sehingga mengakibatkan penurunan aktivitas giberelin di dalam biji. Kondisi tersebut sesuai dengan perlakuan 100 mg/l (G4) yang menunjukkan penurunan hasil pada pengamatan waktu berkecambah, persentase perkecambahan, dan panjang hipokotil, meskipun hasil dari perlakuan G4 tidak terlalu berbeda nyata dari perlakuan G3.



Gambar 4.2 Hasil Perlakuan Konsentrasi Asam Giberelin (GA_3) Setelah 50 HST

4.3 Pengaruh Interaksi Lama Pemaparan Gelombang Ultrasonik dan Zat Pengatur Tumbuh Asam Giberelin (GA₃) Terhadap Perkecambahan Biji Kedawung (*Parkia timoriana* (DC.) Merr)

Hasil analisis varian pengaruh interaksi lama pemaparan gelombang ultrasonik dan konsentrasi asam giberelin (GA₃) terhadap perkecambahan biji Kedawung disajikan pada tabel 4.5 sebagai berikut.

Tabel 4.5 Hasil Analisis Variansi (ANOVA) Interaksi Lama Pemaparan Gelombang Ultrasonik dan Konsentrasi Asam Giberelin (GA₃) Terhadap Perkecambahan

Variabel Pengamatan	F Hitung	F 5%
Waktu Berkecambah	17,70075758 *	2,003459396
Persentase Perkecambahan	5,166666667 *	2,003459396
Panjang Hipokotil	2,080186821 *	2,003459396
Panjang Akar	0,915062955 tn	2,003459396
Berat Basah	1,452380952 tn	2,003459396
Berat Kering	1,452380952 tn	2,003459396

Keterangan : *) : F hit. $\geq$ F tabel = perlakuan interaksi berpengaruh nyata terhadap variabel pengamatan

tn) : F hit. $\leq$ F tabel = perlakuan interaksi tidak berbeda nyata terhadap variabel pengamatan

Berdasarkan analisis variansi (ANOVA) pada tabel 4.5 menunjukkan bahwa perlakuan interaksi lama pemaparan dan konsentrasi GA₃ berpengaruh nyata terhadap waktu berkecambah, persentase perkecambahan, dan panjang hipokotil. Sedangkan, variabel pengamatan seperti panjang akar, berat basah kecambah, dan berat kering kecambah Kedawung tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan setelah biji diberi perlakuan interaksi. Sejauh ini, penggunaan interaksi gelombang ultrasonik dan penambahan asam giberelin secara eksogen terhadap perkecambahan Biji Kedawung belum ditemukan dalam penelitian-penelitian sebelumnya.

Pengaruh interaksi dari perlakuan kombinasi antara lama pemaparan gelombang ultrasonik dan konsentrasi asam giberelin dalam penelitian ini menunjukkan adanya pengaruh positif terhadap perkecambahan Biji Kedawung. Perlakuan kombinasi dapat dikatakan berinteraksi ketika kedua perlakuan yang diaplikasikan menunjukkan saling mendukung dan memberikan pengaruh satu sama lain terhadap pertumbuhan tanaman. Misalnya yang terjadi dalam penelitian

ini yaitu lama pemaparan gelombang ultrasonik yang berfungsi dalam memecah dormansi Biji Kedawung sehingga penyerapan air dan hormon tumbuh yang dibutuhkan untuk pertumbuhan embrio dapat diperoleh secara optimal oleh biji.

Perlakuan gelombang ultrasonik yang diberikan terhadap Biji Kedawung diketahui berhasil membantu kulit biji lebih permeabel terhadap air dan gas dengan terbentuknya pori-pori kecil di sebagian besar permukaan kulit biji. Air yang terserap secara optimal mampu membantu mengaktifkan hormon giberelin endogen untuk mengaktifasi enzim alfa amilase yang banyak tersimpan dalam sel aleuron. Mekanisme aktivasi enzim alfa amilase yang berasal dari lapisan aleuron ini secara umum diketahui hanya terjadi pada perkecambahan biji monokotil dan biji sereal. Kemungkinan besar, biji dikotil seperti Biji Kedawung juga memiliki lapisan yang serupa dengan lapisan aleuron pada biji-biji monokotil dalam menghasilkan enzim alfa amilase dan beta amilase, namun secara anatomi nama lapisan tersebut belum pernah diketahui.

Menurut Weiss dan Ori (2007), giberelin dapat meningkatkan laju imbibisi ke dalam benih sehingga penguraian cadangan makanan sebagai sumber energi pertumbuhan embrio dapat terjadi lebih cepat. Mudyantini (2008) menambahkan bahwa pemberian hormon giberelin secara eksogen dapat membantu melenturkan dinding sel dan meningkatkan tekanan osmotik, sehingga sel menjadi lebih besar dan hal tersebut mengakibatkan pembukaan kulit benih menjadi lebih mudah bagi radikula.

Pengamatan yang menunjukkan tidak berpengaruh nyata setelah diberikan perlakuan interaksi dalam penelitian, seperti panjang akar, berat basah kecambah, dan berat kering kecambah diduga biji mengalami efek kejenuhan terhadap hormon giberelin yang dihasilkan oleh biji secara endogen setelah perlakuan skarifikasi dan penambahan giberelin secara eksogen. Salisbury & Ross (1995) menyatakan bahwa konsentrasi hormon yang diberikan terus ditingkatkan, maka respon tanaman akan terus meningkat sampai mencapai titik jenuh. Hal tersebut mengakibatkan pertumbuhan tanaman akan mulai menurun dan mengubah sifat giberelin menjadi penghambat.

Hasil penelitian yang sama juga ditunjukkan oleh Efianis, *et al.* (2019) bahwa perlakuan interaksi skarifikasi fisik dan giberelin terhadap perkecambahan

Biji Palem Putri (*Veitchia merillii*) menunjukkan tidak berpengaruh nyata pada pengamatan berat basah dan berat kering bibit. Kemudian, Dharma, *et al.* (2015) juga menyatakan hal yang serupa dalam hasil penelitiannya bahwa perlakuan interaksi dari perlakuan skarifikasi fisik dan zat pengatur tumbuh tidak menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap berat kering kecambah Biji Pala (*Myristica fragans* Houtt.).

Variabel pengamatan yang menunjukkan adanya pengaruh nyata kemudian kembali dianalisis menggunakan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) bertaraf 5%. Uji lanjut tersebut bertujuan untuk mengetahui beda antar perlakuan pada penelitian ini, seperti ringkasan data yang telah disajikan dalam tabel 4.6 di bawah ini.

Tabel 4.6 Pengaruh kombinasi lama pemaparan gelombang ultrasonik dan konsentrasi asam giberelin (GA₃) terhadap beberapa variabel pengamatan

Perlakuan kombinasi	Variabel Pengamatan		
	Waktu Berkecambah (HST)	Persentase Perkecambahan (%)	Panjang Hipokotil (cm)
U0G0 (0 menit + 0 mg/l)	49,67 m	48,33 a	2,3 a
U0G1 (0 menit + 25 mg/l)	48 lm	51,67 a	2,47 ab
U0G2 (0 menit + 50 mg/l)	45,67 kl	60 b	3,27 abc
U0G3 (0 menit + 75 mg/l)	44 k	65 bc	3,26 bc
U0G4 (0 menit + 100 mg/l)	43,33 k	70 cd	3,37 c
U1G0 (15 menit + 0 mg/l)	40 j	75 def	7,1 ef
U1G1 (15 menit + 25 mg/l)	37,33 ij	78,33 efgh	7,3 efg
U1G2 (15 menit + 50 mg/l)	34 h	81,67 fghi	7,43 efg
U1G3 (15 menit + 75 mg/l)	30 g	83,33 ghi	7,5 efg
U1G4 (15 menit + 100 mg/l)	25 f	80 efgh	7,17 ef
U2G0 (30 menit + 0 mg/l)	19 e	81,67 fghi	7,2 ef
U2G1 (30 menit + 25 mg/l)	11,33 c	83,33 ghi	7,5 efg
U2G2 (30 menit + 50 mg/l)	8,33 b	85 hi	7,8 fg
U2G3 (30 menit + 75 mg/l)	5,67 a	88,33 i	8,27 g
U2G4 (30 menit + 100 mg/l)	14,67 d	83,33 ghi	7,4 efg
U3G0 (45 menit + 0 mg/l)	38,33 ij	80 efgh	7 de
U3G1 (45 menit + 25 mg/l)	37,33 ij	81,67 fghi	6,93 ef
U3G2 (45 menit + 50 mg/l)	36 hi	83,33 ghi	6,63 efg
U3G3 (45 menit + 75 mg/l)	38,67 ij	76,67 defg	6,43 ef
U3G4 (45 menit + 100 mg/l)	39,67 j	73,33 de	5,13 d

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan pada uji lanjut DMRT 5%.

Berdasarkan dari hasil uji DMRT 5% pada tabel 4.6 di atas menunjukkan bahwa perlakuan kombinasi U2G1 merupakan perlakuan yang menghasilkan interaksi terbaik dan paling efektif dibandingkan dengan perlakuan kombinasi lainnya dalam mematahkan dormansi dan membantu meningkatkan viabilitas perkecambahan Biji Kedawung. Perlakuan U2G1 merupakan kombinasi antara lama pemaparan selama 30 menit dan konsentrasi asam giberelin sebesar 25 mg/l. Perlakuan U2G1 berhasil menghasilkan rata-rata waktu berkecambah terbaik yaitu 11,33 HST, meningkatkan rata-rata persentase perkecambahan sebesar 88,33%, dan memiliki panjang hipokotil sepanjang 7,5 cm.

Berdasarkan perhitungan dan pengamatan secara statistika, perlakuan U2G1 menunjukkan hasil yang tidak jauh berbeda dengan beberapa perlakuan lainnya, seperti U1G3, U2G4, dan U3G2. Perlakuan U2G1 menjadi perlakuan terbaik dan paling efektif karena memiliki waktu berkecambah yang lebih cepat dibandingkan dengan perlakuan U1G3, U2G4, dan U3G2, sehingga perlakuan U2G1 tepat untuk digunakan dalam pematahan dormansi Biji Kedawung. Selain itu, perlakuan U2G1 juga jauh lebih irit dalam pengeluaran biaya untuk membeli asam giberelin dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Sedangkan, perlakuan U1G3 tidak cukup efektif untuk digunakan dalam pematahan dormansi Biji Kedawung meskipun waktu yang dibutuhkan untuk memapar biji jauh lebih singkat dibandingkan dengan perlakuan U2G1, karena hasil analisis masih menunjukkan waktu berkecambah yang relatif lebih lama dari perlakuan U2G1. Kemudian, perlakuan U2G2 dan U2G3 juga menjadi kurang efisien ketika dibandingkan dengan U2G1 meskipun memiliki hasil paling tinggi dari perlakuan lainnya.

Hasil dari perlakuan kombinasi U2G1 menunjukan bahwa pemaparan gelombang ultrasonik selama 30 menit terhadap Biji Kedawung diketahui mampu membantu pemecahan dormansi fisik akibat kulit biji Kedawung yang keras dengan meningkatkan proses imbibisi air dan oksigen ke dalam biji, sehingga perkecambahan Biji Kedawung relatif lebih cepat. Pemaparan yang diberikan terhadap Biji Kedawung berperan untuk membentuk pori-pori kecil pada seluruh permukaan kulit biji. Menurut Cheeke (2002), pori-pori berukuran mikro tersebut

berasal dari peristiwa kavitasi yang mengakibatkan kulit biji dapat lebih permeabel terhadap air dan oksigen.

Penambahan asam giberelin terhadap biji sebesar 25 mg/l secara eksogen juga terbukti mendukung memperbaiki viabilitas perkecambahan Biji Kedawung, yang secara fisiologis mampu mengaktifkan berbagai hormon tumbuh yang lainnya dan berkerjasama selama proses pertumbuhan embrio menjadi kecambah. Menurut Davies (1995) penggunaan asam giberelin dapat mendukung pembentukan enzim proteolitik yang akan membebaskan senyawa triptofan sebagai bentuk awal dari auksin. Hormon auksin secara umum diketahui berperan dalam mendukung pemanjangan sel pada batang, dimana dalam penelitian ini ditunjukkan oleh perlakuan interaksi yang berpengaruh terhadap panjang hipokotil kecambah. Salisbury & Ross (1995) juga menyatakan bahwa asam giberelin dapat meningkatkan kinerja auksin yaitu dengan cara memacu sintesa proteolitik yang digunakan untuk melunakkan dinding sel. Selanjutnya, diikuti oleh pelepasan asam amino triptofan yang merupakan prekursor auksin, sehingga kadar auksin meningkat. Hubungan kinerja dari asam giberelin dan hormon auksin dibutuhkan dalam pembentukan dan penambahan sel-sel baru. Selain bersinergi dengan hormon auksin, asam giberelin juga cara merangsang pembentukan polihidroksi asam sinamat untuk menghambat enzim IAA oksidase yang dapat merusak enzim auksin.

Pengaruh interaksi dalam sebuah perlakuan kombinasi dapat diketahui ketika terdapat perbedaan reaksi yang saling mendukung antara kedua perlakuan pada saat dilakukan pengamatan secara terpisah. Sebagaimana yang terjadi dalam penelitian ini yang menunjukkan adanya pengaruh interaksi antara lama pemaparan gelombang ultrasonik dan penambahan konsentrasi asam giberelin. Pemaparan selama 30 menit berhasil membentuk pori-pori mikro yang merata pada permukaan kulit Biji Kedawung, sehingga hal ini membantu penyerapan larutan asam giberelin lebih cepat. Sedangkan, asam giberelin yang telah berhasil masuk ke dalam biji secara optimal diketahui mampu membantu memperbaiki viabilitas dan mempercepat perkecambahan Biji Kedawung dengan ditunjukkan oleh waktu berkecambah menjadi lebih singkat, persentase perkecambahan lebih

meningkat, dan panjang hipokotil kecambah yang terus bertambah secara signifikan dalam hasil penelitian ini.

4.4 Kajian Integrasi Penelitian dalam Perspektif Islam

Biji Kedawung (*Parkia timoriana* (DC.) Merr) merupakan salah satu jenis biji berkulit keras yang berasal dari golongan Famili Fabaceae. Kulit Biji Kedawung yang keras menyebabkan biji berada dalam kondisi dorman meskipun telah diletakkan pada kondisi yang ideal untuk berkecambah. Oleh sebab itu, dibutuhkan suatu cara untuk memberikan penanganan yang tepat dan efektif bagi perkecambahan Biji Kedawung. Hal ini berkaitan dengan firman Allah SWT dalam QS. Ali ‘Imran (3) ayat 190-191 tentang perintah untuk berfikir dan menghayati fenomena alam, yang berbunyi:

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ وَاخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ لَآيَاتٍ لِّأُولِي الْأَلْبَابِ (١٩٠) الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَامًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَاطِلًا سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ (١٩١)

Artinya: “*Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, dan silih bergantinya malam dan siang terdapat tanda-tanda bagi orang-orang yang berakal (190), (yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata): "Ya Tuhan kami, tiadalah Engkau menciptakan ini dengan sia-sia, Maha Suci Engkau, maka peliharalah kami dari siksa neraka (191)."* (QS. Ali ‘Imran/3:190-191)

Berdasarkan potongan kalimat dari ayat 190 yaitu kata لايت لأولى الألباب , Muhammad (2003) dalam tafsir Ibnu Katsir menjelaskan bahwa terdapat bukti-bukti kekuasaan Allah SWT bagi orang-orang yang berakal, yang selalu mengingat Allah dengan mengingat segala yang diciptakan-Nya dalam keadaan apapun, dan menjadikan hal tersebut sebagai petunjuk atas kekuasaan-Nya. Sedangkan, kata بطلا pada ayat 191 memiliki arti “dengan sia-sia”, namun jika dimaknai dalam satu kalimat maka mengandung makna yang berlawanan yaitu segala sesuatu yang Allah SWT ciptakan memiliki manfaat dan hikmah.

Sedangkan, potongan ayat 191 dari surat Ali ‘Imran berdasarkan pernyataan oleh Shihab (2002) dalam tafsir Al-Misbah menyatakan bahwa orang-orang yang memiliki pemahaman mendalam dan senantiasa berpikir adalah orang-orang yang berakal dan mau menggunakan pikirannya untuk mengambil faedah, hidayah, dan menggambarkan keagungan Allah SWT. Akal diberikan kepada

manusia untuk membantu mengenali dan merenungi tentang keagungan, keindahan, dan kekuasaan Allah yang terwujud dalam segala ciptaan-Nya. Sebagaimana salah satu sabda Rasulullah SAW yang diriwayatkan oleh Abu Nu'aim melalui Ibn 'Abbas ra. :

تَفَكَّرُوا فِي الْخَلْقِ وَلَا تَتَفَكَّرُوا فِي الْخَالِقِ

Artinya: *“Pikirkan dan renungkanlah segala sesuatu yang mengenai makhluk Allah, jangan sekali-kali kamu memikirkan dan merenungkan tentang zat dan hakikat Penciptanya.”* Karena bagaimanapun juga kamu tidak akan sampai dan tidak akan mencapai hakikat Dzat-Nya.

Perkembangan teknologi yang semakin maju juga memberikan pengaruh yang besar terhadap kegiatan budidaya suatu tanaman. Salah satu teknologi baru yang saat ini telah banyak digunakan oleh ahli botani yaitu pemanfaatan aplikasi gelombang ultrasonik untuk membantu pemecahan dormansi pada berbagai jenis biji berkulit keras. Gelombang ultrasonik mengakibatkan permukaan kulit biji membentuk lubang-lubang mikro, sehingga penyerapan air dan gas ke dalam biji bisa lebih optimal dan meningkatkan persentase perkecambahan biji.

Air menjadi sangat penting bagi biji yang siap untuk dikecambahkan. Air berperan untuk mengaktifkan berbagai jenis hormon dan enzim-enzim hidrolitik, sehingga biji mampu untuk berkecambah dan tumbuh dengan baik sebagai individu baru. Pembahasan tentang air sebagai sumber kehidupan telah Allah SWT firmankan dalam QS. Thahaa (20) ayat 53, yang berbunyi:

الَّذِي جَعَلَ لَكُمُ الْأَرْضَ مَهْدًا وَسَلَكَ لَكُمْ فِيهَا سُبُلًا وَأَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ أَزْوَاجًا مِّن نَّبَاتٍ شَتَّى

(٥٣)

Artinya: *“Yang telah menjadikan bagimu bumi sebagai hamparan dan Yang telah menjadikan bagimu di bumi itu jalan-jalan, dan menurunkan dari langit air hujan. Maka Kami tumbuhkan dengan air hujan itu berjenis-jenis dari tumbuh-tumbuhan yang bermacam-macam.”* (QS. Thahaa/20:53)

Selain air, penambahan zat pengatur tumbuh secara eksogen biasanya juga dibutuhkan untuk mendukung perkecambahan biji-bijian. Besar konsentrasi dan jumlah yang dibutuhkan oleh setiap jenis biji memiliki ukuran yang berbeda-beda. Jika jumlah hormon eksogen yang dibutuhkan hanya sedikit, maka akan

memberikan pengaruh besar terhadap perkecambahan biji. Namun sebaliknya, jika pemberian hormon tumbuh secara eksogen terlalu banyak, maka hal tersebut dapat menghambat pertumbuhan kecambah. Dalam penelitian ini zat pengatur tumbuh yang digunakan yaitu asam giberelin (GA₃). Konsentrasi GA₃ yang sesuai dapat meningkatkan perkecambahan biji.

Sebagaimana hal ini telah difirman Allah SWT dalam QS. Al-Qamar (54) ayat 49, yang berbunyi:

إِنَّا كُلَّ شَيْءٍ خَلَقْنَاهُ بِقَدَرٍ (٤٩)

Artinya: “Sesungguhnya Kami menciptakan segala sesuatu menurut ukuran.”

Muyasar (2007) menyatakan bahwa Allah SWT menciptakan segala sesuatu dan telah menentukan ukurannya sesuai ketetapan, ilmu pengetahuan, dan suratan takdir-Nya. Hal ini juga didukung oleh pernyataan dari Symkal, *et al.* (2014) yang menyatakan bahwa biji legum memiliki kematangan yang berbeda-beda dalam satu pericarp buah yang sama. Hal ini menandakan bahwa kematangan biji yang berbeda-beda berhubungan dengan jumlah hormon endogen yang dimiliki oleh setiap biji.

Pendekatan dari hasil analisis dengan integrasi Al-Quran dalam penelitian ini diharapkan kita sebagai manusia bisa lebih menghayati dan bertanggung jawab sebagai khalifah untuk selalu berusaha memberikan manfaat kepada siapapun melalui aplikasi ilmu sains yang sudah dipelajari. Selain itu, hal ini juga mampu mengajak kita semua untuk dapat membaca ayat-ayat Kauniyah yang kemudian menghubungkannya dengan ayat-ayat Kauliyah. Kemudian, pendekatan ilmiah dengan integrasi Al-Quran ini tidak hanya mengajak manusia menyelesaikan tanggungjawabnya sebagai khalifah, tetapi kita semua juga diajak untuk lebih mampu membaca alam sebagai jalan menuju kefahaman yang lebih dalam dan luas yaitu kefahaman terhadap Kalam Ilahi.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan dari penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Perlakuan lama pemaparan gelombang ultrasonik selama 30 menit (U2) memberikan pengaruh terbaik terhadap variabel pengamatan waktu berkecambah, persentase perkecambahan, panjang hipokotil, berat basah kecambah, dan berat kering kecambah.
2. Perlakuan asam giberelin sebesar 50 mg/l (G2) memberikan pengaruh terbaik dan paling efisien terhadap variabel pengamatan waktu berkecambah, persentase perkecambahan, dan panjang hipokotil.
3. Perlakuan interaksi U2G1 (30 menit + 25 mg/l) merupakan perlakuan kombinasi yang memberikan pengaruh terbaik dan paling efektif karena kedua perlakuan tersebut saling mendukung dalam pematangan dormansi dan meningkatkan viabilitas perkecambahan Biji Kedawung, seperti waktu berkecambah, persentase perkecambahan, dan panjang hipokotil.

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan dari hasil penelitian ini, maka perlakuan yang dapat direkomendasikan untuk membantu pematangan dormansi dan meningkatkan viabilitas perkecambahan Biji Kedawung adalah perlakuan kombinasi U2G1 (30 menit + 25 mg/l). Kemudian, saran bagi peneliti selanjutnya yaitu perlu dilakukan uji pengamatan lanjutan hingga fase pertumbuhan (persemaian).

DAFTAR PUSTAKA

- Abdulahdi, Rochadi, *et. al.* 2014. *Kekinian Keanekaragaman Hayati Indonesia*. Kementerian Lingkungan Hidup: LIPI
- Abdullah bin Muhammad bin ‘Abdurrahman bin Ishaq Alu Syaikh. 2004. *Tafsir Ibnu Katsir*. Bogor: Pustaka Imam Syafi’i.
- Abidin, Zainal. 1982. *Dasar-Dasar Pengetahuan Tentang Zat Pengatur Tumbuh*. Bandung: ANGKASA Bandung.
- Agurahe, Lisa, *et. al.* 2019. Pematahan Dormansi Benih Pala (*Myristica fragrans* Houtt.) Menggunakan Hormon Giberelin. *Jurnal Ilmiah-UNSRAT*. 8(1): 30-40.
- Al-Bukhari, Abi Abdillah Muhammad bin Ismail, Ibnu al-Mugirah bin Bardizbah al-Ja’fi. 2000. *Shahih al-Bukhari*. Semarang: Thoha Putra.
- Ali, Awatif S. and Alaaeldin A. Elozeiri. 2017. Metabolic Processes During Seed Germination. Intech, <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.70653>.
- Angami, Thejangulie, *et. al.* 2017. Traditional Uses, Phytochemistry and Biological Activities of *Parkia timoriana* (DC.) Merr., an Underutilized Multipurpose Tree Bean: A Review. *Genent Resour Crop Evol*. Springer.
- Arimbi, Delidios dan Hendro Sudjono Yuwono. 2016. pH of Wound Fluids Treated Using Coffe Powder and Bacitracin-Neomycin Powder. *Global Journal of Surgey*. 4(1): 9-11.
- Badrunasar, Anas dan Yayang Nurahmah. 2012. *Pertelaan Jenis Pohon Koleksi Arboretum: Balai Penelitian Teknologi Argoforestry*. Kementerian Kehutanan.
- Baskin, C.C., Baskin J.M., and Chester E.W. 2004. Seed Germination Ecology of The Summer Annual Cyperus squarrous in an Unprecditable Mudflat Habitat. *Acta Oecol*. 26: 9-14.
- Baskin, C.C., Baskin J.M., Yoshinaga A. 2005. Morphophysiological Dormancy in Seeds of Six Endemic Lobelioid Shurbs (Campanulaceae) from The Montane Zone in Hawaii. *Can. J. Bot*. 83: 1630-1637.
- Bewley, J.D. and Black, M. 1994. *Seed, Physiologi of deelopment and Germination*. 2nd edition. New York and London: Plenum Press.
- Borek, S. *et. al.* 2009. Lipid and Protein Accumulation in Developing Seeds of Three Lupine Species: *Lupinus luteus* L., *Lupinus albus*, and *Lupinus mutabilis*. *Sweet Journal of Experimental Botany*. 60(12): 3453-3466.

- Buckeridge, M. Silveira. 2010. Seed Cell Wall Storage Polysaccharides: Models to Understand Cell Wall Biosynthesis and Degradation. *Plant Physiol.* 154pp: 1017-1023.
- Cameron, John R. and Skofronick James G. 1978. *Medical Physics*. New York: John Wiley & Sons Inc.
- Cheeke, J. David N. 2002. *Fundamentals and Applications of Ultrasonics Waves*. United States of America: CRC Press LLC.
- Dell, B. 1980. Structure and Function of The Strophliolar Plug in Seeds of *Albizia lophantha*. *American Journal of Botany*. 67: 556-563.
- Dharma, I Putu Eka Setya, *et al.* 2015. Perkecambahan Benih Pala (*Myristica fragans* Houtt.) dengan Metode Skarifikasi dan perendaman ZPT Alami. *e-J.Agrotekbis*. 3(2): 158-167.
- Dornee, Yannick Van. 2000. The Effects of Variable Sound Frequencies on Plant Growth and Development. *Canadian Journal of Botany*. 51(10): 1851-1856.
- Dwidjoseputro, D. 1984. *Pengantar Fisiologi Tumbuhan*. Jakarta: PT Gramedia.
- Elfianis, Rita, *et al.* 2019. Pengaruh Skarifikasi dan Hormon Giberelin (GA₃) Terhadap Daya Kecambah dan Pertumbuhan Bibit Palem Putri (*Veitchia merillii*). *Jurnal Agroteknologi*. 10(1): 41-48.
- Gama-Arachchige, N.S., *et. al.* 2013b. Identification and Characteristization of 10 New Water-gaps in Seeds and Fruits with Physical Dormancy and Classification of Water-gap Complexes. *Annals of Botany*. 112: 69-84.
- Gaol, M.L dan J.E. Fox. 2009. Pengaruh Variasi Ukuran Biji Terhadap Perkecambahan *Acacia fauntleroyi* (MAIDEN) Maiden and Blakely. *Berk. Penel. Hayati*. 14: 153-160.
- Gardner, F. 1991. *Fisiologi Tanaman Budidaya*. Jakarta: UI Press.
- Gijzen, M., *et.al.* 2001. A Class I Chitinase from Soybean Seed Coat. *J. Exp. Bot.* 52: 2283-2289.
- Gordon, A.G. *et.al.* 1982. *Seed Manual for Ornamental Trees and Shurbs*. Forestry Commision Bulletin No.59. London: Her Majesty's Stationary Office.
- Goussous, S.J, *et.al.* 2010. Enhanching Seed Germination of Four Crop Spesies Using an Ultrasonic Technique. *Exp. Agric.* 46:231-242.
- Gunawan, *et. al.* 2016. Review: Fitokimia Genus *Baccaurea* spp.. *Bioeksperimen*. 2(2): 96-110.
- Harvey-Brown, Y. 2019. *Parkia timoriana*. The IUCN Red List of Threatened Species 2019: e.T15389175A153817814.

<https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-3.RLTST15389175A153917814.en>.

- Hastuti, *et. al.* 2015. Pengaruh Skarifikasi dan Lama Perendaman Air Terhadap Perkecambahan Benih dan Pertumbuhan Bibit Sawo (*Manikara zapota* (L.) van Royen). *Vegetalika*. 4(2): 30-38.
- Hayati, Rita *et.al.* 2011. Pengaruh Tingkat Kemasakan Buah dan Cara Penyimpanan Terhadap Viabilitas dan Vigor Benih Kakao (*Theobroma cacao* L.). *J. Floratek*. 6: 114-123.
- Hidayat, Estiti B. 1995. *Anatomi Tumbuhan Berbiji*. Bandung: Penerbit ITB.
- Hidayat, Taufiq R.S dan Marjani. 2017. Teknik Pematahan Dormansi untuk Meningkatkan Daya Berkecambah Dua Akses Benih Yute (*Corchorus olitorius* L.). *Buletin Tanaman Tembakau, Serat & Minyak Industri*. 9(2): 73-81.
- Hong, *et.al.* 1996. *Seed Storage Behaviour: A Compendium Handbooks for Genbanks No.4* Rome: International Plant Gentetic Resources Institute.
- Hopkins, Fortune dan Helen C.. 1993. The Indo-Pasific Species of *Parkia*: (*Leguminosae: Mimosoidae*). *Kew Bulletin*. 49(2): 181-234.
- Hu, X.W., *et. al.* 2008. Role of The Lens in Physical Dormancy in Seeds of *Sophora alopecuroides* L. (Fabaceae) from North-West China. *Australian Journal of Agricultural Research*. 59: 491-497.
- Jagtap, D.K, *et al.* 2013. Effect of Vermiwash and Giberellic Acid On Seed Germination In Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.). *Int. J. Biotech Biosci*. 3(4):230-234.
- Johanson, Orjan, *et al.* 2017. *Sustainable and Energy Efficient Leaching of Tungsten (W) by Ultrasound Controlled Cavitation*. Sweden: Lulea University of Technology.
- Kamil, Jurnal. 1979. *Teknologi Benih 1*. Padang: Penerbit Angkasa Raya.
- Kartikasari, Sindi, *et al.* 2019. Viabilitas Benih dan Pertumbuhan Bibit Salak (*Salacca edulis* Reinw) Akibat Konsentrasi dan Lama Perendaman Giberelin (GA3) yang Berbeda. *Jurnal Pertanian Tropik*. 6(3):448-457.
- Kermode, Allison R. 2005. Role of Absisic Acid in Seed Dormancy. *J Plant Growth Regul.* 24: 319-344.
- Kristiati, Elly dan Winda Utami Putri. 2008. Dormansi Biji Kedawung (*Parkia javanica* (Lam.) Merr.): Pengaruh Skarifikasi dan Aplikasi Stimulan Kimia Terhadap Perkecambahan Biji. *Buletin Kebun Raya Indonesia*. 11(1): 16-22.

- Kurniawan, Andri. 2018. Pengaruh Lama Perendaman dan Konsentrasi Hormon GA₃ Terhadap Vigor dan Viabilitas Benih Jati di Persemaian. *Jurnal Agrotek Indonesia*. 3(1):22-28.
- Kusmana, Cecep dan Agus Hikmat. 2015. Keanekaragaman Hayati Flora di Indonesia: The Biodiversity of Flora in Indonesia. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*. 5(2): 187-198.
- Lahijanjan, Soheila and Meisam Nazari. 2017. Increasing Germination Speed of Common Bean (*Phaseolus vulgaris*) Seeds by Ultrasound Treatments. *Seed Technology*. 38(1): 49-55.
- Lesilolo, M.K., *et al.* 2013. Pengujian dan Viabilitas Vigor Benih Beberapa Jenis Tanaman yang Beredar di Pasaran Kota Ambon. *Agrologia*. 2(1): 1-9.
- Lestari, Dewi, *et al.* 2016. Pematahan Dormansi dan Perkecambahan Biji Kopi Arabika (*Coffea arabica* L.) dengan Asam Sulfat (H₂SO₄) dan Giberelin (GA₃). *Jurnal Protobiont*. 5(1): 8-13.
- Liat, Hironimus Elmianus Kia. 2016. Pengaruh Model Pemeraman dan Kondisi Cahaya Terhadap Perkecambahan Benih Pinang (*Areca catechu* L.). *Savana Cendana*. 1(2): 74-76.
- Made D., Ni *et. al.* 2012. Simulasi Perambatan Gelombang Ultrasonik dengan Model Berkas Multi Gaussian dan Model Pengukuran Thompson Grey. *J. Oto. Ktrl. Inst.* 4(2): 55-63.
- Mahayu, Weda Makarti. 2013. Pengaruh Kejut Suhu Terhadap Masa Dormansi dan Viabilitas Benih Aren (*Arenga pinnata* Merr.). *B. Palma*. 14(2): 125-131.
- Mathen, E. Kaya dan H. Rehatta. Pengaruh Perlakuan Pencelupan dan Perendaman Terhadap Perkecambahan Benih Sengon (*Paraserianthes falcataria* L.). *Agrologia*. (2)1: 10-16.
- Miao, Z.H. *et.al.* 2001. Anatomical Stucture and Nutitive Value of Lupin Seed Coats. *Aust. J. Agric. Res.* 52: 985-993.
- Miransari, Mohammad & D.L. Smith. 2014. Plant Hormones and Seed Germination. *Environmental and Experimental Botany, Elsevier*. 99:110-121.
- Mudiana, Deden. 2007. Perkecambahan *Syzygium cumini* (L.) Skeels. *Biodiversitas*. 8(1): 39-42.
- Mudyantini, Widya. 2008. Pertumbuhan, Kandungan Selulosa, dan Lignin pada Rami (*Boehmeria nivea* L. Gaudich) dengan Pemberian Asam Giberelat (GA₃). *Biodiversitas*. 9(4): 269-274.
- Muhammad, A. 2003. *Tafsir Ibnu Katsir*. jakarta: Imam Asy-Syafi'i.
- Muyasar. 2007. *Tafsir Muyassar (Jilid 4)*. Jakarta: Qisthi Press.

- Nazari, Meisam *et. al.* 2014. *Medicago scutellata* Seed Dormancy Breaking By Ultrasonic Waves. *Plant Breeding and Seed Science*. 69: 15-24.
- Nizaruddin, *et. al.* 2014. Metode Deteriorasi Terkontrol untuk Pendugaan Daya Simpan Benih Kedelai. *J. Agron. Indonesia*. 42(1): 24-31.
- Nurahmi, Erida *et. al.* 2010. Viabilitas Benih Pala (*Myristica fragans* HOUTT) pada Beberapa Tingkat Skarifikasi dan Konservasi Air Kelapa Muda. *Agrista*. 14(2): 51-55.
- Oliveira, A.E.A, *et. al.* 2001. Isolation and Characterization of A Galactorhamnan Polysaccharide from the Seed Coat of *Canavalia ensiformis* that is Toxic to the Cowpea Weevil (*Callosobruchus maculatus*). *Entomol. Exp. Appl.* 101: 225-231.
- Pribadi, Ekwasita Rini. 2009. Pasokan dan Permintaan Tanaman Obat Indonesia Serta Arah Penelitian dan Pengembangannya. *Perspektif*. 8(1): 52-64.
- Putri, A. Indria dan Dharmono. 2018. Keanekaragaman Genus Tumbuhan dari Famili Fabaceae di Kawasan Hutan Pantai Tabanio Kabupaten Tanah Laut Kalimantan Selatan. *Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah*. 3(1): 209-213.
- Ramteke, A. A, *et. al.* 2015. Effect of Ultrasonic Waves on Seed Germination of *Lycopersicon esculentum* and *Anethum graveolens*. *International Journal of Chemical and Physical Sciences*. 4: 333-336.
- Revis, ASRA. 2014. Pengaruh Hormon Giberelin (GA₃) Terhadap Daya Kecambah dan Vigoritas *Calopogonium caeruleum*. *Biospecies*. 7(1): 29-33.
- Rifna, E.J, *et. al.* 2019. Emerging Technology Applications for Improving Seed Germination. *Trends in Food Science & Technology*. 86: 95-108.
- Robert, E. H. 1973. Predicting The Storage Life of Seeds. *Seed Sci. Technol.* 1: 499-514.
- Rohandi, Asep dan Nurin Widayani. 2009. Komposisi Vigor Kecambah Tusam pada Beberapa Tingkat Devigorasi dan Kerapatan Benih. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*. 6(5): 261-271.
- Roskov Y.; Zarucchi J.; Novoselova M. & Bisby F. (†) (eds). (2019). ILDIS: ILDIS World Database of Legumes (version 12, May 2014). In: Species 2000 & ITIS Catalogue of Life, [2019-01-10] Beta (Roskov Y.; Ower G.; Orrell T.; Nicolson D.; Bailly N.; Kirk P.M.; Bourgoin T.; DeWalt R.E.; Decock W.; Nieukerken E. van; Penev L.; eds.). Digital resource at www.catalogueoflife.org/col. Species 2000: Naturalis, Leiden, the Netherlands. ISSN 2405-8858.
- Rugayah, *et. al.* 2019. *Pulau Wawonii: Keanekaragaman Ekosistem, Flora, dan Fauna*. Jakarta: LIPI Press.

- Rugayah, et.al. 2014. Kedawung (*Parkia timoriana*) dan Kerabatnya di Jawa: Petir (*P. intermedia*) dan Petai (*P. speciosa*). *Berita Biologi*. 13(2): 143-152.
- Ruthiran, Papitha and Chinnadurai Immanuel S. 2017. Phytochemical screening and In Vitro Antioxidant Activity of *Parkia timoriana* (DC.) Merr. *Reaserch Journal of Biotechnology*. 12(12): 46-54.
- Sadjad, S. 1993. *Dari Benih Kepada Benih*. Jakarta: PT. Gramedia Widiasarana Indonesia.
- Salisbury, F.B and Ross, C.W. 1995. *Fisiologi Tumbuhan*. Jilid 4. Bandung: ITB.
- Sandi, et. al. 2014. Ukuran Benih dan Skarifikasi dengan Air Panas Terhadap Perkecambahan Benih Pohon Kuku (*Pericopsis mooniana*). *Jurnal Sylva Lestari*. 2(3): 83-92.
- Saut, L. 2002. Pengaruh Perlakuan Perendaman Benih dalam Larutan GA₃ dan Shiimarockd Terhadap Viabilitas Benih Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.), Terung (*Solanum melongena* L.), dan Cabai (*Capsicum annum* L.). *Skripsi*. Jurusan Budidaya Pertanian. Fakultas Pertanian. Institut Bogor.
- Schmidt, L. 2002. *Pedoman Penanganan Benih Tanaman Hutan Tropis dan Sub Tropis* (terj.) Kerjasama Direktorat Jendral Rehabilitasi Lahan dan Perhutanan Sosial dengan Indonesia Forest Seed Project. Jakarta.
- Setyowati, Rr. Diah Nugraheni et al. 2017. Studi Pemilihan Tanaman Revegetasi untuk Keberhasilan Reklamasi Lahan Bekas Tambang. *Jurnal Teknik Lingkungan*. 3(1): 14-20.
- Shihab, M. Quraish. 2002. *Tafsir Al-Misbah: Pesan, Kesan, dan Keserasian Alquran*. Jakarta: Lentera Hati.
- Spurny, M. 1964. Changes in the Permeability of the Seed Coat in Connection with the Development of Suberin Adcrustations of the Macrosclereids from the Seed Coat of the Pea (*Pisum sativum* L.). *Flora*. 154: 547-567.
- Subandi, Ajeng E., et.al. 2015. Aktivitas Endo- β -Mannanase pada Perkecambahan Biji *Parkia roxburghii* dengan Pemberian Variasi Konsentrasi Giberelin. *Bioteknologi*. 12(1): 8-15.
- Sudrajat, Dede J., et al. 2017. *Bunga Rampai: Karakteristik dan Prinsip Penanganan Benih Tanaman Hutan Berwatak Intermediet dan Rekalsitran*. Bogor: IPB Press. ISBN: 978-602-440-242-6.
- Suhartati, et. al. 2015. Mengenal Morfologi, Tipe Buah dan Biji pada Pohon Kayu Kuku (*Pericopsis mooniana* THW). *Info Teknis EBONI*. 12(2): 87-96.
- Sukendro, Andi, et al. 2010. Studi Pembiakan Vegetatif *Intsia bijuga* (Colebr.) O.K Melalui Grafting. *Jurnal Silvikultur Tropika*. 1(1): 6-10.

- Sumisari, N., *et al.* 2010. Pertumbuhan Biji Palem Putri (*Veitchia merillii* (beec) h.f.Moors) pada Berbagai Media Tumbuh. *Jurnal Agrikultural*. 21(1):51-55.
- Susilo, Hadi, *et. al.* 2015. Karakteristik Rizobakteri Penghasil Giberelin yang Diisolasi dari Tanah Hutan di Banten. *Current Biochemistry*. 2(1): 32-41.
- Sutopo, Lita. 1985. *Teknologi Benih*. Malang: Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.
- Sutopo, Lita. 2004. *Teknologi Benih*. Malang: Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.
- Suwannarat, Kunlaya and Charassri Nualsri. 2008. Genetic Relationship Between 4 *Parkia* spp. and Variation in *Parkia speciosa* Hassk. Based on Random Amplified Polymorphic DNA (RAPD) Markers. *Songklanakarin J. Sci. Technol.* 30(4): 433-440.
- Syamsiah, Melissa dan G. Marlina. 2016. Respon Pertumbuhan Tanaman Selada (*Lactuca saliva* L.) Varietas Kriebo Terhadap Konsentrasi Asam Giberelin. *Journal of Agroscience*. 6(2): 55-60.
- Symkal, Petr, *et. al.* 2014. Review Article: The Role of the Testa During Development and in Establishment of Dormancy of the Legume Seed. *Frontiers in Plant Science: Plant Evolution and Development*. 5: 1-19.
- Thangjam, Robert and Lingaraj Sahoo. 2012. In Vitro Regeneration and Agrobacterium tumefaciens-Mediated Genetic Transformation of *Parkia timoriana* (DC.) Merr.: A Multipurpose Tree Legume. *Acta Physiol Plant*. 34: 1207-1215.
- Thangjam, Robert and Maibam R.S. 2006. Induction of Callus and Somatic Embryogenesis of Cotyledonary Explants of *Parkia timoriana* (DC.) Merr., A Multipurpose Tree Legume. *J. Food Agric Environ*. 4: 335-339.
- Thangjam, U. & Sahoo, U.K. 2017. Effects of Different Pre-treatments and Germination Media on Seed germination and Seedling Growth of *Parkia timoriana* (DC.) Merr. *Journal of Experimental Biology and Agriculture Science*. 5(1): 98-105.
- Thangjam, Uttam and U.K. Sahoo. 2016. Effect of Seed Mass on Germination and Seedling Vigour of *Parkia timoriana* (DC.) Merr. *Current Agriculture Research Journal*. 4(2): 171-178.
- Thangjam, Uttam, *et al.* 2019. Effect of Agroclimate On Seed and Seedling Traits of Tree Bean (*Parkia timoriana* (DC.) Merr) In North East India. *Indonesian Journal of Forestry Research*. 6(1): 17-26.
- Tisadjaja, *et. al.* 2006. Penkajian Kandungan Fitosterol pada Tanaman Kedawung (*Parkia roxburghii* G. Don.). *Biodiversitas*. 7(1):21-24.

- Tjitrosoepomo, Gembong. 1985. *Morfologi Tumbuhan*. Yogyakarta: UGM Press.
- Ummah, K. and Y.S. Rahayu. The Effect of Gibberellin Extracted from *Eichhornia crassipes* Root on the Viability and Duration of Hard Seed Germination. *J. Phiys: Conf. Ser.* **1417** 012037.
- Utami, Ning Wikan. 2010. Aplikasi GA₃ dalam Memecahkan Dormansi Biji *Picrasma javanica* Setelah Penyimpanan pada Berbagai Suhu Simpan. *J. Tek. Ling.* 11(2): 139-145.
- Uytami, Yesi, *et. al.* 2016. Pematahan Dormansi Benih Kebiul (*Caesalpinhia bonduc* L.) dengan Berbagai Metode. *Akta Agrosia.* 19(2): 147-156.
- Wasonowati, Catur *et. al.* 2018. Pertumbuhan Bibit Kelor (*Moringa oleifera* Lamk.) dari Biji dan Stek dengan Interval Pemberian Air yang Berbeda. *Seminar Nasional dalam Rangka Dies Natalis UNS ke-42 Tahun 2018.* 2(1): 175-181.
- Weaver, Robert J. 1972. *Plant Growth Substances in Agriculture*. W.H. Freeman and Company. San Fransisco. 595 pp.
- Weiss, D dan N. Ori. 2007. Mechanisms of Cross Talk Beetween Gibberelin and Other Hormones. *Plant Physiology.* 144: 1240-1246.
- Wilkins, M.B. 1989. *Fisiologi Tumbuhan Cetakan Kedua*. Jakarta: Bina Aksara.
- Yaldagard, Maryam *et. al.* 2008. Application of Ultrasonic Waves as a Priming Technique for Accelerating and Enhancing the Germination of Barley Seed: Optimization of Method by the Taguci Approach. *J. Inst. Brew.* 114(1): 14-21.
- Yaldagard, M., S.A. Mortazavi, and F. Tabatabaie. 2008. The Effect of Ultrasound in Combination with Thermal Treatment On The Germinated Barley's Alpha-Amylase Activity. *Korean J. Chem. Eng.* 25pp: 517-523.
- Yasid, Abdul, *et.al.* 2016. Pengaruh Frekuensi Gelombang Bunyi Terhadap Perilaku Lalat Rumah (*Musca domestica*).
- Yuliantoro, Dody dan Bambang Dwi A. 2016. *Pohon Sahabat Air*. Surakarta: Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Pengelolaan Daerah Aliran Sungai.
- Yumnam, J. Y. 2015. The Effect of Seed Weight and Size on Germination and Growth of *Parkia timoriana* (DC.) Merr (Syn. *P. roxburghii* G. Don.), A Multipurpose Tree and A Delicious Vegetable of Manipur, India. *International Journal of Current Research.* 7(9): 20744-20749.
- Yuniarti, Naning. 2013. Peningkatan Viabilitas Benih Kayu Afrika (*Maesopsis emenii* Engl.) dengan Berbagai Perlakuan Pendahuluan. *Jurnal Perbenihan Tanaman Hutan.* 1(1):15-23.

- Yuniarti, Naning dan Dharmawati F. Djaman. 2015. Teknik Pematahan Dormansi untuk Mempercepat Perkecambahan Benih Kourbaril (*Hymenaea courbaril*). *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon*. 1(6): 1433-1437.
- Zanzibar, Muhammad. 2017. Tipe Dormansi dan Perlakuan Pendahuluan untuk Pematahan Dormansi Benih Balsa (*Ochroma bicolor* ROWLEE). *Jurnal Perbenihan Tanaman Hutan*. 5(1): 51-60.
- Zhenguo Ma, *et.al*. 2017. Cell Signaling Mechanism and Metabolic regulation of Germination and Dormancy in Barley Seeds. *The Croup Journal Elsvier*. Hlm. 459-477.
- Zuhud, Ervizal A. M. 2015. Potensi Hutan Tropika Indonesia Sebagai Penyangga Bahan Obat Alam Untuk Kesehatan Bangsa. *Article*. Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor.
- Zuhud, Ervizal dalam Pandangan Jogja. 2020. Kumparan: Pohon Kedawung, Raksasa Penguasa Hutan dan Penyembuh Utama Sakit Manusia, diakses online <https://kumparan.com/pandangan-jogja/pohon-Kedawung-raksasa-penguasa-hutan-dan-penyembuh-utama-sakit-manusia-1u3COhWCGBw/full> tanggal 27 September 2020, pukul 19:20 WIB. Peruzzi, Giovanna *et.al*. 2018. Perspective on Cavitation Enhanced Endothelial Layer Permeability. *Biointerfaces*. 168: 83-93.
- Zuhud, Ervizal. 2007. Bio-Ekologi Tumbuhan Obat Kedawung (*Parkia timoriana* (DC.) Merr) di Hutan Alam Taman Nasional Meru Betiri. *Article*. Bagian Konservasi Keanekaragaman Tumbuhan, Departemen Sumberdaya Hutan dan Ekowisata, Fakultas Kehutanan IPB.
- Zulfia, Firda Ama. 2016. Pengaruh Teknik Pemecahan Dormansi Secara Fisika dan Kimia Terhadap Kemampuan Berkecambah Biji Kelengkeng (*Dinocarpus longan*). *Prosiding Seminar Nasional Biologi*. ISSN: 978-602-0951 hlm. 245-250.

LAMPIRAN

1. Lampiran Data Hasil Analisis Variansi (ANAVA)

Lampiran 1 Waktu Berkecambah

Perlakuan	Ulangan Ke-			T	Rata-Rata
	1	2	3		
u0g0	49	50	50	149	49,66667
u0g1	48	47	49	144	48
u0g2	46	46	45	137	45,66667
u0g3	44	45	43	132	44
u0g4	43	43	44	130	43,33333
u1g0	39	41	40	120	40
u1g1	37	38	37	112	37,33333
u1g2	37	34	31	102	34
u1g3	30	31	29	90	30
u1g4	21	29	25	75	25
u2g0	18	20	19	57	19
u2g1	11	11	12	34	11,33333
u2g2	9	9	7	25	8,33333
u2g3	5	6	6	17	5,66667
u2g4	17	12	15	44	14,66667
u3g0	37	38	40	115	38,33333
u3g1	37	38	37	112	37,33333
u3g2	35	37	36	108	36
u3g3	38	39	39	116	38,66667
u3g4	40	40	39	119	39,66667

Hasil Analisis Variansi (ANAVA)

SK	db	JK	KT	F.hit	F 5%	F 1%
ulangan	2	4,9	2,45	1,11363636	3,231727	5,17850824
perlakuan:	19	10538,6	554,6631579	252,119617	1,8528918	2,39373821
U	3	9675,533333	3225,177778	1465,9899	2,8387454	4,31256921
G	4	395,7666667	98,94166667	44,9734848	2,6059749	3,82829355
U*G	12	467,3	38,94166667	17,7007576	2,0034594	2,66482736
Galat	40	88	2,2			
Total	59	10626,60				

Hasil Analisis Variansi Menggunakan Ms. Excel

ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
U	9675,533333	3	3225,177778	1465,9899	6,407E-41	2,8387454
G	395,7666667	4	98,94166667	44,9734848	2,732E-14	2,60597495
U*G	467,3	12	38,94166667	17,7007576	2,341E-12	2,0034594
Galat/Error	88	40	2,2			
Total	10626,6	59				

Hasil Uji Duncan 5% dari perlakuan Pemaparan Gelombang Ultrasonik

Perlakuan	Rata-Rata	Notasi
U0	46,13333333	d
U15	33,26666667	b
U30	11,8	a
U45	38	c

Hasil Uji Duncan 5% dari perlakuan Konsentrasi GA_3

Perlakuan	Rata-Rata	Notasi
G0	36,75	c
G25	33,5	b
G50	31	ab
G75	29,58333333	a
G100	30,66666667	a

Hasil Uji Duncan 5% dari perlakuan Inetraksi Lama Pemaparan Gelombang Ultrasonik dan Konsentrasi GA_3

Perlakuan	Rata-Rata	Notasi
u0g0	49,66666667	m
u0g1	48	lm
u0g2	45,66666667	kl
u0g3	44	k
u0g4	43,33333333	k
u1g0	40	j
u1g1	37,33333333	ij
u1g2	34	h
u1g3	30	g
u1g4	25	f
u2g0	19	e
u2g1	11,33333333	c
u2g2	8,33333333	b
u2g3	5,66666667	a
u2g4	14,66666667	d
u3g0	38,33333333	ij
u3g1	37,33333333	ij
u3g2	36	hi
u3g3	38,66666667	ij
u3g4	39,66666667	j

Lampiran 2 Persentase Perkecambahan (%)

Perlakuan	Ulangan Ke-			T	Rata-Rata
	1	2	3		
u0g0	45	50	50	145	48,33333
u0g1	50	55	50	155	51,66667
u0g2	60	55	65	180	60
u0g3	70	65	60	195	65
u0g4	70	65	75	210	70
u1g0	80	70	75	225	75
u1g1	80	75	80	235	78,33333
u1g2	80	80	85	245	81,66667
u1g3	85	85	80	250	83,33333
u1g4	85	75	80	240	80
u2g0	80	80	85	245	81,66667
u2g1	85	85	80	250	83,33333
u2g2	80	90	85	255	85
u2g3	85	90	90	265	88,33333
u2g4	90	85	75	250	83,33333
u3g0	80	80	80	240	80
u3g1	80	85	80	245	81,66667
u3g2	85	85	80	250	83,33333
u3g3	75	75	80	230	76,66667
u3g4	75	70	75	220	73,33333

Hasil Analisis Variansi (ANAVA)

SK	db	JK	KT	F.hit	F 5%	F 1%
ulangan	2	10	5	0,324324	3,231727	5,178508
perlakuan:	19	7068,333333	372,0175	24,13087	1,852892	2,393738
U	3	5698,333333	1899,444	123,2072	2,838745	4,312569
G	4	414,1666667	103,5417	6,716216	2,605975	3,828294
U*G	12	955,8333333	79,65278	5,166667	2,003459	2,664827
Galat	40	617	15,41667			
Total	59	7685				

Hasil Analisis Variansi Menggunakan Ms. Excel

ANOVA

<i>Source of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>	<i>F crit</i>
U	5698,333333	3	1899,444	123,2072	3,04E-20	2,838745
G	414,1666667	4	103,5417	6,716216	0,000311	2,605975
U*G	955,8333333	12	79,65278	5,166667	3,83E-05	2,003459
Galat/Error	616,6666667	40	15,41667			
Total	7685	59				

Hasil Uji Duncan 5% dari perlakuan Pemaparan Gelombang Ultrasonik

Perlakuan	Rata-Rata	Notasi
U0	59	a
U15	79,6666667	b
U30	84,3333333	b
U45	79	b

Hasil Uji Duncan 5% dari perlakuan Konsentrasi GA_3

Perlakuan	Rata-Rata	Notasi
G0	71,25	a
G25	73,75	ab
G50	77,5	ab
G75	78,33333333	b
G100	76,66666667	ab

Hasil Uji Duncan 5% dari perlakuan Inetraksi Lama Pemaparan Gelombang Ultrasonik dan Konsentrasi GA_3

Perlakuan	Rata-Rata	Notasi
u0g0	48,333333	a
u0g1	51,666667	a
u0g2	60	b
u0g3	65	bc
u0g4	70	cd
u1g0	75	def
u1g1	78,333333	efgh
u1g2	81,666667	fghi
u1g3	83,333333	ghi
u1g4	80	efgh
u2g0	81,666667	fghi
u2g1	83,333333	ghi
u2g2	85	hi
u2g3	88,333333	i
u2g4	83,333333	ghi
u3g0	80	efgh
u3g1	81,666667	fghi
u3g2	83,333333	ghi
u3g3	76,666667	defg
u3g4	73,333333	de

Lampiran 3 Panjang Hipokotil

Perlakuan	Ulangan Ke-			Total	Rata-Rata
	1	2	3		
u0g0	1,9	2,5	2,5	6,9	2,3
u0g1	2,02	2,5	2,9	7,42	2,473333
u0g2	2,7	2,3	3,6	8,6	2,866667
u0g3	2,58	3,7	3,5	9,78	3,26
u0g4	2,5	3	4,6	10,1	3,366667
u1g0	7,7	6,9	6,7	21,3	7,1
u1g1	7,2	7,4	7,3	21,9	7,3
u1g2	7,5	7,4	7,4	22,3	7,433333
u1g3	7,4	7,5	7,6	22,5	7,5
u1g4	7,8	6,8	6,9	21,5	7,166667
u2g0	7,2	7,1	7,3	21,6	7,2
u2g1	7,3	8,2	7	22,5	7,5
u2g2	8,5	8,4	6,5	23,4	7,8
u2g3	8,2	8,7	7,9	24,8	8,266667
u2g4	7,3	7,2	7,7	22,2	7,4
u3g0	6,3	6,9	6,8	20	6,666667
u3g1	7,1	7	7,7	21,8	7,266667
u3g2	7,7	7,3	7,6	22,6	7,533333
u3g3	6,8	6,8	6,9	20,5	6,833333
u3g4	5,7	6,1	5,6	17,4	5,8

Hasil Analisis Variansi (ANOVA)

SK	db	JK	KT	F.hit	F 5%	F 1%
ulangan	2	0,202333333	0,101167	0,389782184	3,231726993	5,178508
perlakuan:	19	232,9647667	12,2613	47,24122897	1,852891825	2,393738
U	3	222,5951667	74,19839	285,8768708	2,838745398	4,312569
G	4	3,890733333	0,972683	3,747624062	2,605974949	3,828294
U*G	12	6,478866667	0,539906	2,080186821	2,003459396	2,664827
Galat	40	10,3818667	0,259547			
Total	59	243,346633				

Hasil Analisis Variansi Menggunakan Ms. Excel

ANOVA

<i>Source of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>	<i>F crit</i>
U	222,5951667	3	74,19839	285,8768708	4,79523E-27	2,838745
G	3,890733333	4	0,972683	3,747624062	0,011095415	2,605975
U*G	6,478866667	12	0,539906	2,080186821	0,041500516	2,003459
Galat/Error	10,38186667	40	0,259547			
Total	243,3466333	59				

Hasil Uji Duncan 5% dari perlakuan Pemaparan Gelombang Ultrasonik

Perlakuan	Rata-Rata	Notasi
U0	2,853333333	a
U15	7,3	b
U30	7,633333333	b
U45	6,82	b

Hasil Uji Duncan 5% dari perlakuan Konsentrasi GA_3

Perlakuan	Rata-Rata	Notasi
G0	5,816666667	a
G25	6,135	a
G50	6,408333333	a
G75	6,465	a
G100	5,933333333	a

Hasil Uji Duncan 5% dari perlakuan Inetraksi Lama Pemaparan Gelombang Ultrasonik dan Konsentrasi GA_3

Perlakuan	Rata-Rata	Notasi
u0g0	2,3	a
u0g1	2,473333333	ab
u0g2	3,266666667	abc
u0g3	3,26	bc
u0g4	3,366666667	c
u1g0	7,1	ef
u1g1	7,3	efg
u1g2	7,433333333	efg
u1g3	7,5	efg
u1g4	7,166666667	ef
u2g0	7,2	ef
u2g1	7,5	efg
u2g2	7,8	fg
u2g3	8,266666667	g
u2g4	7,4	efg
u3g0	7	de
u3g1	6,933333333	ef
u3g2	6,633333333	efg
u3g3	6,433333333	ef
u3g4	5,133333333	d

Lampiran 4 Panjang Akar

Perlakuan	Ulangan Ke-			Total	Rata-Rata
	1	2	3		
u0g0	6,44	7,34	7,24	21,02	7,006667
u0g1	7,42	9,36	7,98	24,76	8,253333
u0g2	7,5	8,5	7,84	23,84	7,946667
u0g3	8,6	7,42	9,68	25,7	8,566667
u0g4	6,12	9,72	7,96	23,8	7,933333
u1g0	7,48	7,92	8,26	23,66	7,886667
u1g1	8,32	8,4	8,08	24,8	8,266667
u1g2	12,98	8,22	7,96	29,16	9,72
u1g3	11,54	7,16	9,52	28,22	9,406667
u1g4	10,2	8,16	7,88	26,24	8,746667
u2g0	8,92	8,3	7,64	24,86	8,286667
u2g1	8,44	8,1	8	24,54	8,18
u2g2	12,92	9,88	8,08	30,88	10,293333
u2g3	6,18	8,46	8,98	23,62	7,873333
u2g4	6,8	9,38	8,62	24,8	8,266667
u3g0	7,12	8,28	9,38	24,78	8,26
u3g1	7,02	7,62	9,02	23,66	7,886667
u3g2	6,56	8,4	8,04	23	7,666667
u3g3	5,28	7,56	7,26	20,1	6,7
u3g4	8,34	8,24	7,78	24,36	8,12

Hasil Analisis Variansi (ANAVA)

SK	db	JK	KT	F.hit	F 5%	F 1%
ulangan	2	0,125773333	0,062887	0,035011339	3,231726993	5,178508236
perlakuan:	19	38,78413333	2,04127	1,136450787	1,852891825	2,39373821
U	3	11,78605333	3,928684	2,187244288	2,838745398	4,312569212
G	4	7,274666667	1,818667	1,012519161	2,605974949	3,828293549
U*G	12	19,72341333	1,643618	0,915062955	2,003459396	2,664827356
Galat	40	71,8472000	1,79618			
Total	59	110,631333				

Hasil Analisis Variansi Menggunakan Ms. Excel

ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
U	11,78605333	3	3,928684	2,187244288	0,104527437	2,838745398
G	7,274666667	4	1,818667	1,012519161	0,41248587	2,605974949
U*G	19,72341333	12	1,643618	0,915062955	0,540993281	2,003459396
Galat/Error	71,8472	40	1,79618			
Total	110,6313333	59				

Lampiran 5 Berat Basah Kecambah

Perlakuan	Ulangan Ke-			Total	Rata-Rata
	1	2	3		
u0g0	8	8	8	24	8
u0g1	10	8	8	26	8,666667
u0g2	10	9	8	27	9
u0g3	8	10	10	28	9,333333
u0g4	9	13	11	33	11
u1g0	12	14	11	37	12,33333
u1g1	13	15	13	41	13,66667
u1g2	17	12	15	44	14,66667
u1g3	15	12	14	41	13,66667
u1g4	12	13	17	42	14
u2g0	15	14	15	44	14,66667
u2g1	13	15	17	45	15
u2g2	15	15	17	47	15,66667
u2g3	17	17	17	51	17
u2g4	14	16	13	43	14,33333
u3g0	12	15	13	40	13,33333
u3g1	12	13	12	37	12,33333
u3g2	12	11	13	36	12
u3g3	11	13	11	35	11,66667
u3g4	13	12	9	34	11,33333

Hasil Analisis Variansi (ANAVA)

SK	db	JK	KT	F.hit	F 5%	F 1%
ulangan	2	1,233333333	0,61666667	0,278195489	3,23172699	5,1785082
perlakuan:	19	349,9166667	18,4166667	8,308270677	1,85289183	2,3937382
U	3	305,7833333	101,927778	45,98245614	2,8387454	4,3125692
G	4	5,5	1,375	0,620300752	2,60597495	3,8282935
U*G	12	38,63333333	3,21944444	1,452380952	2,0034594	2,6648274
Galat	40	88,6666667	2,21666667			
Total	59	438,583333				

Hasil Analisis Variansi Menggunakan Ms. Excel

ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
U	305,7833333	3	101,927778	45,98245614	4,9434E-13	2,8387454
G	5,5	4	1,375	0,620300752	0,65065584	2,6059749
U*G	38,63333333	12	3,21944444	1,452380952	0,18342467	2,0034594
Galat/Error	88,66666667	40	2,21666667			
Total	438,5833333	59				

Hasil Uji Duncan 5% dari perlakuan Pemaparan Gelombang Ultrasonik

Perlakuan	Rata-Rata	Notasi
U0	9,2	a
U15	13,66666667	bc
U30	15,33333333	c
U45	12,13333333	b

Lampiran 6 Berat Kering Kecambah

Perlakuan	Ulangan Ke-			Total	Rata-Rata
	1	2	3		
u0g0	1000	1000	1000	3000	1000
u0g1	1020	1000	1000	3020	1006,667
u0g2	1020	1010	1000	3030	1010
u0g3	1000	1020	1020	3040	1013,333
u0g4	1010	1050	1030	3090	1030
u1g0	1040	1060	1030	3130	1043,333
u1g1	1050	1070	1050	3170	1056,667
u1g2	1090	1040	1070	3200	1066,667
u1g3	1070	1040	1060	3170	1056,667
u1g4	1040	1050	1090	3180	1060
u2g0	1070	1060	1070	3200	1066,667
u2g1	1050	1070	1090	3210	1070
u2g2	1070	1070	1090	3230	1076,667
u2g3	1090	1090	1090	3270	1090
u2g4	1060	1080	1050	3190	1063,333
u3g0	1040	1070	1050	3160	1053,333
u3g1	1040	1050	1040	3130	1043,333
u3g2	1040	1030	1050	3120	1040
u3g3	1030	1050	1030	3110	1036,667
u3g4	1050	1040	1010	3100	1033,333

Hasil Analisis Variansi (ANOVA)

SK	db	JK	KT	F.hit	F 5%	F 1%
ulangan	2	123,3333333	61,66667	0,278195489	3,23172699	5,17850824
perlakuan:	19	34991,66667	1841,667	8,308270677	1,85289183	2,39373821
U	3	30578,33333	10192,78	45,98245614	2,8387454	4,31256921
G	4	550	137,5	0,620300752	2,60597495	3,82829355
U*G	12	3863,333333	321,9444	1,452380952	2,0034594	2,66482736
Galat	40	8866,666667	221,6667			
Total	59	43858,333333				

Hasil Analisis Variansi Menggunakan Ms. Excel

ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
U	30578,33333	3	10192,78	45,98245614	4,9434E-13	2,8387454
G	550	4	137,5	0,620300752	0,65065584	2,60597495
U*G	3863,333333	12	321,9444	1,452380952	0,18342467	2,0034594
Galat/Error	8866,666667	40	221,6667			
Total	43858,33333	59				

Hasil Uji Duncan 5% dari perlakuan Pemaparan Gelombang Ultrasonik

Perlakuan	Rata-Rata	Notasi
U0	1012	a
U15	1056,666667	bc
U30	1073,333333	c
U45	1041,333333	b

2. Lampiran Dokumentasi Penelitian

		
Gambar 1. Penyortiran Biji	Gambar 2. Persiapan Alat Sonikator	Gambar 3. Pembuatan Larutan GA ₃
		
Gambar 4. Persiapan Media Tanam	Gambar 5. Pembuatan Label	Gambar 6. Proses Pemaparan
		
Gambar 7. Biji ditiriskan sesuai lama pemaparan	Gambar 8. Perendaman biji dengan larutan GA ₃ selama 24 jam	Gambar 9. Kecambah Normal dan Abnormal
		
Gambar 10. Biji Kedawung yang berhasil berkecambah	Gambar 11. Kecambah umur 5 hari	Gambar 12. Kecambah 25 hari
		
Gambar 13. Kecambah umur 50 hari	Gambar 14. Pengukuran panjang hipokotil dan panjang akar	Gambar 15. Kecambah Normal Kedawung

3. Lampiran Dokumentasi Hasil Penelitian

a. Hasil Perlakuan Lama Pemaparan Gelombang Ultrasonik setelah 50 HST



b. Hasil Perlakuan Konsentrasi GA₃ setelah 50 HST



4. Lampiran Perbedaan Suhu Air dalam Media Pemaparan (Sonikator)

Perlakuan	Suhu Akhir (°C)
0 menit (U0)	25
15 menit (U1)	43
30 menit (U2)	67
45 menit (U3)	121



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
JURUSAN BIOLOGI

Jl. Gajayana No. 50 Malang 65144 Telp./ Faks. (0341) 558933
Website: <http://biologi.uin-malang.ac.id> Email: biologi@uin-malang.ac.id

BUKTI KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Fatin Nida Kuntari
NIM : 14620037
Program Studi : S1 Biologi
Semester : Ganjil TA 2020/2021
Pembimbing : Suyono, M.P.
Judul Skripsi : Pengaruh Aplikasi Gelombang Ultrasonik dan Zat Pengatur Tumbuh Asam Giberelin (GA₃) Terhadap Perkecambahan Biji Kedawung (*Parkia timoriana* (DC.) Merr)

No	Tanggal	Uraian Materi Konsultasi	Ttd. Pembimbing
1.	4-9-2020	Konsultasi Bab 1-4	1.
2.	16-10-2020	Konsultasi dan Revisi Bab I & IV	2.
3.	1-11-2020	Konsultasi dan Revisi Bab IV	3.
4.	3-11-2020	Konsultasi dan Revisi Bab IV	4.
5.	5-11-2020	Konsultasi Bab IV dan ACC	5.
6.	24-12-2020	ACC Skripsi	6.
7.	24-12-2020	ACC Revisi Naskah Skripsi	7.

Malang, 7 November 2020

Pembimbing Skripsi,

Suyono, M.P.
NIP. 19710622 200312 1 002

Ketua Prodi Biologi,

Dr. Evika Sandi Savitri, M.P.
NIP. 19741018 200312 2 002



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
JURUSAN BIOLOGI

Jl. Gajayana No. 50 Malang 65144 Telp./ Faks. (0341) 558933
Website: <http://biologi.uin-malang.ac.id> Email: biologi@uin-malang.ac.id

KARTU KONSULTASI AGAMA SKRIPSI

Nama : Fatin Nida Kuntari
NIM : 14620037
Program Studi : S1 Biologi
Semester : Ganjil TA 2020/2021
Pembimbing : Dr. M. Mukhlis Fahrudin, M.S.I
Judul Skripsi : Pengaruh Aplikasi Gelombang Ultrasonik dan Zat Pengatur Tumbuh Asam Giberelin (GA₃) Terhadap Perkecambahan Biji Kedawung (*Parkia timoriana* (DC.) Merr)

No.	Tanggal	Uraian Konsultasi	TTD Pembimbing
1.	26-02-2020	Konsultasi Ayat Integrasi BAB I-II	1.
2.	27-02-2020	Revisi dan ACC Ayat Integrasi BAB I-II	2.
3.	1-11-2020	Konsultasi Integrasi dan ACC Bab IV	3.
4.	2-11-2020	Revisi dan ACC Abstrak	4.
5.	24-12-2020	Revisi Integrasi BAB IV	5.
6.	24-12-2020	ACC Skripsi	6.

Malang, 7 November 2020

Pembimbing Agama Skripsi,

Dr. M. Mukhlis Fahrudin, M.S.I
NIPT. 20142011409

Ketua Prodi Biologi,



Dr. Evika Sandi Savitri, M.P
NIP. 19741018 200312 2 002



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
JURUSAN BIOLOGI

Jl. Gajayana No. 50 Malang 65144 Telp./ Faks. (0341) 558933
Website: <http://biologi.uin-malang.ac.id> Email: biologi@uin-malang.ac.id

Form Checklist Plagiasi

Nama : Fatin Nida Kuntari
NIM : 14620037
Judul : Pengaruh Aplikasi Gelombang Ultrasonik dan Zat Pengatur Tumbuh Asam Giberelin (GA₃) Terhadap Perkecambahan Biji Kedawung (*Parkia timoriana* (DC.) Merr

No	Tim Checkplagiasi	Tgl Cek	Skor Plagiasi	TTD
1	Azizatur Rahmah, M.Sc	6 Nov 2020	20%	
2	Berry Fakhry Hanifa, M.Sc			
3	Bayu Agung Prahardika, M.Si			

Mengetahui,
Ketua Jurusan Biologi

Dr. Evika Sandi Savitri M.P

