



**PENGARUH KONSENTRASI HORMON TDZ (*THIDIAZURON*)
TERHADAP PEMBENTUKAN SOMATIK EMBRIOGENESIS
GAHARU (*Gyrinops versteegii* (Gilg) Domke) MELALUI
TEKNIK *IN VITRO* DAN PEMANFAATANNYA
SEBAGAI KARYA ILMIAH POPULER**

SKRIPSI

Oleh:

Devina Deeska Febriyanti

NIM 110210103050

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI
JURUSAN PENDIDIKAN MIPA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS JEMBER**

2015



**PENGARUH KONSENTRASI HORMON TDZ (*THIDIAZURON*)
TERHADAP PEMBENTUKAN SOMATIK EMBRIOGENESIS
GAHARU (*Gyrinops versteegii* (Gilg) Domke) MELALUI
TEKNIK *IN VITRO* DAN PEMANFAATANNYA
SEBAGAI KARYA ILMIAH POPULER**

SKRIPSI

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan dan mencapai gelar sarjana (S1) pada Program Studi Pendidikan Biologi

Oleh:

Devina Deeska Febriyanti

NIM 110210103050

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI
JURUSAN PENDIDIKAN MIPA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS JEMBER**

2015

PERSEMBAHAN

Sujud syukur kepada Allah SWT yang Maha Pengasih dan Penyayang atas segala kemudahan dan limpahan rahmat yang telah diberikan kepada saya, sehingga saya mampu menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik. Saya persembahkan skripsi ini dengan segala cinta dan kasih kepada :

1. Ayahanda tercinta Sudono dan Ibunda tersayang DJ. Tavvijatin sebagai tanda bhakti, hormat, dan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya atas cinta dan kasih sayangnya beserta doa yang tidak pernah putus dan juga semangat yang luar biasa yang selalu mengiringi selama ini dalam menyelesaikan karya tulis ilmiah (Skripsi) ini, dan juga adik Dorinda Ryan J. dan masku tersayang Evi Susanto yang selalu memberikan semangat;
2. Bapak Ibu Guru tercinta dari sejak TK, SD, SMP, SMA sampai Perguruan Tinggi, terima kasih telah membimbing, memberikan ilmu, pendidikan, dan pengalaman yang sangat berarti bagi saya;
3. Sahabat-sahabatku, terima kasih sudah menemani, memberi motivasi, semangat, do'a serta pelajaran hidup selama ini;
4. Almamater Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Jember yang akan selalu menjadi kebanggaanku.

MOTTO

“Sesuatu yang baik ialah apabila anda masih punya harapan, tetapi yang buruk ialah apabila anda selalu menggantungkan diri kepada harapan”. *)

“The main purpose of life is to live rightly, think rightly, act rightly”. **)

“Setiap masalah ada jalan keluarnya, setiap konflik ada solusinya, setiap krisis mengandung peluang”. ***)

*) Muhammad Hatta

**) Mahatma Gandhi

***) Susilo Bambang Yudhoyono. 2008. *Harus Bisa*. Jakarta: Red & White Publishing

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Devina Deeska Febriyanti

NIM : 110210103050

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah berjudul “Pengaruh Konsentrasi Hormon TDZ (*Thidiazuron*) terhadap Pembentukan Somatik Embriogenesis Gaharu (*Gyrinops Versteegii* (Gilg) Domke) melalui Teknik *In Vitro* dan Pemanfaatannya sebagai Karya Ilmiah Populer” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember,

Yang menyatakan,

Devina Deeska Febriyanti

NIM 110210103050

SKRIPSI

**PENGARUH KONSENTRASI HORMON TDZ (*THIDIAZURON*)
TERHADAP PEMBENTUKAN SOMATIK EMBRIOGENESIS
GAHARU (*Gyrinops versteegii* (Gilg) Domke) MELALUI
TEKNIK *IN VITRO* DAN PEMANFAATANNYA
SEBAGAI KARYA ILMIAH POPULER**

Oleh

Devina Deeska Febriyanti

NIM. 110210103050

Pembimbing :

Dosen Pembimbing Utama : Ir. Didik Pudji Restanto, M.S., Ph.D.

Dosen Pembimbing Anggota : Drs. Wachju Subchan, M.S., Ph.D

PENGAJUAN

**PENGARUH KONSENTRASI HORMON TDZ (*THIDIAZURON*)
TERHADAP PEMBENTUKAN SOMATIK EMBRIOGENESIS
GAHARU (*Gyrinops versteegii* (Gilg) Domke) MELALUI
TEKNIK *IN VITRO* DAN PEMANFAATANNYA
SEBAGAI KARYA ILMIAH POPULER**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Pendidikan Strata Satu (S1) Program Studi Pendidikan Biologi dan mencapai gelar Sarjana Pendidikan

Oleh:

Nama Mahasiswa : Devina Deeska Febriyanti
NIM : 110210103050
Jurusan : Pendidikan MIPA
Program Studi : Pendidikan Biologi
Angkatan : 2011
Daerah Asal : Bondowoso
Tempat dan Tanggal Lahir : Bondowoso, 17 Februari 1993

Disetujui oleh:

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Anggota,

Ir. Didik Pudji Restanto, M.S. Ph.D.
NIP. 19650426 199403 1 001

Drs. Wachju Subchan, M.S., Ph.D
NIP. 19630813 199302 1 001

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Pengaruh Konsentrasi Hormon TDZ (*Thidiazuron*) terhadap Pembentukan Somatik Embriogenesis Gaharu (*Gyrinops Versteegii* (Gilg) Domke) melalui Teknik *In Vitro* dan Pemanfaatannya sebagai Karya Ilmiah Populer” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember pada:

Hari : Rabu

Tanggal : 19 Agustus 2015

Tempat : Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember

Tim Penguji:

Ketua,

Sekretaris,

Ir. Didik Pudji Restanto, M.S. Ph.D.
NIP. 19650426 199403 1 001

Drs. Wachju Subchan, M.S., Ph.D.
NIP. 19630813 199302 1 001

Anggota 1,

Anggota 2,

Dr. Ir. Imam Mudakir, M.Si.
NIP. 19640510 199002 1 001

Dra. Pujiastuti, M.Si.
NIP. 19610222 198702 2 001

Mengesahkan:

Dekan FKIP Universitas Jember,

Prof. Dr. Sunardi, M.Pd.
NIP. 195405011983031005

RINGKASAN

Pengaruh Konsentrasi Hormon TDZ (*Thidiazuron*) terhadap Pembentukan Somatik Embriogenesis Gaharu (*Gyrinops Versteegii* (Gilg) Domke) melalui Teknik *In Vitro* dan Pemanfaatannya sebagai Karya Ilmiah Populer; Devina Deeska Febriyanti; 110210103050; 2015; 90 Halaman; Program Studi Pendidikan Biologi, Jurusan Pendidikan Mipa, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember.

Gaharu (*Gyrinops versteegii* (Gilg) Domke) atau yang lebih dikenal dengan *Agarwood* merupakan salah satu hasil hutan bukan kayu (HHBK) yang memiliki nilai ekonomi yang tinggi. Hal ini dikarenakan tumbuhan ini mampu menghasilkan metabolit sekunder berupa resin atau damar aromatik yang termasuk dalam golongan Sesquiterpena. Selama ini, pembudidayaan tanaman gaharu masih menggunakan metode konvensional yakni pembibitan gaharu melalui biji. Pembibitan melalui biji tingkat keberhasilannya sangat rendah, karena biji bersifat rekalsitran. Salah satu upaya budidaya tanaman gaharu yang dapat menghasilkan sifat-sifat genetik individu anakan sama persis dengan induknya (homogen) dan menghasilkan bibit dalam jumlah banyak pada waktu yang relatif singkat adalah menggunakan kultur jaringan (*in vitro*). Keberhasilan kultur jaringan tergantung dari beberapa faktor salah satunya adalah penambahan ZPT dalam media tanam yang berfungsi untuk merangsang pertumbuhan. ZPT yang sering digunakan pada kultur jaringan gaharu adalah jenis auksin dan sitokinin yang dapat memicu terjadinya somatik embriogenesis (SE) baik secara langsung (clonation) maupun secara tidak langsung (kalus). Beberapa penelitian lebih menekankan somatik embriogenesis secara langsung dari pada somatik embriogenesis secara tidak langsung. Oleh sebab itu, perlu adanya pengkajian terhadap komposisi ZPT yang dapat menghasilkan somatik embriogenesis secara tidak langsung. ZPT TDZ merupakan salah satu ZPT yang dapat menginduksi somatik embriogenesis secara tidak langsung. Namun pengkajian tentang variasi konsentrasi TDZ untuk mengoptimalkan somatik embriogenesis secara tidak langsung tersebut masih sangat kurang khususnya untuk tanaman gaharu.

Tujuan penelitian ini adalah mengkaji pengaruh konsentrasi zat pengatur tumbuh TDZ (*Thidiazuron*) terhadap pembentukan somatik embriogenesis gaharu

(*Gyrinops versteegii* (Gilg) Domke), menentukan konsentrasi optimal zat pengatur tumbuh TDZ (*Thidiazuron*) terhadap pembentukan somatik embriogenesis gaharu (*Gyrinops versteegii* (Gilg) Domke), dan menganalisis hasil dari ” Pengaruh Konsentrasi Hormon Thidiazuron (TDZ) terhadap Pembentukan Somatik Embriogenesis gaharu (*Gyrinops versteegii* (Gilg) Domke) melalui Teknik *In Vitro* “ dapat dijadikan sebagai karya ilmiah populer. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Kultur Jaringan Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Jember. Penelitian ini dilakukan sampai terbentuknya SE yang terdiri dari tahapan pembentukan kalus dan pembentukan SE. Tahap Pertama yakni pembentukan kalus dengan satu faktor tunggal yaitu variasi konsentrasi TDZ dalam media MS yang terdiri dari 5 taraf konsentrasi, yaitu: 0 ppm; 0,5 ppm; 1,0 ppm; 1,5 ppm; dan masing-masing taraf konsentrasi terdiri dari 6 kali ulangan. Penelitian kemudian dilanjutkan dengan tahap pembentukan SE setelah eksplan disubkultur pada cawan petri dan diamati menggunakan mikroskop stereo.

Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dan data dianalisis dengan menggunakan analisis ragam (ANOVA). Apabila terdapat perbedaan yang nyata diantara perlakuan-perlakuan tersebut, maka analisis akan dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf kepercayaan 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat pengaruh pemberian ZPT TDZ terhadap pembentukan somatik embriogenesis gaharu (*Gyrinops Versteegii* (Gilg) Domke). Sedangkan konsentrasi optimal ZPT TDZ yang memberikan pertumbuhan terbaik terhadap somatik embriogenesis gaharu (*Gyrinops Versteegii* (Gilg) Domke) adalah pada konsentrasi 1ppm. Selanjutnya hasil penelitian dimanfaatkan dalam penyusunan karya ilmiah populer dengan judul “ Kultur Jaringan Gaharu Sebagai Alternatif Budidaya Gaharu Skala Industri”.

PRAKATA

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Konsentrasi Hormon TDZ (*Thidiazuron*) terhadap Pembentukan Somatik Embriogenesis Gaharu (*Gyrinops Versteegii* (Gilg) Domke) melalui Teknik *In Vitro* dan Pemanfaatannya sebagai Karya Ilmiah Populer”. Skripsi ini disusun guna untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Program Studi Pendidikan Biologi Jurusan Pendidikan MIPA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Sunardi, M.Pd., selaku Dekan FKIP Universitas Jember;
2. Dr. Dwi Wahyuni, M. Kes., selaku Ketua Jurusan MIPA FKIP Universitas Jember;
3. Prof. Dr. Suratno, M.Si. selaku ketua Program Studi Pendidikan Biologi;
4. Ir. Didik Pudji Restanto, M.S., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah meluangkan waktu, ilmu, perhatian, arahan, dan bimbingannya dalam menyelesaikan skripsi ini;
5. Drs. Wachju Subchan, M.S., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, ilmu, perhatian, dan bimbingannya dalam menyelesaikan skripsi ini;
6. Dr. Iis Nur Asyiah, S.P., M.P. selaku Dosen Penguji Utama yang telah memberikan saran dan masukan dalam menyelesaikan skripsi ini;
7. Dr. Ir. Imam Mudakir, M.Si. selaku Dosen Penguji Anggota yang telah memberikan saran dan masukan dalam menyelesaikan skripsi ini;
8. Sulifah Aprilya Hariani, S.Pd., M.Pd. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing penulis selama studi;

9. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Jember yang telah memberikan ilmu, serta membimbing selama penulis menjadi mahasiswa;
10. Ibunda DJ. Tavvijatin, Ayahanda Sudono, yang telah berjuang, berkorban, selalu memberikan cinta dan kasih sayang, semangat, motivasi, perhatian serta doa kepada ku, juga adik tersayang Dorinda Ryan J. P yang telah memberikan semangat
11. Evi Susanto selaku calon pendamping hidupku yang selalu menemani dalam suka dan duka, memberikan bantuan, doa, semangat serta motivasi agar tidak putus asa dalam menyelesaikan skripsi ini;
12. Teknisi Laboratorium Bapak Boedi Kriswanto, S.P. yang telah mengajari dan membantu selama mengerjakan penelitian di Laboratorium Kultur Jaringan;
13. Teman seperjuangan dari nol sampai akhir penelitian ini di Laboratorium Kultur Jaringan Azalia Qurrotu Aini atas bantuan dan motivasi dalam menyelesaikan skripsi ini;
14. Sahabat seperjuangan kelas X-Friends (Ivon, buket okta, Bundo meili, Mala, Heni, Liyut, Binti, mbak putri, Intun, Bontin, Mbak winda, Aji, Kenis, Mbak rifa, Mbak yuly) terima kasih atas bantuan, semangat, kerjasama, serta persahabatan selama menyelesaikan perkuliahan di Universitas Jember
15. Sahabat kosan tercinta adik Izza, Susie, Husnul, dan Titi terima kasih atas kekompakan, doa, kebersamaan, semangat, serta persahabatan selama ini;
16. Teman-teman Bionic angkatan 2011 Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Jember;
17. Serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulisan skripsi ini jauh dari sempurna sehingga penulis menerima kritik dan saran yang membangun. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, Juli 2015

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBINGAN	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
PRAKATA	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Batasan Masalah	6
1.4 Tujuan Penelitian	6
1.5 Manfaat Penelitian	7
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Taksonomi Gaharu (<i>Gyrinops versteegii</i>)	8
2.2 Morfologi	8

2.3 Fisiologi	10
2.4 Penyebaran dan Habitat	11
2.5 Pemanfaatan dan Status Gaharu	12
2.5.1 Status Tanaman	13
2.6 Kultur <i>In Vitro</i>	14
2.6.1 Teknik Kultur <i>In Vitro</i>	14
2.6.2 Manfaat Kultur <i>In Vitro</i>	15
2.6.3 Faktor yang Mempengaruhi Kultur <i>In Vitro</i>	16
2.7 Karakteristik TDZ	19
2.8 Karya Ilmiah Populer	20
2.9 Model Pengembangan R2D2	22
2.10 Hipotesis	24
BAB 3. METODE PENELITIAN	26
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	26
3.2 Variabel Penelitian	26
3.2.1 Variabel Bebas	26
3.2.2 Variabel Terikat	26
3.2.3 Variabel Kontrol	26
3.3 Definisi Operasional	26
3.4 Alat dan Bahan	27
3.4.1 Alat Penelitian	27
3.4.2 Bahan Penelitian	27
3.5 Rancangan Penelitian	27
3.6 Pelaksanaan Penelitian	28
3.6.1 Sterilisasi Alat	28

3.6.2 Pembuatan Media dan Sterilisasi Media	29
3.6.3 Penanaman Eksplan pada Media	29
3.6.4 Pemeliharaan	31
3.6.5 Desain Penelitian	31
3.7 Parameter Pengamatan	31
3.8 Analisis Data	32
3.9 Penelitian Pengembangan Karya Ilmiah Populer	33
3.10 Skema Alur Penelitian.....	37
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	38
4.1 Hasil Penelitian	38
4.1.1 Pengaruh Konsentrasi terhadap Pembentukan Somatik Embriogenesis	38
4.1.2 Konsentrasi Optimal Zat Pengatur Tumbuh TDZ terhadap Pembentukan Somatik Embriogenesis	46
4.1.3 Hasil Penelitian sebagai Karya Ilmiah Populer	46
4.2 Pembahasan	47
4.2.1 Pengaruh Konsentrasi terhadap Pembentukan Somatik Embriogenesis	47
4.2.2 Konsentrasi Optimal Zat Pengatur Tumbuh TDZ terhadap Pembentukan Somatik Embriogenesis	53
4.2.3 Karya Ilmiah Populer.....	54
BAB 5. PENUTUP	57
5.1 Kesimpulan	57
5.2 Saran	57
DAFTAR PUSTAKA	58
LAMPIRAN	64

DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
2.1	Penyebaran gaharu (<i>Gyrinops versteegii</i>)	11
2.2	Nilai jual gaharu	14
2.3	Komposisi media MS	17
3.1	Perlakuan hormon TDZ	28
3.2	Parameter pengamatan	32
4.1	Tabel rerata dan Standart Deviasi pada parameter kedinian munculnya kalus	40
4.2	Tabel F-hitung parameter kedinian munculnya kalus	40
4.3	Rata-rata kedinian munculnya kalus (HST) gaharu.....	41
4.4	Rerata dan Standart Deviasi pada parameter berat basah eksplan.....	43
4.5	Tabel F-hitung parameter berat basah eksplan	43
4.6	Rata-rata berat basah eksplan gaharu (g)	44
4.7	Hasil Uji Validasi Karya Ilmiah Populer.....	47

DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
2.1	Morfologi Tanaman Gaharu	9
2.2	Batang Gaharu Yang Mengandung Gubal	12
2.3	Perbedaan Gubal, Kemendangan, Dan Abu	13
2.4	Struktur Kimia TDZ	19
3.1	Desain Penelitian	31
3.2	Botol Kultur Jaringan Dan Eksplan Yang Ditanam	31
3.3	Skema Alur Penelitian	37
4.1	Kedinian Kalus Yang Terbentuk 31 HST Pada 1 ppm	39
4.2	Kalus Pada Semua Perlakuan 8 MST (Minggu Setelah Tanam)	42
4.3	Somatik Embriogenesis Pada 1 ppm (11 MST)	45
4.4	Grafik Konsentrasi Optimum TDZ terhadap Pembentukan Somatik Embriogenesis.....	46

DAFTAR LAMPIRAN

A.	Matriks Penelitian	64
B.	Analisa Data Penelitian	66
	B.1 Uji Anova.....	66
	B.2 Uji Duncan.....	68
C.	Data Pengamatan Kedinian Kalus dan Berat Basah Eksplan	69
D	Lembar Konsultasi Skripsi	70
	D.1 Lembar Konsultasi Skripsi Dosen Pembimbing I	70
	D.2 Lembar Konsultasi Skripsi Dosen Pembimbing II.....	71
E.	Surat Ijin Penelitian	72
F.	Foto Penelitian	73
G.	Sampel Hasil Validasi Karya Ilmiah Populer	74

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara dengan tingkat keanekaragaman jenis pohon yang tinggi (Betrianingrum, 2009). Hasil hutan berupa kayu merupakan komoditas utama yang dihasilkan dari hutan. Selain menghasilkan kayu, hutan juga menghasilkan komoditas hasil hutan bukan kayu (HHBK) (Betrianingrum, 2009). Akibatnya penebangan hutan secara liar terjadi di berbagai tempat dengan tidak memperhatikan kerugian dan kerusakan yang ditimbulkan, terutama merosotnya kualitas lingkungan. Salah satu tanaman hutan yang dieksploitasi adalah tanaman kayu gaharu (Yana, *et al.*, 2012). Menurut Sumarna (2003), kayu gaharu mengandung substansi aromatik yang termasuk dalam golongan minyak atsiri. Aromanya yang khas menjadikan gaharu sebagai bahan baku minyak wangi, parfum, kosmetika, dupa dan pengawet berbagai jenis aksesoris (Mulyono, 2010).

Gaharu (*Gyrinops versteegii* (Gilg) Domke) atau yang lebih dikenal dengan *Agarwood* merupakan salah satu HHBK yang memiliki nilai ekonomi yang tinggi (Gusmailina, 2010). Hal ini dikarenakan tumbuhan ini mampu menghasilkan metabolit sekunder berupa resin atau damar aromatik yang termasuk dalam golongan Sesquiterpena (Simanjuntak, 2011). Dalam perdagangan internasional komoditas gaharu selain dikenal dengan nama *Agarwood*, juga dikenal dengan nama lain: *Aleoswood*, Kuras, Kresno, Jinkoh, Oudh (Surata dan Widyana, 2001).

Menurut Susilo (2003), Indonesia merupakan negara produsen gaharu terbesar di dunia, volume ekspor gaharu Indonesia pada periode 1990-1998 sebanyak 165 ton dengan nilai US\$ 2.000.000 dan meningkat sebanyak 456 ton dengan nilai US\$ 2.200.000 pada periode 1999-2000. Namun pada periode 2000-2002 produksi menurun, hanya berhasil diekspor 30 ton dengan nilai US\$ 600.000. Hal ini disebabkan karena gaharu sulit didapat (Susilo, 2003). Bahkan

sejak tahun 2004 tidak tercatat adanya data ekspor gaharu dari Indonesia (Sumarna, 2012). Pada tahun 2005 Departemen Kehutanan memberikan kuota ekspor hanya sebesar 125 ton gubal gaharu (Betrianingrum, 2009). Hal ini bertujuan untuk meningkatkan kesadaran masyarakat membudidayakan tanaman penghasil gaharu, sehingga menyebabkan produksi gaharu akan meningkat kembali. Hal ini terbukti pada tahun 2013 kuota ekspor gaharu meningkat kembali yaitu 758 ton ke Timur Tengah dan Cina (Kompas, 2014).

Penurunan ekspor gaharu 20 tahun terakhir disebabkan semakin berkurangnya populasi jenis pohon gaharu, khususnya jenis *Aquilaria spp.* dan *Gyrinops sp.* di hutan alam (Millang, 2009). Jenis *Aquilaria malaccensis* dan *Gyrinops versteegii* merupakan jenis gaharu berkualitas terbaik yang terdapat di hutan Sumatra dan Kalimantan. Jenis ini sudah sangat sulit ditemukan di Sumatra dan Kalimantan tempat penyebaran alaminya, karena semakin meningkatnya eksploitasi hutan alam dan semakin gencarnya penebangan pohon gaharu (Ditjen PHPA, 1995 dalam Umboh dkk, 1998). Kepunahan tanaman gaharu selain disebabkan oleh eksploitasi yang terus menerus juga belum tersedianya teknologi budidaya yang efisien. Teknologi ini sulit dikembangkan karena ketersediaan bibit yang terbatas. Selain itu, diperlukan juga teknologi inokulasi fungi untuk mendapatkan kualitas gubal gaharu yang baik (Winarsih, 2011). Dalam konferensi para anggota CITES (*Convention on International in Trade Endangered Species of Fauna and Flora*) pada tahun 2005 jenis *Gyrinops versteegii* juga telah masuk dalam Appendix II CITES (Kompas, 2014). Menindaklanjuti hal tersebut, Departemen Kehutanan melalui Balai Konservasi Sumber Daya Alam (BKSDA) membatasi penjualan gaharu alam bukan budidaya di dalam maupun luar negeri (Susanto, 2010).

Menurut Mulyono (2010) menyatakan upaya menghindari tumbuhan jenis gaharu di alam tidak punah dan pemanfaatannya dapat lestari maka perlu adanya pembudidayaan. Pembudidayaan dapat menggunakan cara generatif maupun vegetatif (Sumarna, 2012). perkembangbiakan gaharu secara generatif sangatlah kurang untuk memenuhi kebutuhan akan bibit gaharu di Indonesia. Pada budidaya generatif tingkat keberhasilan perkecambahan bijinya sangat rendah dan

memerlukan waktu yang lama karena biji tanaman gaharu ini bersifat rekalsitran. Rekalsitran adalah cepat kehilangan daya tumbuh, sehingga mengakibatkan budidaya secara vegetatif dapat menjadi *problem solving* agar cepat diperoleh anakan yang banyak dalam waktu yang relatif singkat (Sumarna, 2012). Perbanyak klonal secara vegetatif dapat dilakukan dengan cara cangkok, stek, maupun dengan teknik kultur jaringan (Sumarna, 2012). Teknik kultur jaringan adalah cara memproduksi tanaman secara cepat dengan menumbuhkan sel, jaringan, atau organ tanaman dalam media steril yang mengandung unsur hara dan hormon pada ruangan yang diatur pada kondisi tertentu secara *in vitro* (Zulkarnain, 2009). Keuntungan yang didapat dari perbanyak dengan menggunakan teknik kultur jaringan adalah menghasilkan jumlah bibit yang banyak dalam waktu relatif singkat. Selain itu, bibit yang dihasilkan dari teknik kultur jaringan identik dengan induk yang digunakan sebagai eksplan (Prakoeswa, 2009). Teknik kultur jaringan memberikan alternatif terhadap usaha perbanyak tanaman secara vegetatif dalam skala yang lebih besar dalam upaya konservasi dan pengembangan tanaman gaharu.

Menurut Mariska dan Sukmadjaja (2003), faktor perbanyak dengan teknik kultur jaringan jauh lebih tinggi dari cara konvensional. Selain itu, teknologi ini juga lebih menjamin keseragaman, bebas penyakit, dan biaya pengangkutan yang lebih murah. Ada beberapa kelebihan yang diperoleh dari perbanyak tanaman dengan teknik kultur jaringan diantaranya adalah dapat menghasilkan tanaman yang homogen, berkualitas tinggi, jumlah yang tidak terbatas, bebas hama dan penyakit, menghasilkan klon yang lebih unggul, dapat diperbanyak dalam waktu yang relatif singkat, tidak dibatasi oleh waktu, tetapi membutuhkan keahlian khusus (Yusnita, 2003).

Keberhasilan kultur jaringan melalui penggandaan tunas, organogenesis maupun embriogenesis somatik tergantung dari beberapa faktor, meliputi faktor eksternal dan faktor internal. Salah satu faktor eksternal yang mempengaruhi proses pertumbuhan adalah zat pengatur tumbuh. Menurut Isnaini (2005) salah satu jenis zat pengatur tumbuh yang banyak digunakan dalam penelitian adalah IAA, BAP, dan *Thidiazuron*. Pada penelitian ini menggunakan *Thidiazuron*

(TDZ) dengan alasan TDZ merupakan jenis sitokinin yang terbaik dibandingkan dengan sitokinin lainnya (Lu, 1993). TDZ lebih berfungsi untuk pembentukan tunas dan morfogenesis (Swandra, 2012).

Pada saat ini, sudah banyak dikembangkan pembudidayaan tanaman gaharu menggunakan metode kultur jaringan dengan berbagai macam variasi konsentrasi zat pengatur tumbuh (ZPT) pada media kultur jaringan. ZPT yang sering digunakan pada kultur jaringan adalah jenis auksin dan sitokinin. Komposisi ZPT didalam media kultur jaringan memberi peranan penting dalam organogenesis baik secara langsung (*direct organogenesis*) maupun secara tidak langsung (*indirect organogenesis*). Penggunaan TDZ sudah pernah dilakukan oleh beberapa peneliti seperti yang dilakukan oleh Windujati (2011) pada tanaman gaharu (*Aquilaria malaccensis* Lamk) dengan bagian tanaman yang digunakan adalah daun. Peneliti menggunakan kombinasi antara *Benzil Amino Purine* (BAP) (0; 1; 2 ppm) dan TDZ (0; 0,05; 0,1; 0,5 ppm) dengan media Murashige Skoog (MS) telah berhasil menginduksi kalus. Penelitian yang dilakukan Azwin, Iskandar Z. Siregar dan Supriyanto (2006) perlakuan dengan zat pengatur tumbuh BAP 0,5 ppm atau TDZ 0,25 ppm merupakan konsentrasi yang optimum dan terbaik dalam menghasilkan jumlah tunas, panjang tunas dan jumlah daun planlet gaharu.

Penelitian mengenai pengaruh hormon TDZ di Indonesia belum banyak diteliti, terutama untuk pembentukan somatik embriogenesis. Penelitian kali ini merujuk pada penelitian yang telah dilakukan oleh Azwin (2006) dengan variabel terikat yang diamati yaitu jumlah tunas, panjang tunas dan jumlah daun planlet gaharu, sedangkan pada penelitian ini yang diamati yaitu terbentuknya somatik embriogenesis (SE). Somatik embriogenesis adalah suatu proses perkembangan sel-sel somatik melalui tahap-tahap embriogenik menghasilkan tanaman utuh tanpa terjadinya fusi gamet (Wahono, 2013). Variabel terikat yang diamati pada penelitian ini yaitu kedinian munculnya kalus, jumlah SE, berat SE dan jumlah eksplan yang terbentuk dari SE dengan alasannya, karena di dalam kalus terdapat embrio yang terbentuk. Setiap SE yang terbentuk terdapat perbedaan jumlah dan berat dalam setiap kalus.

Usaha yang dapat dilakukan untuk mengatasi punahnya tanaman gaharu salah satunya dengan melakukan penelitian alternatif budidaya gaharu menggunakan kultur jaringan yang membuktikan bahwa dengan teknik kultur jaringan dapat dimanfaatkan sebagai teknik budidaya gaharu melalui teknik *in vitro*. Hasil dari penelitian tersebut dapat diinformasikan kepada masyarakat umum melalui penyusunan karya ilmiah populer. Karya ilmiah populer merupakan suatu karya ilmiah yang ditulis menggunakan bahasa yang mudah untuk dipahami bagi masyarakat, sehingga menarik untuk dibaca (Niwanggalih, 2014). Karya ilmiah populer dapat memuat informasi tentang berbagai macam pengetahuan, misalnya tentang budidaya gaharu dengan teknik *in vitro*. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu pedoman yang dapat memberikan informasi serta mengarahkan cara alternatif budidaya gaharu dengan benar.

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka dilakukan penelitian dengan judul “Pengaruh Konsentrasi Hormon *Thidiazuron* (TDZ) terhadap Pembentukan Somatik Embriogenesis Gaharu (*Gyrinops versteegii*) melalui Teknik *In Vitro* dan Pemanfaatannya sebagai Karya Ilmiah Populer” yang dapat menjadi informasi tambahan di bidang pertanian bagi masyarakat umum.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, maka dapat dirumuskan suatu permasalahan sebagai berikut.

- a. Adakah pengaruh konsentrasi zat pengatur tumbuh TDZ (*Thidiazuron*) terhadap pembentukan somatik embriogenesis gaharu (*Gyrinops versteegii* (Gilg) Domke)?
- b. Berapakah konsentrasi optimal zat pengatur tumbuh TDZ (*Thidiazuron*) terhadap pembentukan somatik embriogenesis gaharu (*Gyrinops versteegii* (Gilg) Domke)?
- c. Apakah hasil dari penelitian ” Pengaruh Konsentrasi Hormon *Thidiazuron* (TDZ) terhadap Pembentukan Somatik Embriogenesis Gaharu (*Gyrinops versteegii*) melalui Teknik *In Vitro* “ dapat dijadikan sebagai karya ilmiah populer?

1.3 Batasan Masalah

Untuk mempermudah pembahasan dan mengurangi kerancuan dalam menafsirkan masalah yang terkandung didalam penelitian ini, maka permasalahan yang dibahas dibatasi sebagai berikut.

- a. Jenis tumbuhan penghasil gaharu yang digunakan pada penelitian ini dari famili *Gyrinops* yaitu jenis *Gyrinops versteegii*;
- b. Tanaman bibit Gaharu yang digunakan dalam penelitian ini adalah bibit gaharu yang berumur 1-2 tahun;
- c. Eksplan yang digunakan berasal dari daun gaharu yang telah di sterilisasi;
- d. Media dasar yang digunakan dalam penelitian ini adalah media MS (*Murashige and Skoog*);
- e. Pengamatan dilakukan sampai terbentuknya somatik embriogenesis pada eksplan sekitar 2-3 bulan setelah tanam;
- f. Pertumbuhan yang dihitung pada penelitian ini meliputi kedininian munculnya kalus, jumlah somatik embriogenesis, berat somatik embriogenesis, jumlah eksplan yang terbentuk dari somatik embriogenesis;
- g. Konsentrasi zat pengatur tumbuh TDZ (*Thidiazuron*) menggunakan 4 taraf perlakuan, antara lain: 0 ppm; 0,5 ppm; 1 ppm; dan 1,5 ppm;

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang akan diteliti, maka tujuan yang akan dicapai adalah sebagai berikut.

- a. Mengkaji pengaruh konsentrasi zat pengatur tumbuh TDZ (*Thidiazuron*) terhadap pembentukan somatik embriogenesis gaharu (*Gyrinops versteegii* (Gilg) Domke).
- b. Menentukan konsentrasi optimal zat pengatur tumbuh TDZ (*Thidiazuron*) terhadap pembentukan somatik embriogenesis gaharu (*Gyrinops versteegii* (Gilg) Domke).

- c. Menganalisis hasil dari ” Pengaruh Konsentrasi Hormon *Thidiazuron* (TDZ) terhadap Pembentukan Somatik Embriogenesis Gaharu (*Gyrinops versteegii*) melalui Teknik *In Vitro* “ dapat dijadikan sebagai karya ilmiah populer.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini, yaitu sebagai berikut.

- a. Manfaat bagi peneliti
Menambah pengetahuan, khususnya dalam bidang ilmu bioteknologi kultur jaringan mengenai pengaruh pemberian zat pengatur tubuh TDZ terhadap pembentukan somatik embriogenesis sebagai alternatif budidaya gaharu
- b. Manfaat bagi peneliti lain
Hasil dari penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan perbandingan dan acuan untuk penelitian sejenisnya
- c. Manfaat bagi lembaga
Dapat dijadikan sebagai sarana untuk memperbanyak koleksi tanaman gaharu (*Gyrinops versteegii* (Gilg) Domke) yang seragam dalam waktu yang relatif singkat
- d. Manfaat bagi masyarakat
Menambah informasi yang disajikan dalam bentuk buku non teks tentang kultur jaringan tanaman gaharu (*Gyrinops versteegii* (Gilg) Domke) sebagai salah satu alternatif budidaya gaharu
- e. Manfaat bagi proses belajar mengajar
Sebagai acuan dalam ilmu pengetahuan bioteknologi dan ilmu budi tanaman yang disajikan dalam bentuk karya ilmiah populer.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Taksonomi Gaharu (*Gyrinops versteegii*)

Saat ini ada sekitar 27 jenis tumbuhan penghasil Gaharu. Umumnya tanaman tersebut berasal dari family *Thymeleaceae* serta genus *Aquilaria*, *Aetoxylon*, *Gonytilus*, *Gyrinops*, *Wikstroemia*, *Enkleia*, *Dalbergia*, dan *Excoccaria*. Tanaman-tanaman tersebut mampu menghasilkan resin beraroma khas gaharu yang merupakan hasil metabolisme sekunder. Namun, hanya ada tiga spesies yang menghasilkan gubal berkualitas tinggi yaitu *Aquilaria malaccensis*, *Aquilaria microcarpa*, dan *Gyrinops versteegii*.

Menurut Gilg (dalam Betrianingrum, 2009), taksonomi Gaharu adalah sebagai berikut.

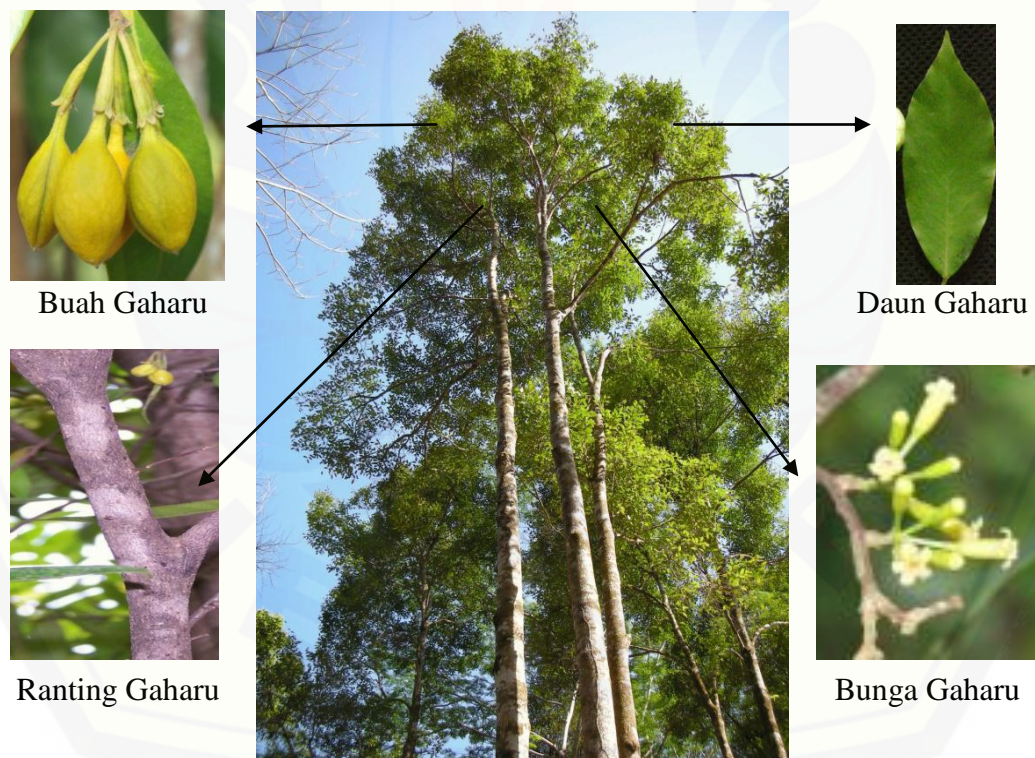
Kingdom : Plantae
Divisi : Spermatophyta
Sub Divisi : Angiospermae
Class : Dicotyledone
Sub Class : Magnoliopsida
Famili : Thymelaeaceae
Genus : Gyrinops
Spesies : Gyrinops versteegii

2.2 Morfologi

Jenis tumbuhan penghasil Gaharu dari famili Thymelaeaceae termasuk genus *Aquilaria* dan *Gyrinops* memiliki ciri morfologi yang relatif sama (Setyaningrum dan Saparinto, 2014). Tumbuhan ini memiliki habitus berupa pohon. Tumbuhan ini termasuk biseksual. Susunan bunga di tangkai atau subterminal lebih sering berupa susunan axillary dan kadang-kadang berupa susunan brachyblasts, sessile atau pedunculate, yang pada dasarnya racemose. Bunga pada umumnya actinomorphic, biseksual atau uniseksual dan kebanyakan

dioecious, bracteate (daun kecil pada bunga yang membentuk suatu involucre atau ebracteate, sessile atau pedicellate). Kelopak bunga berbentuk pipa, campanulate, atau infundibulum. Pada umumnya mahkota bunga tersusun 4, 5 atau 6 kebanyakan berbentuk caducous, namun kadang-kadang circumsissile atau gigih, atau juga berbentuk seperti cuping yang menutupi. Benang sari berjumlah 2 atau lebih dan pada umumnya sebanding dengan jumlah kelopak (Betrianingrum, 2009).

Buah berwarna kuning kemerahan dengan bentuk lonjong (Setyaningrum dan Saparinto, 2014). Benih dengan atau tanpa endosperm, embrio lurus atau langsung. Memiliki serat yang sangat kuat sehingga sangat baik sebagai pelapis kertas dengan kualitas terbaik (Betrianingrum, 2009). Daun lonjong memanjang, hijau tua, tepi daun merata, ujung meruncing, panjang sekitar 8 cm, lebar daun 5 – 6 cm (Sumarna, 2012).



Gambar 2.1 Morfologi *Gyrinops versteegii* (Sumber: Sitepu *et al.*, 2011)

Batang berwarna abu kecoklatan, banyak cabang, tinggi pohon dapat mencapai 30 m dan berdiameter 50 cm (Sumarna, 2012). Gaharu jenis *Gyrinops*

memiliki kayu berwarna kuning muda dan kulitnya tersisip seperti garis-garis pendek berwarna putih, lingkaran tumbuh kurang jelas serta kayu gubal dan teras sulit dibedakan (Dassanayake and Fosberg dalam Subasinghe and Hettiarachci, 2013). Biasanya kayu teras berwarna lebih gelap. Meskipun belum terinfeksi jamur, kayu jenis ini biasanya sudah memiliki bau yang khas (Asdar, 2010: 8).

Secara anatomi kayu dari tumbuhan penghasil gaharu memiliki ciri-ciri yaitu : 1) serat terletak secara radial dan cenderung tersusun atas 2 baris; 2) ceruk antar pembuluh berukuran kecil 4-7 mikron serta lebar jari-jari umumnya 1 seri. *Gyrinops versteegii* memiliki pembuluh berdiameter agak kecil, rata-rata kurang dari 100 mikron dengan frekuensi lebih dari 10 per mm². Spesies ini juga memiliki pembuluh ganda radial 2-6 sel (Mandang dan Wiyono, dalam Mandang et al., 2012: 7).

Jari-jari *Gyrinops versteegii* bertipe heteroseluler yaitu terdiri atas sel tegak dan sel baring dengan tinggi dapat mencapai 465 mikron, rata-rata 212 ± 117 mikron. Parenkim aksial bertipe paratrakea jarang atau berasosiasi dengan kulit tersisip dan ada parenkim fusiform. Tidak memiliki saluran interseluler. Serat tumbuhan ini termasuk bergolongan sangat tipis dan panjangnya lebih kecil dari 900 mikron. Jari-jari uniserat dengan frekuensi 4-14 per milimeter (Asdar, 2010: 8).

2.3 Fisiologi

Ada beberapa sifat biofisiologis pohon penghasil gaharu yang penting untuk diketahui. Sifat fisiologi pohon penghasil Gaharu pada pertumbuhan awal (vegetatif) tidak tahan terhadap intensitas cahaya langsung (semitoleran) dan sifat ini berlangsung hingga pohon berumur 2 – 3 tahun. Faktor lain yaitu faktor fenologis pembungaan selain dipengaruhi oleh iklim dan cuaca juga dipengaruhi oleh kondisi edafis tempat tumbuh. Buah atau benih yang dihasilkan bersifat rekalsitran yaitu badan buah pecah dan kehilangan daya tumbuh. Sifat benih yang lain yaitu memiliki massa dormansi yang sangat rendah, jadi benih-benih yang jatuh di bawah tajuk pohon induk setelah 3- 4 bulan akan tumbuh. Setelah 6 – 8 bulan akan menghasilkan anakan semai yang tinggi sehingga nantinya akan terjadi

persaingan. Hal ini akan mengakibatkan populasi anakan semai akan menurun hingga 60 – 70 % (Sumarna, 2012).

2.4 Penyebaran dan Habitat

Di Indonesia penyebaran gaharu antara lain terdapat di kawasan hutan Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, Maluku, Papua, Nusa Tenggara dan Jawa. Secara ekologis Gaharu tumbuh pada ketinggian 0-2400 m dpl. Tumbuhan akan menghasilkan Gaharu dengan kualitas sangat baik pada daerah beriklim panas dengan suhu 28 oC-34 oC, kelembapan 60%-80% dengan curah hujan 1000-2000 mm/tahun (Sumarna, 2007). Tumbuhan penghasil Gaharu dapat tumbuh dengan kondisi tanah dengan struktur dan tekstur yang subur, sedang, maupun ekstrem. Tumbuhan ini juga dapat dijumpai pada kawasan hutan rawa, gambut, hutan dataran rendah, atau hutan pegunungan dengan tekstur tanah berpasir (Betrianingrum, 2009).

Tabel 2.1 Potensi jenis dan dugaan sebaran tumbuh pohon penghasil gaharu di Indonesia (Sumarna, 2012)

No	Nama Botanis	Famili	Daerah Penyebaran
1.	<i>Aquilaria malacensis</i>	Thymeleaceae	Sumatera, Kalimantan
2.	<i>A. hirta</i>	Thymeleaceae	Sumatera, Kalimantan
3.	<i>A. fillaria</i>	Thymeleaceae	Nusa Tenggara, Maluku, Papua Barat
4.	<i>A. microcarpa</i>	Thymeleaceae	Sumatera, Kalimantan
5.	<i>A. agaloccha</i>	Thymeleaceae	Sumatera, Jawa, Kalimantan
6.	<i>A. beccariana</i>	Thymeleaceae	Sumatera, Kalimantan
7.	<i>A. secundana</i>	Thymeleaceae	Maluku, Papua Barat
8.	<i>A. moszkowskii</i>	Thymeleaceae	Sumatera
9.	<i>A. tomentosa</i>	Thymeleaceae	Irian Jaya
10.	<i>Aetoxylon sympetalum</i>	Thymeleaceae	Kalimantan, Maluku, Papua Barat.
11.	<i>Enkleia malacensis</i>	Thymeleaceae	Papua Barat, Maluku
12.	<i>Wikstroemia poliantha</i>	Thymeleaceae	Nusa Tenggara, Papua Barat.

2.5 Pemanfaatan dan Status Gaharu

Gaharu banyak digunakan sebagai *dupa* terutama di negara-negara Timur Tengah (Setyaningrum dan Saparinto, 2014:8). Minyak Gaharu merupakan bahan baku yang memiliki nilai ekonomi tinggi karena dapat digunakan sebagai bahan baku parfum, sabun, lotions, pembersih muka serta obat-obatan seperti hepatitis, liver, antialergi, obat batuk, sakit perut, reumatik, malaria, asma dan TBC (Setyaningrum dan Saparinto, 2014:10). Gaharu merupakan resin yang memiliki komponen utama yaitu Furanoid Sesquiterpena, Chrome, Sesquiterpenoida, Eudesmana dan Velencana. Kandungan tersebut menyebabkan Gaharu memberikan aroma yang harum dan khas (Gusmalina, 2010). Golongan Sesquiterpena memiliki struktur sangat spesifik yang terdiri atas 15 atom C dan mempunyai terdiri dari 3 satuan Isoprena (Simanjuntak, 2011: 2) dan hingga saat ini masih belum ada produksi sintesis gubal gaharu (Betrianingrum, 2009).

Di Indonesia terutama di Papua, Gaharu sudah digunakan oleh masyarakat setempat untuk pengobatan tradisional. Bagian tanaman yang digunakan yaitu daun, kulit batang serta akar yang biasanya digunakan untuk penyakit malaria. Selain itu, air limbah sisa penyulingan minyak Gaharu dimanfaatkan untuk perawatan wajah serta menghaluskan kulit. Minimnya pengetahuan para pemburu Gaharu tentang pohon Gaharu yang mampu menghasilkan gubal Gaharu berkualitas tinggi menyebabkan penebangan pohon dilakukan secara sembarangan serta tanpa diikuti upaya penanaman kembali. Akibatnya, populasi pohon penghasil Gaharu semakin menurun (Gusmailina, 2010).

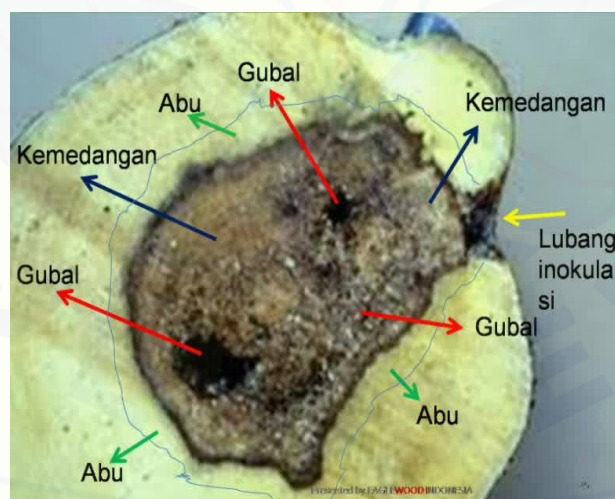


Gambar 2.2 Penampang Melintang Batang yang sudah mengandung Gubal (Sumber, Sitepu *et al.*, 2011)

2.5.1 Status tanaman

Gyrinops adalah genus dari famili Thymelaeaceae yang dikenal sebagai penghasil gaharu yang tumbuh dan tersebar di Indonesia. Nilai ekonomis yang tinggi menyebabkan eksploitasi tumbuhan ini semakin tak terkendali serta sangat mengancam kelestarian tumbuhan ini. Oleh karena itu, sebagai perlindungan telah dilakukan dengan memasukkan jenis penghasil gaharu *A. malaccensis* ke dalam daftar Appendix II CITES (*Convention on the International Trade in Endangered Species of Wild Flora and Fauna*) pada bulan November 1994. Selanjutnya, pada oktober 2004 menyusul *Gyrinops* spp. dimasukkan kedalam daftar tersebut (Betrianingrum, 2009).

Nilai ekonomis gaharu tergantung dari kualitas gubal gaharu. Berdasarkan SNI 01-5009.1-1999, gubal gaharu adalah kayu yang asli berasal dari pohon penghasil gaharu, dengan aroma yang kuat, berwarna hitam atau hitam berselang seling dengan coklat (Sitepu *et al.*, 2011). Pada sisi lain, kemedangan adalah kayu yang secara langsung dari pohon atau bagian dari pohon penghasil gaharu yang mempunyai damar wangi dengan aroma yang lembut dan berwarna keabu-abuan hingga coklat, seratnya kasar dan kayunya halus. Abu gaharu yaitu bubuk kayu yang merupakan sisa-sisa pemisahan dari kayu gaharu (Sitepu *et al.*, 2011).



Gambar 2.3 Penampang Melintang batang dengan perbedaan bentuk Gubal, Kemedangan dan Abu (Sumber: Sumarna, 2012).

Nilai jual Gaharu berdasarkan *Forestry Research and Development of Kalimantan* (dalam Sitepu *et al.*, 2011) adalah sebagai berikut.

Tabel 2.2 Nilai Jual Gaharu berdasarkan kualitas Gubal

No	Quality classes	Harga (Rp/ Kg)
1	Super king	30.000.000
	Super	20.000.000
	Super AB	15.000.000
2	Tanggung	10.000.000
3	Kacangan A	7.500.000
	Kacangan B	5.000.000
	Kacangan C	2.500.000
4	Teri A	1.000.000
	Teri B	750.000
	Teri C	500.000
	Teri kulit A	300.000
	Teri kulit B	250.000
5	Kemedangan A	100.000
	Kemedangan B	75.000
	Kemedangan C	50.000
6	Suloan	25.000

Sumber : Forestry Research and Development of Kalimantan (dalam Sitepu *et al.*, 2011)

2.6 Kultur *In Vitro*

2.6.1 Teknik kultur *in vitro*

Kultur *in vitro* merupakan suatu metode untuk mengisolasi (mengambil) bagian tanaman seperti protoplasma, sel, sekelompok sel, jaringan dan organ, dan menumbuhkannya secara aseptis (bebas kontaminasi) menjadi tanaman yang utuh (plantet) (Gamborg 1982; Nugroho dan Sugito 2002). Teknik kultur *in vitro* sering disebut teknik kultur jaringan. Sandra dan Karyaningsih (2000) menambahkan bahwa dasar pengembangan kultur *in vitro* berdasarkan teori yang dikemukakan oleh Schleiden dan Schwann yaitu sel tumbuhan yang mempunyai kemampuan otonom *totipotensi*, yang merupakan potensi suatu sel untuk dapat tumbuh

menjadi tanaman lengkap dan dewasa karena tiap sel mengandung rangkaian gen yang lengkap.

Gunawan (1995) menyatakan bahwa teknik kultur *in vitro* memiliki beberapa tahapan yaitu: persiapan media, isolasi bahan tanaman (eksplan), sterilisasi eksplan, inokulasi, pertumbuhan, aklimatisasi dan usaha memindahkan tanaman hasil kultur lapangan. Teknologi ini menuntut syarat tertentu yang harus dipenuhi dalam pelaksanaannya.

Gunawan (1995) menyatakan, suatu metode regenerasi belum tentu dapat diterapkan pada semua jenis tanaman terutama jenis-jenis tanaman tropika. Oleh karena itu langkah pertama yang perlu dilakukan adalah percobaan regenerasi tanaman. Untuk memperoleh hasil perlu dilakukan percobaan regenerasi tanaman. Untuk memperoleh hasil perlu dilakukan percobaan pendahuluan. Percobaan pendahuluan menjadi latar belakang pendekatan yang sistematis terhadap permasalahan yang timbul.

2.6.2 Manfaat kultur *in vitro*

Kegunaan utama dari kultur *in vitro* adalah untuk mendapatkan tanaman dalam jumlah banyak, dalam waktu yang relatif singkat, serta mempunyai sifat fisiologi dan morfologi yang sama dengan induknya. Teknik tersebut juga mampu menghasilkan tanaman baru yang bersifat unggul (Hendaryono & Wijayani 1994).

Budiatmoko (1998), juga menyatakan bahwa kelebihan penggunaan teknik kultur *in vitro* untuk pembudidayaan tanaman yaitu: (1) membantu usaha pemuliaan pohon, (2) menghasilkan tanaman bebas penyakit, (3) tidak tergantung iklim dan musim serta tidak membutuhkan lahan yang luas karena dilakukan di laboratorium, (4) mempunyai tingkat laju perbanyakan yang tinggi dalam waktu yang singkat, (5) menghemat bahan baku karena hanya bagian kecil tanaman yang digunakan dan (6) merupakan sarana untuk mendapatkan produk sekunder tanaman (misalnya metabolit sekunder) dengan cepat dalam jumlah yang cukup besar.

Keuntungan menggunakan teknik kultur jaringan dibanding dengan perbanyakan secara konvensional antara lain : (1) menghasilkan tanaman baru

dalam jumlah banyak dan dalam waktu relative cepat; (2) menghemat waktu dan menghemat lahan pertanian; (3) membentuk tanaman yang terbebas dari penyakit dan virus; (4) tidak tergantung cuaca, musim dan iklim; (5) memudahkan distribusi hasil dari kultur jaringan; (6) memperbanyak tanaman yang sulit diperbanyak secara generatif maupun vegetatif; (7) pelestarian plasma nutfah (Prakoeswa. 2009 : 4). Sedangkan masalah-masalah yang sering terjadi dalam kultur jaringan antara lain : (1) kontaminasi; (2) pencoklatan; (3) vitrifikasi; (4) pertumbuhan dan perkembangan; (5) lingkungan mikro (Yuliarti,2010).

2.6.3 Faktor-faktor yang mempengaruhi kultur *in vitro*

Ada beberapa faktor yang berpengaruh terhadap keberhasilan teknik kultur *in- vitro* antara lain: eksplan, media kultur jaringan, zat pengatur tumbuh yang digunakan dan lingkungan tumbuh.

a. Eksplan

Eksplan merupakan potongan yang diisolasi dari tanaman yang dipergunakan untuk inisiasi suatu kultur *in vitro*. Eksplan yang baik memiliki syarat daya regenerasi yang tinggi, lebih baik merupakan bahan tanaman yang tertutup seperti pucuk dan meristem, sehat dan tidak mengandung bibit penyakit (Sandra & Karyaningsih 2000). Menurut Gamborg dan Shyluk (1981) hampir semua bagian jaringan tanaman dapat dijadikan sebagai eksplan. Organ yang biasa digunakan sebagai eksplan antara lain tunas pucuk, tunas aksilar, akar, mata tunas, daun dan embrio. Tingkat keberhasilan dari jenis organ yang digunakan tidak akan sama untuk setiap jenis tanaman.

b. Media kultur *in vitro*

Gunawan (1995) mengatakan faktor penentu di dalam media tumbuh adalah komposisi garam anorganik, zat pengatur tumbuh dan bentuk fisik media. Komposisi garam anorganik telah dikembangkan oleh beberapa ahli. Ada yang tinggi konsentrasinya garamnya, ada yang sedang dan ada yang rendah. Komposisi media tersebut pada umumnya diberi nama sesuai dengan nama penemunya, antara lain: medium dasar Murashige dan Skoog (MS), medium dasar Knop, medium dasar Nitsch dan Nitsch, medium dasar B5 atau Gamborg, medium

dasar White, medium dasar *Vacin Went* (VW), medium dasar N6, medium dasar Heller, medium dasar *Woody Plant Medium* (WPM), medium dasar Knudson C, medium dasar Schenk dan Hildebrant, medium dasar Gresshof dan Day dan medium dasar Anderson.

Komposisi garam dalam medium dasar *Murashige dan Skoog* (MS) merupakan media yang paling umum digunakan khususnya untuk morfogenesis, kultur meristem, dan regenerasi tanaman (Gamborg dan Shyluk 1981). Medium ini digunakan untuk hampir semua macam tanaman. Media ini punya konsentrasi garam-garam mineral yang tinggi dan senyawa N dalam bentuk NO_3^- dan NH_4^+ . Medium dasar *Woody Plant Medium* (WPM) dan Anderson digunakan untuk menanam tanaman dari eksplan yang keras, umumnya digunakan untuk tanaman berkayu (Hendaryono dan Wijayani, 1994).

Tabel 2.3 Komposisi Media Dasar *Murashige and Skoog* (MS 1962)

(Sumber: Yuliarti,2010)

Stok	Penyusun	Konsentrasi mg/L (dalam media 1 L)	Pengambilan mL / L (pembuatan media 1 L)	Penimbangan g/L (pembuatan stok 1 L)
A	NH_4NO_3	1650	20	82,5
B	KNO_3	1900	20	95
C	$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	440	10	44
D	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	370	10	37
	KH_2PO_4	170		17
E	$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	27850 $\mu\text{g/L}$	5	5,57
	Na_2EDTA	37250 $\mu\text{g/L}$		7,45
F	$\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	22300 $\mu\text{g/L}$	5	4,46
	$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	8600 $\mu\text{g/L}$		1,72
	H_3BO_3	6200 $\mu\text{g/L}$		1,24

	KI	830 µg/L		0,016
	NaMoO ₄ . 2H ₂ O	250 µg/L		0,05
	CuCl ₂ . 6H ₂ O	25 µg/L		0,005
	CuSO ₄ . 5H ₂ O	25 µg/L		0,005
Vitamin	Thiamine HCl	100 µg/L		0,1
	Nicotinic acid	500 µg/L	1	0,5
	Pyridoxine HCl	500 µg/L		0,5
	Mio-inositol	100	10	10

c. Zat Pengatur Tumbuh (ZPT)

Zat pengatur tumbuh tanaman mencakup zat-zat endogen maupun zat-zat eksogen (sintetik) yang dapat mengubah pertumbuhan tanaman. Zat pengatur tumbuh tanaman yang dihasilkan oleh tanaman (zat endogen) disebut fitohormon, sedangkan yang sintetik disebut zat pengatur tumbuh (Wattimena, 1988). Faktor yang perlu mendapat perhatian dalam penggunaan zat pengatur tumbuh antara lain jenis zat pengatur tumbuh yang akan digunakan, konsentrasi, urutan penggunaan dan periode masa induksi dalam kultur tertentu (Gunawan, 1995). Pertumbuhan dan morfologis tanaman secara *in vitro* juga dikendalikan oleh keseimbangan dan interaksi dari zat pengatur tumbuh yang berada dalam eksplan (fitohormon).

Zat pengatur tumbuh adalah senyawa organik yang biasanya dibutuhkan dalam jumlah yang sedikit dan dapat merangsang, menghambat atau mengubah pertumbuhan dan perkembangan tanaman. ZPT ini mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan morfogenesis dalam kultur sel, jaringan dan organ (Gunawan, 1987).

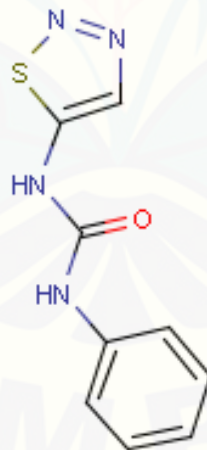
d. Faktor Lingkungan

Faktor-faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap perkembangan kultur *in vitro* antara lain derajat keasaman (pH), kelembaban, cahaya dan temperatur (Gunawan 1995). Faktor lingkungan tersebut berpengaruh terhadap proses pertumbuhan dan differensiasi.

Kelembaban relatif (RH) lingkungan yang dibutuhkan biasanya mendekati 100%. RH di sekitar kultur akan mempengaruhi pola perkembangan (Gunawan, 1995). Bila kelembaban ruangan rendah, penguapan air dari media kultur akan terlalu besar. Dalam hal ini kelembaban perlu dinaikkan. Sebaliknya apabila kelembaban udara kultur tinggi, akan menyebabkan pertumbuhan mikroba di luar wadah kultur (Wetherell, 1982).

2.7 Karakteristik TDZ

TDZ merupakan zat pengatur tumbuh yang masuk dalam katagori (sitokinin), dengan tujuan pemakaian untuk memacu pertumbuhan tunas dan kalus. TDZ adalah senyawa kimia dengan ikatan kompleks (Wattimena, 1998). TDZ merupakan sitokinin sintesis turunan dari phenylurea (Isnaini, 2005). Menurut Tefera dan Wannakraioj 1897 dalam Kusmianto (2008), TDZ dapat berperan dalam menstimulasi produksi sitokinin endogen. Kende dan Zaavaart 1997 dalam Kusmianto (2008) lebih lanjut menjelaskan bahwa TDZ juga memiliki peran sebagai inhibitor sitokinin oksidase yang merupakan enzim menghilangkan keaktifan sitokinin tipe adenin bebas.



Gambar 2.4 Struktur kimia TDZ (*Thidiazuron*) (Kusmianto, 2008)

Oleh karena itu TDZ dapat meningkatkan kerja sitokinin lain, baik sitokinin eksogen ataupun sitokinin endogen.

Thidiazuron merupakan salah satu sitokinin tipe *phenylurea* sintetik yang memiliki kemampuan lebih baik dalam menginduksi tunas, di antara sitokinin lain seperti zeatin, benzylaminopurin dan kinetin (Kou *et al. dalam* Kusmianto, 2008).

Penggunaan TDZ sudah pernah dilakukan oleh beberapa peneliti seperti yang dilakukan oleh Arya (2011) pada tanaman gaharu (*Aquilaria malaccensis* Lamk) dengan bagian tanaman yang digunakan adalah daun. Peneliti menggunakan kombinasi antara Benzil Amino Purine (BAP) (0; 1; 2 ppm) dan TDZ (0; 0,05; 0,1; 0,5 ppm) dengan media Murashige Skoog (MS) telah berhasil menginduksi kalus. Penelitian yang dilakukan Thomas, Bhatnagar, Bhojwani (2000) pada tanaman triploid Mulberry (*Morus alba* L) dengan menggunakan konsentrasi TDZ 1 μM yang paling baik, pada Husain, Anis dan Shahzad (2007) pada *Pterocarpus marsupium* Roxb dengan TDZ 0,4 μm yang terbaik serta Tewari, Bhatnagar dan Khurana (1999) mendapatkan konsentrasi TDZ lebih optimal dibandingkan dengan BAP pada beberapa jenis *Morus*, Azwin, Iskandar Z. Siregar dan Supriyanto (2006) perlakuan dengan zat pengatur tumbuh BAP 0,5 ppm atau TDZ 0,25 ppm merupakan konsentrasi yang optimum dan terbaik dalam menghasilkan jumlah tunas, panjang tunas dan jumlah daun planlet gaharu, baik eksplan yang berasal dari tunas aksilar (bibit) maupun yang berasal dari tunas adventif (planlet).

Berdasarkan uraian penjelasan di atas, maka informasi tersebut akan lebih bermanfaat apabila dapat dipublikasikan kepada masyarakat umum. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk menyebarkan informasi tersebut yaitu dengan penyusunan karya ilmiah populer.

2.8 Karya Ilmiah Populer

Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional mengklasifikasikan buku-buku pendidikan menjadi empat jenis buku pendidikan, yaitu buku teks pelajaran, buku pengayaan, buku referensi, dan buku panduan pendidik. Klasifikasi ini diperkuat dengan adanya Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 2 tahun 2008 pasal 6 (2) yang menyatakan bahwa “*Selain buku teks*

pelajaran, pendidik dapat menggunakan buku panduan pendidik, buku pengayaan, dan buku referensi dalam proses pembelajaran” (Ezms, 2014).

Karya ilmiah merupakan suatu istilah untuk suatu tulisan yang mendalam sebagai hasil kajian dengan metode ilmiah. Ciri khas dari sebuah karya tulis yang disusun berdasarkan metode ilmiah adalah keobyektifan pandangan yang dikemukakan dan kedalaman makna yang disajikan. Kedua hal tersebut sangat penting dalam penulisan karya yang bersifat ilmiah. Sebuah tulisan dikatakan ilmiah apabila tulisan tersebut mengandung kebenaran secara obyektif, karena didukung oleh informasi yang sudah teruji kebenarannya (dengan data pengamatan yang tidak subyektif) dan disajikan secara mendalam dengan penalaran serta analisa hingga ke dasar masalah. Suatu tulisan ilmiah akan kehilangan keilmiahannya apabila dalam tulisan tersebut yang dikemukakan hanya ilmu (teori dan fakta) pengetahuan yang sudah diketahui oleh umum dan berulang kali dikemukakan. Penulis dituntut untuk memiliki keterampilan khusus dalam penulisan ilmiah, karena di samping harus mengumpulkan data dan menganalisa data menggunakan metode ilmiah juga menyajikan dalam bentuk tulisan. Bahasa yang digunakan dalam karya ilmiah harus memiliki makna kata-kata yang lugas/harfiah, sehingga tidak terjadi kesalahan penafsiran oleh pembacanya (Lubis, 2004).

Menurut Wiana (tanpa tahun), karya ilmiah merupakan suatu karya yang memuat dan mengkaji suatu masalah dengan menggunakan metode ilmiah dalam membahas permasalahan, menyajikan kajiannya dengan bahasa baku dan tata tulis ilmiah, serta menggunakan prinsip-prinsip keilmuan yang lain seperti objektif, logis, empiris (berdasarkan fakta), sistematis, lugas, jelas, dan konsisten. Karya tulis ilmiah pada mulanya adalah tulisan yang didasarkan atas penelitian ilmiah. Namun saat ini mulai berkembang suatu paradigma baru bahwa suatu karya tulis ilmiah tidak harus didasarkan atas penelitaian ilmiah saja, melainkan juga suatu kajian terhadap suatu masalah yang dianalisis oleh ahlinya secara professional. Definisi ilmiah tersebut akan mengalami pengurangan makna apabila digandengkan dengan kata populer. Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (2015) kata populer memiliki arti yaitu sesuai dengan kebutuhan masyarakat pada

umumnya, atau mudah dipahami orang banyak. Istilah populer merujuk kepada penggunaan bahasa yang relatif lebih santai, padat, serta mudah dipahami oleh pembacanya yang berasal dari semua kalangan, dan tampilan atau *layout* disajikan dengan menarik supaya masyarakat tertarik untuk membacanya.

Tahapan dalam penyusunan karya ilmiah populer dapat didasarkan pada model pengembangan produk yang ada. Salah satu model pengembangan produk yaitu model pengembangan R2D2 (*Reflective, Recursive, Design, and Development*).

2.9 Model Pengembangan R2D2

Model pengembangan memiliki pengertian sebagai proses desain konseptual dalam upaya peningkatan fungsi dari model yang telah ada sebelumnya melalui penambahan komponen pembelajaran yang dianggap dapat meningkatkan kualitas pencapaian tujuan (Alfiana, 2012). Pada pengembangan produk berupa karya ilmiah populer ini, model pengembangan yang dipilih yaitu model pengembangan R2D2 (*Reflective, Recursive, Design, and Development*). Pemilihan model pengembangan ini didasarkan pada beberapa pertimbangan-pertimbangan.

Model pengembangan R2D2 termasuk ke dalam model konseptual. Model konseptual memperlihatkan hubungan antar konsep satu atau dengan yang lain. Pada model ini tidak terdapat urutan mengenai tahapan-tahapan konsep tersebut. Model konseptual ini lebih bersifat konstruktivistik (Setyosari dalam Puji, 2014). Selain itu, model ini dipilih karena bersifat reflektif, rekursif, kolaboratif, dan berkembang sehingga memberi kesempatan peneliti dan pihak-pihak yang terkait untuk mengembangkan produk perangkat pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan secara terus-menerus sampai ditemukan produk yang dianggap paling tepat, efektif, dan efisien (Syamsi, 2012).

Model pengembangan R2D2 memiliki beberapa karakteristik, yaitu:

- a. *recursive*;
- b. *reflective*;
- c. *non linier*;
- d. *design participatory*.

Model pengembangan R2D2 memiliki sifat *recursive* yang artinya yaitu perlu diadakan pembaharuan secara terus menerus. Setiap produk yang akan dikembangkan selalu mengalami perbaikan untuk menghasilkan produk unggul sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan (Puji, 2014). Menurut Priyatni dan Wahono (2012), prinsip *recursive* mengizinkan pengembang untuk menetapkan keputusan sementara dan meninjau kembali keputusannya mengenai produk ataupun proses dan melakukan perbaikan jika diperlukan. Prinsip *recursive* juga memiliki arti bahwa langkah yang diambil dalam suatu desain tidak perlu mengikuti suatu urutan tertentu, sehingga desain tersebut dapat disusun dari sudut manapun, beberapa kali dan dalam urutan bagaimanapun (Willis, 2000).

Prinsip *reflective* memiliki arti bahwa para pengembang harus merefleksi, memikirkan secara tepat serta dapat menemukan umpan balik dan ide-ide dari banyak sumber selama proses perencanaan dan pengembangan (Priyatni dan Wahono, 2012). Setiap produk yang dikembangkan memerlukan umpan balik yang diperoleh dari beberapa uji coba, sehingga berdasarkan uji coba tersebut setiap responden atau penilai akan memberikan evaluasi. Evaluasi yang dilakukan tersebut bertujuan agar dapat dihasilkan produk yang mendekati kesempurnaan dan kelayakan.

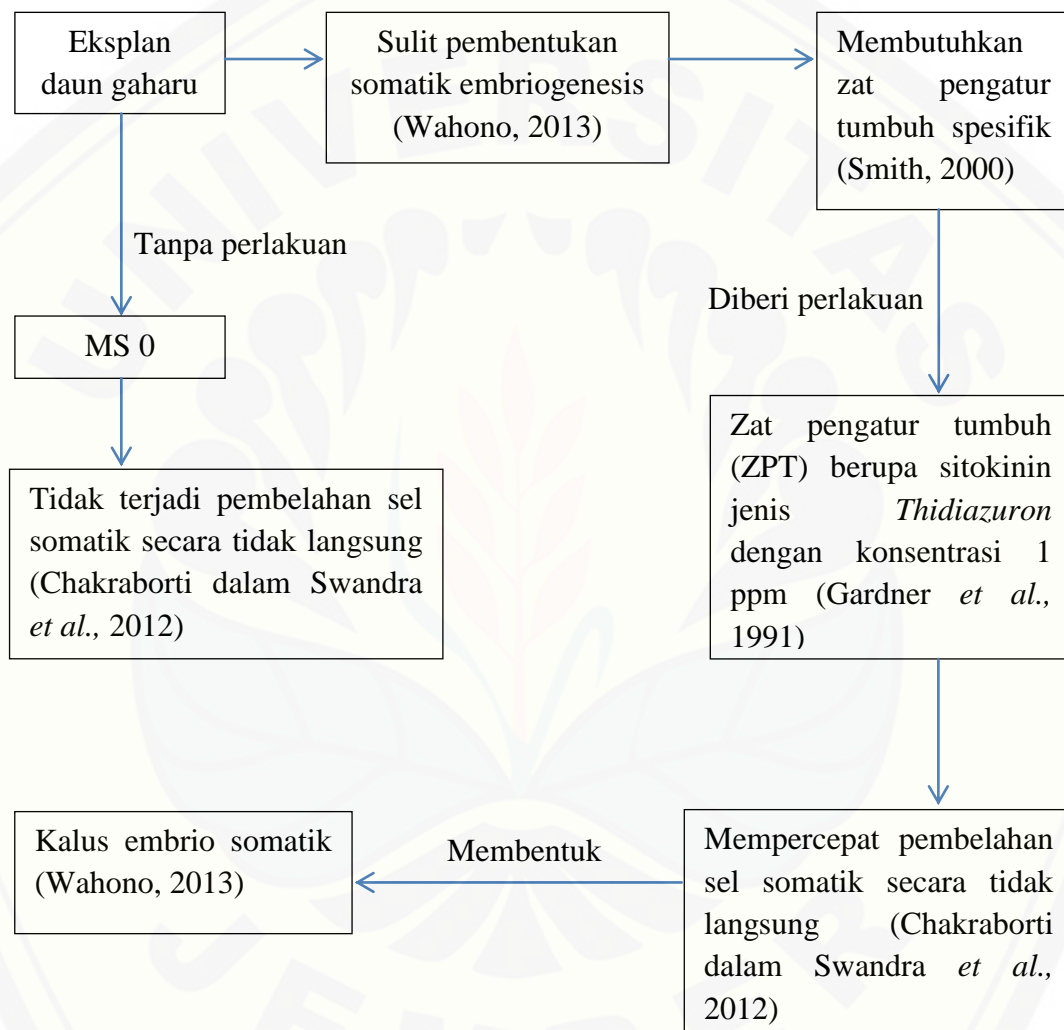
Prinsip *nonlinier* memiliki arti bahwa setiap pengembang diizinkan untuk memulai pengembangan dengan prosedur yang tidak secara urut, sehingga dapat dikatakan bahwa tidak ada aturan secara khusus yang mengikat pengembang dalam melakukan prosedur kerja. Maksud dari prinsip ini dapat dicontohkan, yaitu misalnya tujuan pengembangan telah dirumuskan pada saat proses pengembangan. Tujuan awal tersebut masih bersifat sementara, karena akan ada kemungkinan munculnya sebuah pemikiran atau gagasan baru selama proses pengembangan berlangsung (Priyatni dan Wahono, 2012).

Prinsip *design participatory* memiliki pengertian bahwa pengembang membentuk tim pengembang yang dilibatkan secara ekstensif dalam semua tahapan dari proses perencanaan (Priyatni dan Wahono, 2012). Tim pengembang ini merupakan kelompok partisipatif yang mengerjakan proyek dari awal hingga akhir (Willis, 2006). Anggota tim pengembang dapat dipilih dari orang yang

memiliki sudut pandang yang berbeda, sehingga penyempurnaan produk akan lebih bervariasi dan mencakup segala aspek (Puji, 2014).

2.10 Hipotesis

Hipotesis dalam penelitian ini dirumuskan berdasarkan kerangka teoritis berikut.



Adapun hipotesis pada penelitian ini adalah :

- Terdapat pengaruh pemberian zat pengatur tumbuh TDZ (*Thidiazuron*) terhadap pembentukan somatik embriogenesis tanaman gaharu (*Gyrinops verteegii*)

- d. Konsentrasi optimal zat pengatur tumbuh TDZ (*Thidiazuron*) terhadap pembentukan somatik embriogenesis tanaman gaharu (*Gyrinops verteegii*) adalah pada konsentrasi 1 ppm.



BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Kultur Jaringan Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Jember. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret 2015 sampai Mei 2015.

3.2 Variabel Penelitian

3.2.1 Variabel Bebas

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah variasi konsentrasi TDZ, yakni dengan konsentrasi 0 ppm; 0,5 ppm; 1 ppm; dan 1,5 ppm;

3.2.2 Variabel Terikat

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah kedinin munculnya kalus, berat kalus, dan morfologi SE

3.2.3 Variabel Kontrol

Variabel Kontrol dalam penelitian ini adalah ukuran botol kultur, media MS (*Murashige and Skoog*), volume media, pH, suhu, cahaya, dan waktu pengamatan.

3.3 Definisi Operasional

Peneliti memberikan pengertian untuk menjelaskan operasional variabel penelitian agar tidak menimbulkan makna ganda sebagai berikut :

- a. TDZ (*Thidiazuron*) merupakan jenis sitokinin sintetik yang mempunyai sifat untuk memacu pertumbuhan tunas dan kalus (Wattimena, 1998). Konsentasi TDZ yang digunakan dalam penelitian ini adalah 0ppm, 0.5ppm, 1ppm, dan 1.5ppm.
- b. Kalus merupakan fase pertumbuhan dimana ditandai dengan pembengkakan daun berbentuk bulatan-bulatan kecil pada daun. Pada penelitian ini

pertumbuhan kalus diukur dengan parameter kecepatan terbentuknya kalus dan berat kalus.

- c. SE merupakan proses pembentukan dari tubuh tanaman yang ditandai dengan dengan membentuk bulatan seperti gelembung. Pada penelitian ini pertumbuhan SE diukur dengan parameter morfologi SE.

3.4 Alat dan Bahan Penelitian

3.3.1 Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain : timbangan analitik, kompor, pengaduk magnetik, pH meter, mikropipet, gelas ukur, autoklaf, *Laminar Air Flow (LAF)*, gelas beker, botol kultur steril, skalpel, pinset, spatula, gunting eksplan, bunsen, kamera, korek api, dan alat tulis.

3.3.2 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain : daun gaharu steril, media MS (*Murashige and Skoog*), zat pengatur tubuh (TDZ), spiritus, akuades, alkohol 97%, betadine, baclyne, *tween*, *aluminium foil*, *plastic warp*, kertas label, dan kertas tisu.

3.5 Desain Penelitian

3.4.1 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian dilaksanakan dengan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL). Faktor perlakuan dalam penelitian ini yaitu variasi konsentrasi zat pengatur tumbuh *Thidiazuron*, dengan 4 perlakuan dan 1 perlakuan sebagai kontrol. Dalam setiap perlakuan terdapat 6 kali ulangan. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Windujati (2011), bahwa TDZ mampu menginduksi kalus gaharu (*A. malacensis*) pada kisaran konsentrasi 0,05 ppm – 0,5 ppm, berdasarkan penelitian yang digunakan oleh Azwin (2006), TDZ mampu menginduksi kalus gaharu (*A. malacensis*) dan penelitian yang dilakukan oleh Wahono (2013), TDZ mampu membentuk SE Anggrek (*Oncidium sp.* dan *Dendrobium sp.*) pada kisaran konsentrasi 0,5 ppm – 2,0 ppm. Pada Rentang tersebut dijadikan sebagai kisaran

penentuan perlakuan pada penelitian ini. Adapun desain penelitian pengaruh hormon TDZ (*Thidiazuron*) terhadap pembentukan somatik embriogenesis tanaman gaharu (*Gyrinops versteegii*) melalui teknik *In vitro* diperlihatkan pada tabel 3.1 dan tabel 3.2.

Tabel 3.1 Perlakuan hormon TDZ (*Thidiazuron*) terhadap pembentukan somatik embriogenesis tanaman gaharu (*Gyrinops versteegii*)

T	Pengulangan (U)					
	U1	U2	U3	U4	U5	U6
T1	T1.U1	T1.U2	T1.U3	T1.U4	T1.U5	T1.U6
T2	T2.U1	T2.U2	T2.U3	T2.U4	T2.U5	T2.U6
T3	T3.U1	T3.U2	T3.U3	T3.U4	T3.U5	T3.U6
T4	T4.U1	T4.U2	T4.U3	T4.U4	T4.U5	T4.U6

Keterangan:

T: Hormon *Thidiazuron*

T1: TDZ dengan konsentrasi 0 ppm

T2: TDZ dengan konsentrasi 0,5 ppm

T3: TDZ dengan konsentrasi 1,0 ppm

T4: TDZ dengan konsentrasi 1,5 ppm

3.4.2 Penentuan Sampel Penelitian

Sampel penelitian berupa eksplan daun gaharu (*Gyrinops versteegii* (Gilg) Domke). Eksplan daun gaharu diambil dari bibit gaharu yang unggul, kemudian daun dipotong menjadi dua sampai tiga bagian dengan potongan horizontal urat daun. Daun yang digunakan adalah daun yang sudah berwarna hijau muda hingga tua (Arya, 2011). Jenis ZPT yang digunakan yaitu sitokinin sintesis berupa hormon *Thidiazuron* yang tersedia di toko-toko pertanian.

3.6 Pelaksanaan Penelitian

3.6.1 Sterilisasi Alat

Peralatan yang digunakan pada penelitian kali ini yang meliputi gelas ukur, gelas beker, cawan petri, botol kultur, skalpel, pinset, spatula dan gunting

eksplan dicuci bersih menggunakan detergen, kemudian dibilas dan dikeringkan. Peralatan yang sudah kering (kecuali botol kultur) dibungkus menggunakan plastik. Semua peralatan tersebut kemudian disterilisasi dengan menggunakan autoklaf pada suhu 121°C dan tekanan 17,5 psi selama 2 jam.

3.6.2 Pembuatan Media dan Sterilisasi Media

Pada penelitian ini, media dasar yang digunakan adalah media MS (*Murashige and Skoog*). Dalam membuat 1 liter media MS ini, diperlukan 20 ml stok A dan B; 10 ml larutan stok C dan D; 5 ml larutan stok E dan F; 10 ml larutan Mio Isotol; vitamin 1 ml; sukrosa 30 gram. Bahan-bahan tersebut ditambah dengan zat pengatur tumbuh (TDZ) dengan variasi konsentrasi 0 ppm; 0,5 ppm; 1 ppm; dan 1,5 ppm;. Menambahkan aquades sampai larutan mencapai volume 1000 ml. Larutan diaduk menggunakan pengaduk magnetik hingga menjadi larutan yang homogen. Kemudian pH larutan diukur menggunakan pH meter hingga mencapai nilai 6-6,3 dengan menambah HCL atau NaOH. Larutan tersebut kemudian ditambah dengan 8 gram agar, lalu dimasak diatas kompor listrik hingga larutan mendidih. Larutan dimasukkan kedalam botol kultur steril sebanyak 20 ml pada masing-masing botol dengan ketebalan ± 1 cm. Botol yang berisi media tersebut di tutup dengan menggunakan *aluminium foil* atau tutup botol kultur, kemudian disterilisasi menggunakan autoklaf pada suhu 121° C dan tekanan 17,5 Psi selama 1 jam.

3.6.3 Sterilisasi Eksplan dan Penanaman Eksplan pada Media

Sterilisasi awal kegiatan dilakukan didalam LAF (*Laminar Air Flow*) dimana semua alat dan bahan yang akan digunakan sudah disiapkan didalam LAF. Kemudian menyiapkan eksplan yang digunakan, yakni daun gaharu *Gyrinops verteegii* steril. Selanjutnya daun dimasukkan kedalam botol berisi aquades, kemudian dikocok selama 5 menit. Setelah itu dibuang aquades, botol diisi kembali dengan baclyne dan dikocok kembali selama 5 menit. Selanjutnya baclyne dibuang dan diisi kembali dengan baclyne dan kocok kembali selama 5 menit, dan terakhir dicuci kembali dengan aquades. Setelah itu ambil daun

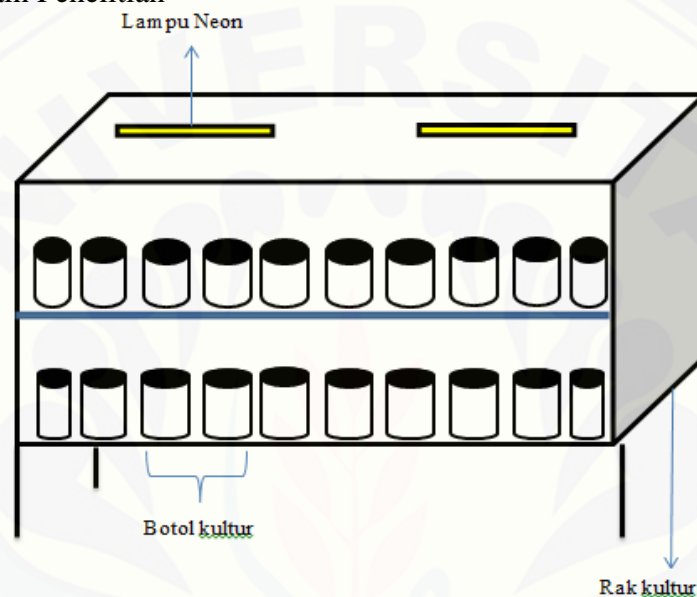
didalam botol menggunakan pinset, dan meletakkan daun pada cawan petri yang telah ditetesi betadine. Kemudian potong daun gaharu menggunakan gunting didalam cawan petri. Memasukkan potongan daun gaharu ke dalam botol kultur yang berisi media. Botol kultur yang sudah terisi eksplan ditutup dan dibalut menggunakan *plastic wrap* kemudian diletakkan keruang penyimpanan dan disusun pada rak kultur.

Pada sterilisasi awal terjadi kegagalan dengan adanya kontaminasi pada eksplan, sehingga dilakukan sterilisasi dengan metode lain. Sterilisasi kedua juga dilakukan didalam LAF (*Laminar Air Flow*) dimana semua alat dan bahan yang akan digunakan sudah disiapkan didalam LAF. Kemudian menyiapkan ekplan yang digunakan, yakni daun gaharu *Gyrinops verteegii* yang diambil dari lapang. Selanjutnya daun dicuci dengan memasukkan daun kedalam botol berisi aquades, kemudian dikocok selama 5 menit. Setelah itu aquades dibuang, botol diisi dengan kloroks 20% dan dikocok kembali selama 5 menit. Selanjutnya kloroks dibuang, isi botol dengan aquadest kocok kembali selama 5 menit. Setelah 5 menit aquadest dibuang, mengisi kembali botol dengan kloroks 20% yang ditambahkan *tween* sebanyak 5 tetes dan dikocok selama 5 menit. Dan dicuci kembali dengan aquades. Kemudian isi botol dengan kloroks 20%, pengocokan 5 menit dan bilas daun dalam botol menggunakan aquadest dengan pengocokan 5 menit. Isi botol kembali dengan kloroks 20%, pengocokan 5 menit dan bilas daun dalam botol menggunakan aquadest dengan pengocokan 5 menit. Setelah itu ambil daun didalam botol menggunakan pinset, dan meletakkan daun pada cawan petri yang telah ditetesi iodine sebanyak 5 tetes yang dicampur dengan aquadest sampai iodine tidak pekat. Kemudian potong daun gaharu menggunakan gunting atau scalpel didalam cawan petri petri yang berisi iodine dengan ukuran potongan daun $\pm 1 \times 1$ cm. Meniriskan potongan daun gahrau kedalam petri kosong yang steril. Memasukkan potongan daun gaharu ke dalam botol kultur yang berisi media. Botol kultur yang sudah terisi eksplan ditutup menggunakan tutup botol kultur dan dibalut menggunakan *plastic wrap*. Kemudian meletakkan botol kultur pada ruang penyimpanan dengan suhu yang sudah ditentukan pada laboratorium kultur jaringan dan disusun pada rak kultur.

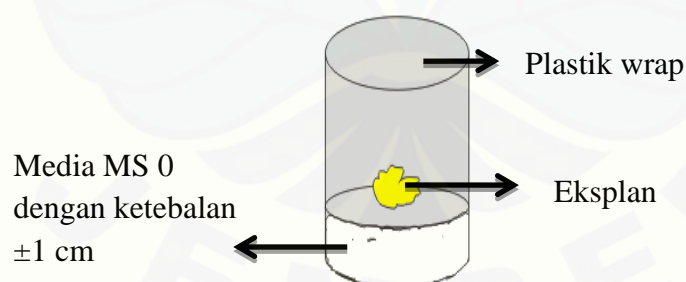
3.6.4 Pemeliharaan

Pemeliharaan meliputi: menjaga kebersihan lingkungan kultur pada rak kultur, pemisahan media yang terkontaminasi dari botol kultur lain yang tidak terkontaminasi, penyemprotan dengan alkohol 97 % pada ruang, rak dan botol kultur setiap hari selama 2-3 bulan.

3.6.5 Desain Penelitian



Gambar 3.1 Peletakkan botol saat penanaman eksplan gaharu



Gambar 3.2 Botol kultur jaringan dan eksplan yang telah ditanam

3.7 Parameter Pengamatan

Pengamatan dan pengukuran dilakukan pada setiap botol kultur disetiap pelakuan dan dilakukan setiap 1 minggu sekali selama waktu penelitian. Adapun parameter yang diamati dan dihitung dalam penelitian ini ditampilkan dalam tabel 3.2.

Tabel 3.2 Tabel Parameter Pengamatan

Variabel	Sub Variabel	Parameter	Instrument Pengukuran
Pembentukan somatik embriogenesis	Terbentuknya kalus	Kedinian munculnya kalus dengan cara (hari) dibutuhkan kalus untuk muncul berapa lama kalus muncul	Dihitung berapa lama kalus dibutuhkan untuk muncul. Kriteria munculnya kalus adalah terjadi pembengkakan pada daun berbentuk bulatan-bulatan kecil yang mengelompok.
	Morfologi SE	Terjadi pembentukan globular pada kalus	Mengamati terbentuknya globular pada kalus, ditandai dengan membentuk bulatan seperti gelembung dan berwarna putih bening .
	Berat kalus	Terjadi penambahan massa kalus	Alat: timbangan analitik Berat kalus yaitu berat kalus yang telah di subkultur.

3.8 Analisis Data

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan satu faktor tunggal yaitu variasi konsentrasi TDZ dalam media MS. Data yang diperoleh, dianalisis dengan menggunakan analisis ragam ANOVA (*One-way Analysis of Variance*) untuk mengetahui adakah pengaruh perlakuan terhadap kecepatan tumbuh dan berat kalus tanaman uji. Apabila terdapat perbedaan yang nyata diantara perlakuan-perlakuan tersebut, maka analisis akan dilakukan uji lanjutan (*Post hoc*) dengan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5%.

3.9 Penelitian Pengembangan Karya Ilmiah Populer

Penyusunan karya ilmiah populer ini ditujukan kepada masyarakat luas dari seluruh jenjang pendidikan sebagai bahan bacaan agar mereka dapat memperoleh informasi mengenai konservasi tanaman gaharu dengan menggunakan teknik *in vitro* yaitu kultur jaringan sebagai alternatif budidaya tanaman gaharu secara vegetatif.

3.9.1 Model Penelitian Pengembangan

Penelitian pengembangan merupakan serangkaian proses yang digunakan untuk menghasilkan suatu produk tertentu menggunakan metode sistematis yang bertujuan untuk menghasilkan produk yang unggul dan lebih baik (Puji, 2014). Pada penelitian pengembangan karya ilmiah populer yang berdasarkan dari hasil penelitian Pengaruh Konsentrasi Hormon *Thidiazuron* (TDZ) terhadap Pembentukan Somatik Embriogenesis Tanaman Gaharu (*Gyrinops versteegii*) melalui Teknik *In Vitro* ini menggunakan model R2D2 (*Reflective, Recursive, Design, and Development*). Model R2D2 ini dikembangkan oleh Willis pada tahun 1995 berdasarkan pandangan konstruktivisme. Hakikat pembelajaran konstruktivisme terdapat pada gagasan bahwa siswa menemukan dan mengolah sendiri berbagai informasi atau ide-ide kompleks. Pada pembelajaran konstruktivisme ini mengharuskan siswa untuk aktif atau sering disebut pula sebagai pembelajaran yang terpusat pada siswa (*Student Centered Learning*). Model ini dipilih karena memiliki sifat reflektif, rekursif, kolaboratif, dan berkembang sehingga peneliti dapat mengembangkan produk perangkat pembelajaran sesuai dengan kebutuhan (Syamsi, 2012). Menurut Hendriansyah (tanpa tahun), model R2D2 merupakan proses pemecahan masalah yang berlangsung secara progresif dan kontekstual. Model ini memiliki proses interaktif yang tinggi, sehingga dapat memberikan solusi selama proses pengembangan desain pembelajaran.

Prosedur pengembangan penelitian ini dilakukan dalam tiga tahap, yaitu (1) pendefinisian (*define*); (2) perencanaan (*design*) dan pengembangan (*develompent*); (3) penyebarluasan (*dissemination*), akan tetapi dalam penelitian

ini tahap penyebarluasan (*dissemination*) tidak dilakukan. Hal ini dikarenakan pada implementasi karya ilmiah populer masih merupakan tahap uji coba, yaitu suatu bentuk pengembangan untuk menguji validitas dan reliabilitas instrumen yang digunakan.

3.9.2 Prosedur Penyusunan Karya Ilmiah Populer

Penyusunan karya ilmiah populer ini dilakukan berdasarkan model R2D2. Tahap penyusunan karya ilmiah populer menggunakan model R2D2 antara lain, yaitu:

a. Tahap *Define*

Tahap ini terdiri dari pembentukan tim pengembang (*team partisipatory*). Pada penelitian ini tim pengembangan bersifat bebas, sehingga tidak harus memiliki anggota tetap. Anggota dari tim pengembang ini terdiri dari beberapa orang yang diharapkan dapat memberi masukan terkait pengembangan karya ilmiah populer yang disusun berdasarkan hasil penelitian Pengaruh Konsentrasi Hormon *Thidiazuron* (TDZ) terhadap Pembentukan Somatik Embriogenesis Tanaman Gaharu (*Gyrinops versteegii*) melalui Teknik *In Vitro*. Anggota tim pengembang dapat berasal dari dosen, ahli tumbuhan, rekan sejawat, dan petani gaharu. Salah satu manfaat dibentuknya tim pengembangan adalah untuk memecahkan permasalahan yang timbul selama penyusunan karya ilmiah populer secara progresif. Selain itu, diharapkan anggota tim dapat memberikan masukan dari sudut pandang yang berbeda. Peneliti kemudian mengembangkan masukan dari anggota tim pengembang dan menentukan pemecahan masalah yang sesuai dan kontekstual.

b. Tahap *Design and Development*

Desain dan pengembangan merupakan satu kesatuan yang tidak dapat dipisahkan. Pada tahap ini terdiri dari 4 kegiatan, yaitu (1) pemilihan topik yang akan dibahas; (2) pemilihan format produk dan media; (3) penentuan format penilaian; dan (4) mendesain dan mengembangkan produk berupa

karya ilmiah populer. Validasi produk karya ilmiah populer dilakukan setelah pengembangan produk selesai.

Selanjutnya, karya ilmiah populer yang akan disusun pada penelitian ini akan dikembangkan sesuai dengan *outline* sebagai berikut:

- 1) Sampul buku
- 2) Halaman persembahan
- 3) Kata pengantar
- 4) Daftar isi
- 5) Daftar gambar
- 6) Bagian 1. Pendahuluan
- 7) Bagian 2. Pengenalan Tanaman gaharu
- 8) Bagian 3. Kultur Jaringan
- 9) Bagian 4. Kultur Jaringan Tanaman Gaharu
- 10) Bagian 5. Penutup
- 11) Daftar Bacaan
- 12) Glosarium

3.2.3 Tahap Uji Validasi Produk Karya Ilmiah Populer

Penyusunan Karya Ilmiah Populer memiliki tujuan untuk dijadikan sebagai buku bacaan bagi masyarakat awam, sehingga akan divalidasi oleh orang-orang yang mewakili keberagaman masyarakat yang ada. Uji validasi ini bertujuan untuk menilai kelayakan produk Karya Ilmiah Populer yang akan digunakan sebagai buku bacaan masyarakat awam. Pada uji validasi Karya Ilmiah Populer ini akan dilakukan oleh 2 orang dosen Program Studi Pendidikan Biologi – FKIP UNEJ sebagai ahli biologi dan ahli media.

Analisa data yang diperoleh dari validator berupa data kuantitatif hasil perkalian antara skor dan bobot yang ada pada setiap aspek namun sebagian kecil bersifat deskriptif yang berupa saran dan komentar tentang kelemahan dan keunggulan buku. Data yang dipakai dalam uji validasi produk Karya Ilmiah Populer ini merupakan data kuantitatif dengan menggunakan 4 tingkatan penilaian, dengan kriteria sebagai berikut:

- a. Skor 4, apabila validator memberikan nilai sangat baik
- b. Skor 3, apabila validator memberikan nilai baik
- c. Skor 2, apabila validator memberikan nilai kurang
- d. Skor 1, apabila validator memberikan nilai kurang sekali

Data yang diperoleh pada tahap pengumpulan data dengan instrumen pengumpulan data, dianalisis dengan menggunakan teknik analisis data persentase. Rumus untuk pengolahan data secara keseluruhan sebagai berikut:

$$P = \frac{\text{Skor yang didapat}}{\text{Skor maksimal}} \times 100\%$$

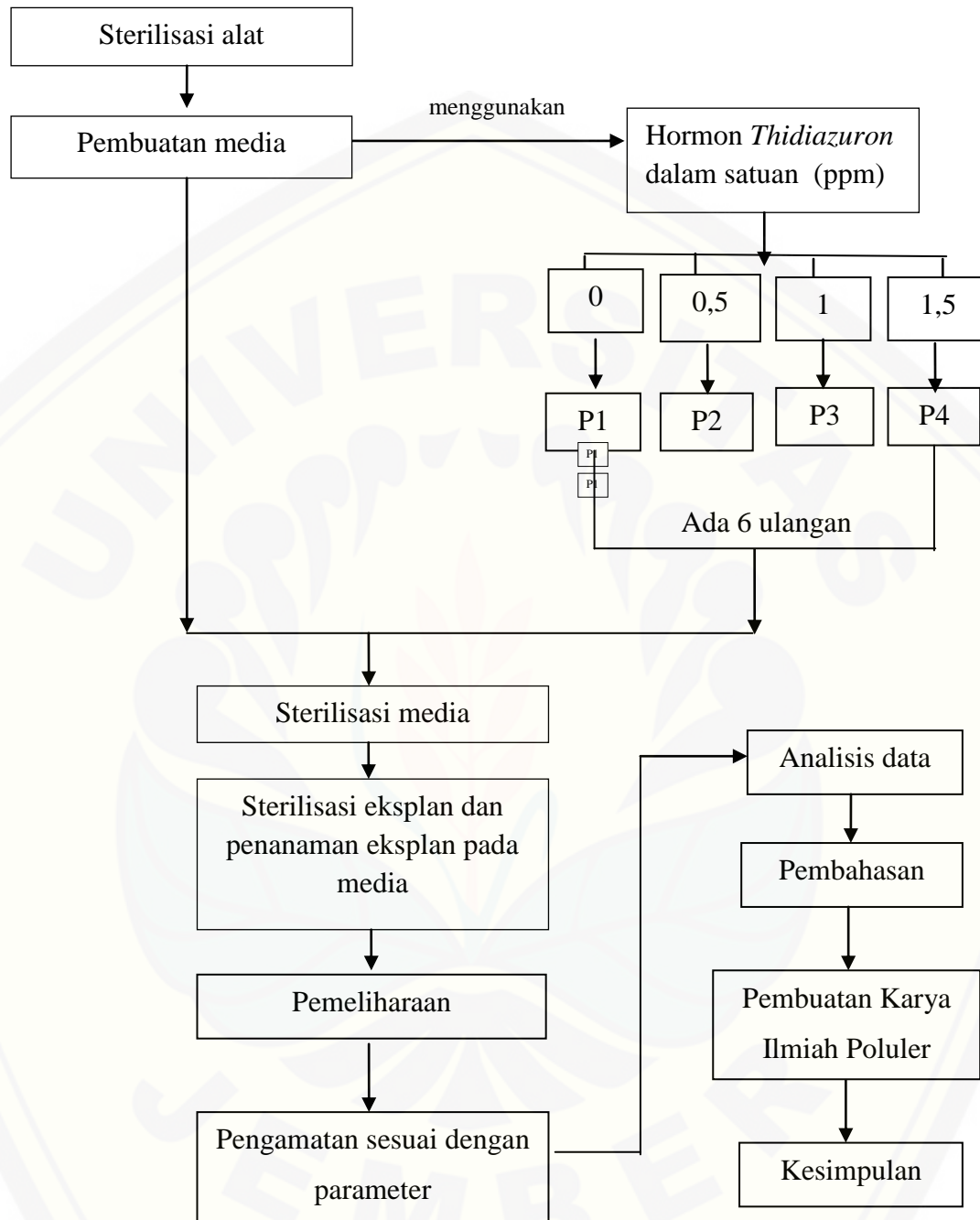
Data persentase penilaian yang telah diperoleh kemudian diubah menjadi data kuantitatif deskriptif dengan menggunakan kriteria validasi seperti pada Tabel 3.2 berikut ini.

Tabel 3.2 Kriteria validasi karya ilmiah populer

No	Nilai	Kualifikasi	Keputusan
1	81%-100%	Sangat layak	Produk baru siap dimanfaatkan di lapangan sebenarnya untuk kegiatan pembelajaran.
2.	61%-80%	Layak	Produk dapat dilanjutkan dengan menambahkan sesuatu yang kurang, melakukan beberapa pertimbangan tertentu, penambahan yang dilakukan tidak terlalu besar dan tidak mendasar.
3.	41%-60%	Kurang layak	Merevisi dengan meneliti kembali secara seksama dan mencari kelemahan-kelemahan produk untuk disempurnakan.
4.	20%-40%	Tidak layak	Merevisi secara besar-besaran dan mendasar tentang isi produk.

Sumber: Sudjana dalam Hakim (2012).

3.10 Skema Alur Penelitian



Gambar 3.3 Skema alur penelitian

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

Penelitian tentang penggunaan konsentrasi TDZ (*Thidiazuron*) terhadap pembentukan somatik embriogenesis tanaman gaharu (*Gyrinops versteegii* (Gilg) Domke) telah dilakukan pada Bulan Maret 2014 sampai Mei 2015 di Laboratorium Kultur Jaringan, Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Jember. Penelitian ini dilakukan sampai terbentuknya SE yang terdiri dari tahapan sterilisasi tanaman, penanaman, pembentukan kalus, dan pembentukan SE. Parameter pengamatan yang diamati pada tahap pembentukan kalus yaitu, kedinian munculnya kalus dan berat kalus. Parameter pengamatan yang diamati pada tahap pembentukan SE yaitu hanya morfologi SE dengan menggunakan mikroskop stereo. Hasil penelitian pada masing-masing parameter pengamatan akan diuraikan sebagai berikut.

4.1.1 Pengaruh Konsentrasi terhadap Pembentukan Somatik Embriogenesis

Somatik embriogenesis merupakan atau embrio somatik adalah embrio yang terbentuk bukan dari penyatuan sel-sel gamet jantan dan betina atau dengan kata lain embrio yang terbentuk dari jaringan vegetatif/somatik (Redy, 2012). Somatik embriogenesis dapat dimulai dengan dua mekanisme yaitu langsung pada jaringan eksplan dimana tanaman secara genetik identik (clonation), dan secara tidak langsung dari jaringan terorganisir (kalus). Kalus merupakan sekumpulan masa sel amorf yang tumbuh secara tidak terkendali (cepat), tidak terorganisasi (terdiferensiasi) dari sel-sel yang sedang aktif membelah (Ignacimuthu dalam Supatmi, 2007). Pembentukan kalus dalam kultur jaringan sangat dipengaruhi oleh keadaan eksplan dan pemberian ZPT pada media kultur jaringan. Penelitian ini menggunakan TDZ yang termasuk dalam golongan hormon sitokinin. Pembentukan somatik embriogenesis melalui tahapan pembentukan kalus terlebih dahulu (pembentukan SE secara tidak langsung). Pemberian TDZ dalam media

kultur jaringan sangat mempengaruhi respon yang dihasilkan oleh eksplan. Penelitian tentang pengaruh konsentrasi TDZ pada tanaman gaharu dengan spesies *Aquilaria malacensis* telah dilakukan dalam pembentukan kalus. Pembentukan somatik embriogenesis diukur dari parameter kedinian munculnya kalus, berat basah eksplan dan terbentuknya SE.

a. Kedinian munculnya kalus

Kedinian munculnya kalus atau waktu munculnya kalus dalam penelitian ini dihitung dari hari pertama setelah tanam pada saat munculnya kalus pertama. Kriteria terbentuknya kalus dimulai dengan pembengkakan eksplan dan terbentuknya struktur kompak yang berwarna putih mengkilat pada daerah-daerah bekas perlukaan (Supatmi, 2007). Perhitungan dinyatakan dalam satuan hari setelah tanam (HST). Contoh eksplan gaharu yang berhasil menumbuhkan kalus dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Kedinian munculnya kalus 31 HST pada perlakuan 1 ppm TDZ (Sumber: Hasil Observasi Peneliti, Perbesaran 4608x3658)

Data yang diperoleh dari penelitian kedinian munculnya kalus (HST) kemudian dianalisis menggunakan analisis ragam ANOVA. Berdasarkan hasil analisis ragam ANOVA, nilai Standart Deviasi pada parameter pengamatan kedinian kalus (HST) disajikan dalam Tabel 4.1 berikut ini.

Tabel 4.1 Rerata dan Standart Deviasi pada Kedinian Munculnya Kalus (HST)

Perlakuan Konsentrasi TDZ (ppm)	Jumlah Ulangan	Rerata	Standar Deviasi
0	6	0,0000	0,00000
0,5	6	42,1667	6,27429
1	6	33,1667	2,78687
1,5	6	22,1667	4,66548
Total	24	24,3750	16,55245

Tabel 4.1 menunjukkan bahwa nilai standart deviasi pada parameter kedinian munculnya kalus. Pada perlakuan 0 ppm TDZ dengan standart deviasi 0,00000, pada perlakuan 0,5 ppm TDZ dengan standart deviasi 6,27429, sedangkan perlakuan 1 ppm TDZ dengan nilai Standar Deviasi 2,78687 dan pada perlakuan 1,5 ppm TDZ dengan Standar Deviasi 4,66548. Selanjutnya akan dilanjutkan dengan tabel ANOVA untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap kedinian munculnya kalus dapat dilihat pada Tabel 4.2 berikut.

Tabel 4.2 Nilai F-hitung pada parameter Kedinian Munculnya Kalus (HST)

	Jumlah Kuadrat	dk	Rerata Kuadrat	F	p
Antar Kelompok	5957,125	3	1985,708	115,281	0,000
Dalam Kelompok	344,500	20	17,225		
Total	6301,625	23			

*Keterangan:

dk = Derajat Kebebasan

p = Probabilitas

Tabel 4.2 menunjukkan respon eksplan terhadap pengaruh konsentrasi TDZ dalam media kultur jaringan yang diamati melalui kedinian munculnya kalus (HST). Berdasarkan tabel tersebut, nilai F-hitung pada analisis ragam ANOVA dengan nilai probabilitas 0,000 menunjukkan bahwa konsentrasi TDZ memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap parameter pengamatan kedinian

munculnya kalus. Selanjutnya dilakukan uji lanjut yaitu uji *Duncan* untuk mengetahui besar pengaruh masing-masing konsentrasi TDZ terhadap parameter kedinian munculnya kalus.

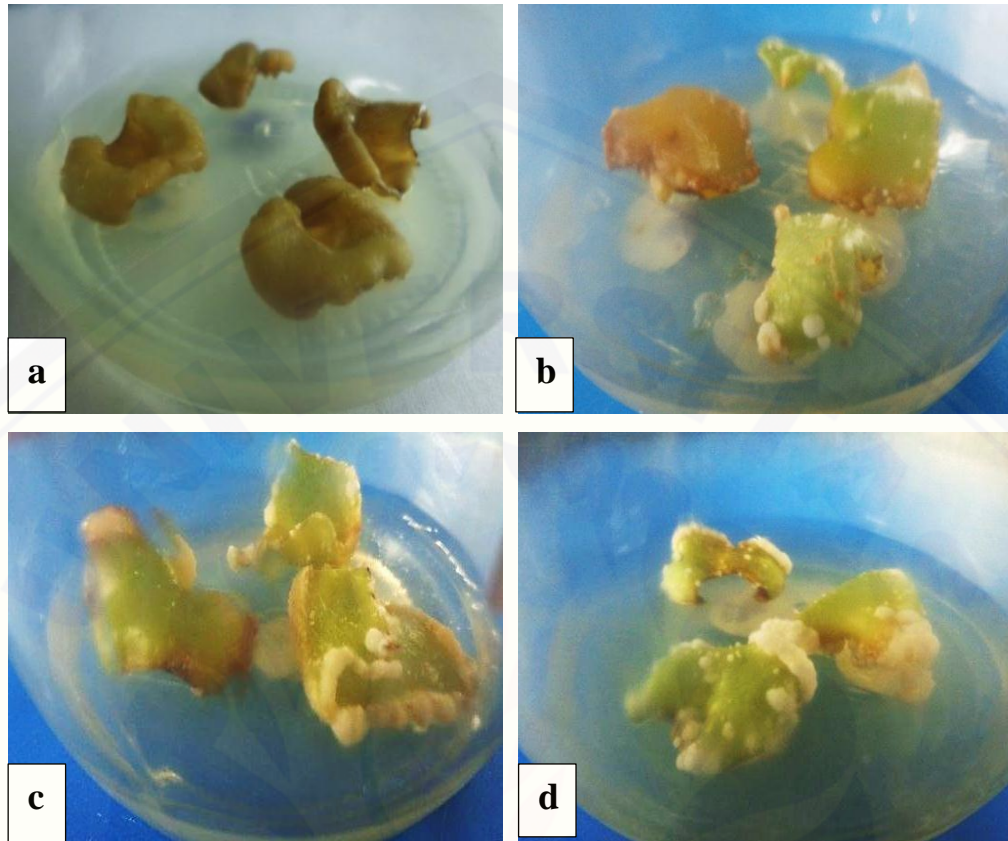
Rata-rata munculnya kalus gaharu (*Gyrinops versteegii* (Gilg) Domke) pada masing-masing konsentrasi TDZ dapat dilihat dalam Tabel 4.3 berikut ini.

Tabel 4.3 Rerata kedinian munculnya kalus (HST) tanaman gaharu (*Gyrinops versteegii* (Gilg) Domke)

Perlakuan (ppm)	Jumlah ulangan	Rerata ^{*)}
		Kedinian kalus (HST)
0	6	0,0000 a
0,5	6	42,1667 b
1	6	33,1667 c
1,5	6	22,1667 d

^{*)} Keterangan : Angka rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan adanya pengaruh tidak nyata menurut uji *Duncan* pada taraf kepercayaan 5%

Nilai-nilai yang ditunjukkan pada tabel 4.3, apabila diikuti dengan notasi huruf yang sama, maka perlakuan tersebut menunjukkan interaksi berbeda tidak nyata menurut uji *Duncan* pada taraf kepercayaan 5%. Berdasarkan tabel 4.3, eksplan gaharu yang memberikan respon kedinian munculnya kalus paling baik ditunjukkan pada perlakuan 1,5 ppm TDZ yaitu pada hari ke 22-23 setelah tanam. Hasil tersebut berbeda nyata dengan perlakuan 0 ppm, 0,5 ppm dan 1 ppm TDZ. Kedinian kalus yang paling lama adalah pada pemberian TDZ dengan konsentrasi 0,5 ppm yaitu sekitar 42-43 HST, sedangkan pada perlakuan 0 ppm TDZ, kalus tidak tumbuh sampai pada akhir pengamatan (8 MST). Pembentukan kalus pada umur 8 MST pada masing-masing perlakuan dapat dilihat pada Gambar 4.2 sebagai berikut.



Gambar 4.2 Pembentukan kalus umur 8 MST pada perlakuan: a) eksplan pada konsentrasi 0 ppm TDZ; b) eksplan pada konsentrasi 0,5 ppm TDZ; c) eksplan pada konsentrasi 1 ppm TDZ; dan d) eksplan pada konsentrasi 1,5 ppm TDZ (Sumber: Hasil Observasi Peneliti).

b. Berat kalus

Berat kalus dalam penelitian ini dihitung pada akhir pengamatan atau 8 MST dengan menimbang botol kultur yang berisi eksplan gaharu menggunakan timbangan analitik. Kemudian setelah menimbang botol kultur, dilakukan sub kultur dan menimbang berat botol hasil sub kultur. Hasil perhitungan berat basah kalus adalah selisih antara botol kultur awal dengan botol kultur akhir (setelah perlakuan subkultur) dan perhitungan dinyatakan dalam satuan gram (g). Berdasarkan hasil analisis ragam ANOVA, nilai Standar Deviasi pada parameter pengamatan berat kalus disajikan dalam Tabel 4.4 sebagai berikut.

Tabel 4.4 Rerata dan Standart Deviasi pada parameter berat kalus (g)

Perlakuan Konsentrasi TDZ (ppm)	Jumlah Perlakuan	Rerata	Standar Deviasi
0	6	0,7733	0,16403
0,5	6	1,6783	0,49797
1	6	2,0800	0,34543
1,5	6	2,2533	0,33868
Total	24	1,6963	0,67253

Tabel 4.4 menunjukkan bahwa nilai Standar Deviasi pada parameter berat kalus (g). Pada perlakuan 0 ppm TDZ dengan Standar Deviasi 0,16403, pada perlakuan 0,5 ppm TDZ dengan Standar Deviasi 0,49797, sedangkan perlakuan 1 ppm TDZ dengan nilai Standar Deviasi 0,34543 dan pada perlakuan 1,5 ppm TDZ dengan Standar Deviasi 0,33868. Selanjutnya akan dilanjutkan dengan tabel ANOVA untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap berat kalus dapat dilihat pada Tabel 4.5 berikut ini.

Tabel 4.5 Nilai F-hitung pada parameter berat kalus (g)

	Jumlah Kuadrat	dk	Rerata Kuadrat	F	p
Antar Kelompok	7,858	3	2,619	20,588	0,000
Dalam Kelompok	2,545	20	0,127		
Total	10,403	23			

*Keterangan:

dk = Derajat Kebebasan

p = Probabilitas

Tabel 4.5 menunjukkan respon eksplan terhadap pengaruh konsentrasi TDZ dalam media kultur jaringan yang diamati melalui berat kalus (g). Berdasarkan Tabel 4.5, nilai F-hitung pada analisis ragam ANOVA dengan nilai Probabilitas 0,000 menunjukkan bahwa konsentrasi TDZ memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap parameter pengamatan berat kalus. Selanjutnya

dilakukan uji lanjut yaitu uji *Duncan* untuk mengetahui besar pengaruh masing-masing konsentrasi TDZ terhadap parameter kedinian munculnya kalus.

Pengaruh konsentrasi TDZ terhadap rata-rata berat kalus gaharu (*Gyrinops versteegii* (Gilg) Domke) dapat dilihat dalam Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Rerata berat kalus (g) tanaman gaharu (*Gyrinops versteegii* (Gilg) Domke)

Perlakuan (ppm)	Jumlah ulangan	Rerata ^{*)}
		Berat basah eksplan (g)
0	6	0,7733 a
0,5	6	1,6783 b
1	6	2,0800 bc
1,5	6	2,2533 c

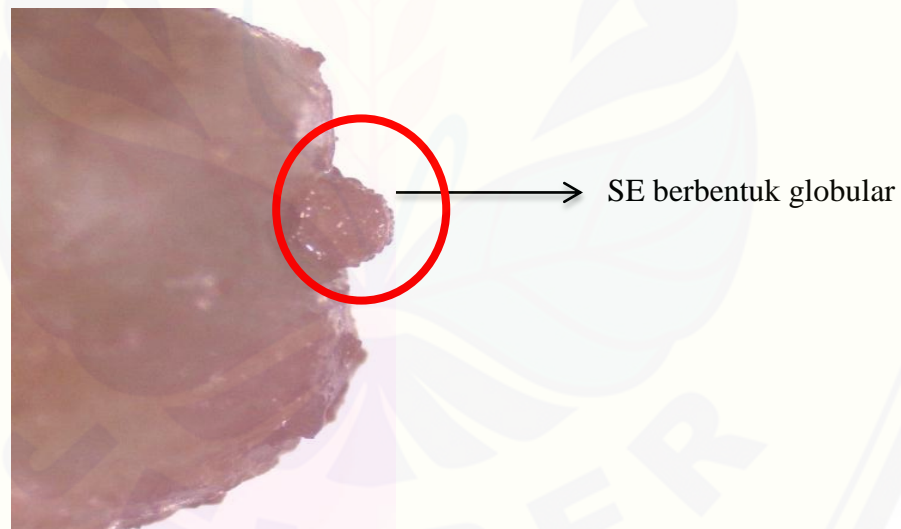
^{*)} Keterangan : Angka rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan adanya pengaruh tidak nyata menurut uji *Duncan* pada taraf kepercayaan 5%

Berdasarkan Tabel 4.6, diketahui bahwa rata-rata berat kalus tanaman gaharu paling besar yaitu pada konsentrasi 1,5 ppm. Namun hasil yang ditunjukkan 1 ppm tidak berbeda nyata dengan perlakuan 0,5 ppm dan 1,5 ppm TDZ. Hasil analisis akan diuraikan sebagai berikut.

Berdasarkan Tabel 4.6 dapat diketahui bahwa rata-rata berat kalus paling besar adalah pada konsentrasi 1,5 ppm TDZ yaitu sebesar 2,2533 gram. Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi 1,5 ppm berpengaruh nyata terhadap berat kalus dengan konsentrasi 0 ppm, 0,5 ppm, dan 1 ppm. Pada berat kalus 1 ppm tidak berbeda nyata dengan perlakuan 0,5 ppm dan 1,5 ppm TDZ yang memiliki berat kalus sebesar 2,0800 gram, dan berat pada konsentrasi 0,5 ppm TDZ sekitar 1,6783 gram. Sedangkan pada 0 ppm memiliki berat sekitar 0,7733 gram menunjukkan bahwa konsentrasi 0 ppm TDZ memberikan pengaruh yang tidak nyata terhadap berat kalus.

c. Morfologi somatik embriogenesis (SE)

Morfologi somatik embriogenesis dalam penelitian ini diamati pada akhir pengamatan (8 MST) dengan memindahkan eksplan dalam botol kultur ke cawan petri yang berisi medium MS dengan konsentrasi TDZ yang sama dengan konsentrasi pada botol kultur. Pemindahan ke cawan petri dilakukan di *Laminar Air Flow* (LAF). Pemindahan eksplan ke cawan petri untuk mengamati morfologi SE di mikroskop stereo. Morfologi SE yang diamati pada penelitian ini yaitu bentuk SE. Tahapan bentuk SE dimulai dari bentuk *globular*, *torpedo*, *heart*, dan *cotyledonary* (planlet) (Chen dan piluek dalam Redy, 2012). Kriteria terbentuknya somatik embriogenesis (SE) dimulai ada bentuknya gelembung-gelembung kecil pada eksplan. Gelembung-gelembung kecil ini yang disebut bentuk globular yang merupakan tahapan awal terbentuknya SE. Gelembung kecil ini berbentuk putih transparan (Wahono, 2013). Eksplan gaharu yang dapat membentuk SE dapat dilihat pada Gambar 4.3.

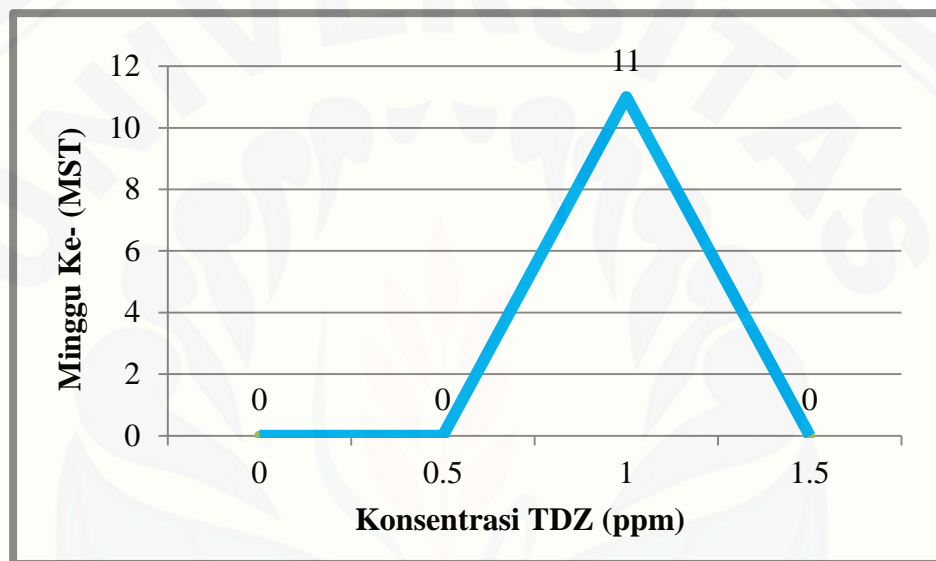


Gambar 4.3 Eksplan membentuk SE umur 11 MST pada perlakuan 1 ppm (Sumber: Hasil Observasi Penelitian, Perbesaran 35x)

Berdasarkan gambar 4.3, eksplan yang memberikan respon membentuk SE paling baik ditunjukkan pada perlakuan 1 ppm TDZ yaitu pada umur 11 MST. SE terbentuk setelah dilakukan subkultur dari botol kultur ke cawan petri.

4.1.2 Konsentrasi Optimal Zat Pengatur Tumbuh TDZ terhadap Pembentukan Somatik Embriogenesis

Konsentrasi TDZ yang digunakan dalam membentuk somatik embriogenesis dibutuhkan konsentrasi yang optimal untuk tanaman gaharu. Berdasarkan data yang diperoleh dari eksplan yang disubkultur pada cawan petri, diperoleh data eksplan yang terbentuk SE. Pengamatan dilakukan setelah 3 minggu eksplan disubkultur. Konsentrasi TDZ yang optimal membentuk SE dapat dilihat pada Gambar 4.4 sebagai berikut ini.



Gambar 4.4 Grafik Konsentrasi Optimum TDZ terhadap Pembentukan Somatik Embriogenesis

Berdasarkan Gambar 4.4 menunjukkan konsentrasi optimum ditunjukkan pada konsentrasi 1 ppm TDZ. Konsentrasi 1 ppm merupakan konsentrasi optimum karena dapat membentuk somatik embriogenesis pada 15 HST. Sedangkan pada konsentrasi 0 ppm, 0,5 ppm, dan 1,5 ppm tidak terbentuk somatik embriogenesis sampai pada 3 minggu setelah eksplan disubkultur dari botol kultur.

4.1.3 Hasil Penelitian Sebagai Karya Ilmiah Populer

Uji validasi karya ilmiah populer dilakukan oleh dua validator, yang terdiri dari validator ahli materi dan validator ahli media yang berasal dari Dosen Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Program Studi Pendidikan Biologi

Universitas Jember. Adapun hasil uji validasi karya ilmiah populer yang telah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.7

Tabel 4.7 Hasil uji validasi karya ilmiah populer

Responden	Rerata Skor	Nilai Validasi (%)
Dosen Biologi 1 Ahli Materi	3,45	86,36
Dosen Biologi 2 Ahli Media	2,90	72,72
Rata-rata	3,175	79,54

Tabel 4.7 menunjukkan hasil bahwa rerata skor validasi oleh Dosen Biologi ahli materi sebesar 3,45 dan nilai validasi sebesar 86,36, sedangkan rerata skor validasi oleh Dosen Biologi ahli media sebesar 2,90 dan nilai validasi sebesar 79,54. Berdasarkan kedua validator tersebut, diperoleh rerata skor sebesar 3,175 dan rerata nilai validasi sebesar 79,54%.

4.2 Pembahasan

4.2.1 Pengaruh Konsentrasi terhadap Pembentukan Somatik Embriogenesis

Setiap sel tanaman atau bagian kecil tanaman dapat tumbuh dan berkembang menjadi individu tanaman baru yang lengkap. Proses pelaksanaan kultur jaringan yang dapat dikatakan proses terakhir yaitu penanaman eksplan. Syarat pertama kultur jaringan yaitu kondisi yang steril. Pada proses penanaman eksplan, lingkungan yang digunakan haruslah benar-benar dalam kondisi yang steril. Kontaminasi yang terjadi pada kultur jaringan cukup mengganggu proses kultur jaringan. Namun kontaminasi juga dapat dicegah dengan perlakuan-perlakuan yang steril (Maria, 2010). Sterilisasi terhadap peralatan kultur, ruang kultur dan media kultur, tanaman atau eksplan yang akan ditanam juga harus dalam keadaan steril dan sehat artinya eksplan tidak terserang penyakit ataupun terkena serangan mikroba. Keberadaan kontaminan yang berasal dari jamur maupun mikroba lainnya sangat sulit dihindari (Nyimas, 2012). Untuk itu teknik sterilisasi yang baik untuk tanaman perlu dilakukan, tentunya dengan tujuan untuk

menciptakan kondisi eksplan yang aseptik dan menghilangkan mikroba maupun jamur penyebab kontaminasi (Maria, 2010).

Teknik sterilisasi dengan beberapa metode sterilisasi pada daun gaharu, masih terjadi kontaminasi saat ditanam di media MS (*Murashige skoog*). Oleh karena itu upaya untuk mendapatkan sumber eksplan yang steril perlu dilakukan teknik sterilisasi yang baik dan cocok untuk tanaman gaharu (Lili, 2012). Dari beberapa metode sterilisasi yang dicoba, hasil paling baik didapatkan untuk sterilisasi eksplan daun gaharu (*Gyrinops versteegii* (Gilg) Domke) dengan metode sterilisasi Clorox 20%, alkohol 70% serta menggunakan *tween*, dengan waktu perendaman 20 menit.

Sterilisasi dilakukan dengan langkah awal mencuci daun gaharu dengan aquadest, kemudian mencuci daun gaharu dengan Clorox yang ditetesi *tween* sebanyak 3 tetes. Setelah itu melakukan perendaman selama 5 menit dengan pengocokan secara perlahan. Pengocokan dilakukan agar lapisan lilin pada daun gaharu menipis sehingga meminimalisir kontaminasi karena daun berasal dari lapang. Setelah itu, daun dibilas dengan aquadest steril selama dua kali pencucian. Pencucian dengan Clorox hingga daun dibilas dengan aquadest steril dilakukan berulang-ulang sampai empat kali pengulangan, sehingga total perendaman daun yaitu 20 menit. Setelah perendaman selesai dilakukan, daun diletakkan dicawan petri yang telah berisi aquadest steril untuk dilakukan pemotongan daun dengan ukuran $\pm 1 \times 1$ cm. Cawan petri ditetesi larutan iodine sebanyak 5 tetes, dengan tujuan pemberian larutan iodine adalah menutup luka daun yang dipotong, sehingga tidak terjadi kontaminasi bakteri maupun jamur saat dilakukan penanaman eksplan pada botol kultur (Nyimas, 2012).

a. Kedinian Munculnya Kalus

Kedinian munculnya kalus merupakan tahapan awal yang harus dilakukan dalam kultur *in vitro*. Pada penelitian ini, eksplan yang digunakan untuk menginduksi terbentuknya kalus diambil dari daun muda (daun ke-2 atau ke-3 dari atas) tanaman gaharu (*Gyrinops versteegii* (Gilg) Domke). Umur fisiologis eksplan sangat penting dalam keberhasilan kultur *in vitro*, karena eksplan yang

berasal dari jaringan muda (juvenil) masih aktif melakukan pembelahan sel untuk membentuk jaringan kalus dan inilah yang dibutuhkan sebagai eksplan dalam membentuk kalus (Supatmi, 2007). Selain itu, pembentukan kalus dalam kultur jaringan sangat dipengaruhi oleh keadaan eksplan dan pemberian ZPT pada media kultur jaringan. ZPT yang sering digunakan dalam pembentukan kalus adalah golongan sitokinin. Sitokinin berfungsi merangsang pembelahan sel dan diferensiasi sel (Santoso, 2007).

Hormon tumbuhan (ZPT) dihasilkan oleh suatu jaringan nonspesifik, biasanya dari jaringan meristematik, yang dapat diproduksi jika mendapatkan rangsangan. Penyebaran hormon tumbuhan (ZPT) pada seluruh jaringan tanaman bisa terjadi dengan sangat mudah, karena penyebarannya bisa melalui ruang antarsel atau yang disebut dengan sitoplasma, sehingga dalam penyebarannya tersebut, hormon tumbuhan (ZPT) tidak harus melalui sistem pembuluh pengangkut. Secara individu, tanaman akan memproduksi sendiri hormon setelah mengalami rangsangan. Proses produksi hormon dilakukan secara endogen oleh tanaman. Rangsangan yang dapat mempengaruhi produksi hormon misalnya lingkungan. Lingkungan merupakan faktor penting yang dapat memicu tanaman untuk memproduksi hormon. Setelah menghasilkan hormone hingga pada ambang konsentrasi tertentu, maka sejumlah gen yang semula tidak aktif akan mulai menunjukkan reaksi sehingga akan menimbulkan perubahan fisiologis pada tanaman. Dengan demikian, tanaman akan mulai menunjukkan ekspresi atas pengaruh suatu rangsangan yang telah memicu produksi hormon tersebut.

Hormon sitokinin merupakan komponen penting dalam mengontrol perkembangan tunas. Pada level sel, sitokinin berperan sebagai pengontrol banyak ekspresi gen, perkembangan kloroplas, dan sintesa metabolit sekunder. Dalam perkembangan seluler, sitokinin berperan dalam meningkatkan aktivitas pembelahan sel. Menurut D'Agostino dalam Fatmawati (2010) menyatakan bahwa dalam pembelahan sel, sitokinin berperan dalam transisi fase $G1 \rightarrow S$ dan fase $G2 \rightarrow M$ dengan meningkatkan aktivitas fosforilasi sel. Fase $G1$ (Gap 1) merupakan fase dimana pertumbuhan terjadi pada meningkatnya kuantitas organela dan meningkatnya volume sitoplasma. Setelah fase $G1$ siap, maka sel

akan segera memasuki fase S. Fase S adalah saat terjadinya sintesa DNA yang menghasilkan replikasi DNA yang identik dengan DNA induk. Fase S diikuti fase G2 dimana sel mempersiapkan diri untuk melakukan mitosis. Sedangkan fase M adalah fase mitosis dimana tersaji pembelahan sel (pemisahan kromosom) dan pemisahan sitoplasma.

Jenis sitokinin yang digunakan dalam penelitian ini adalah TDZ. TDZ merupakan senyawa sitokinin tipe *phenylurea* sintetik yang sengaja dibuat oleh manusia. Menurut Arya (2011), TDZ sangat efektif untuk menginduksi kalus tanaman gaharu (*Aquilaria malaccensis* Lamk). Selain itu, TDZ merupakan senyawa sitokinin yang mempunyai aktivitas yang lebih kuat dibandingkan dengan jenis sitokinin yang lainnya. Hal tersebut karena TDZ dapat meningkatkan kerja sitokinin lain, baik sitokinin eksogen ataupun sitokinin endogen (Wahono, 2013).

Pemberian TDZ dalam media kultur jaringan sangat mempengaruhi respon yang dihasilkan oleh tanaman gaharu (*Gyrinops versteegii* (Gilg) Domke) pada setiap parameter pengamatan yang diamati. Parameter pengamatan tersebut antara lain parameter kedinian kalus (HST) dan berat kalus (g). Hal ini dapat dilihat pada Tabel 4.2 yang menunjukkan bahwa nilai F-hitung pada parameter pengamatan kedinian munculnya kalus menunjukkan konsentrasi TDZ memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap pertumbuhan kalus tanaman gaharu (*Gyrinops versteegii* (Gilg) Domke).

Variasi konsentrasi TDZ memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap parameter kedinian kalus (saat muncul kalus). Kedinian kalus merupakan tahap awal keberhasilan suatu tanaman dalam memberikan respon dalam kultur jaringan (Arya, 2011). Bagian eksplan daun gaharu yang terdiferensiasi membentuk kalus karena adanya sel-sel yang kontak dengan media tanam terutama pada bagian eksplan terluka terdorong menjadi meristematik dan selanjutnya aktif mengadakan pembelahan seperti jaringan pentup luka (Suryowinoto, 1996). Pada pengamatan parameter kedinian munculnya kalus, eksplan menunjukkan respon berbeda pada pemberian konsentrasi TDZ dalam media kultur jaringan. Berdasarkan tabel 4.3, eksplan yang memberikan respon

kedinian munculnya kalus paling baik ditunjukkan pada perlakuan 1,5 ppm TDZ yaitu pada hari ke 22-23 setelah tanam. Hasil tersebut berbeda nyata dengan perlakuan 0 ppm, 0,5 ppm dan 1 ppm TDZ. Hal tersebut mengindikasikan bahwa peningkatan konsentrasi TDZ mempengaruhi kedinian munculnya kalus pada eksplan gaharu. Menurut Wattimena dalam Mulyono (2010), bahwa setiap tanaman menunjukkan respon yang berbeda-beda terhadap lama munculnya kalus. Kedinian kalus yang paling lama adalah pada pemberian TDZ dengan konsentrasi 0,5 ppm. Hal tersebut diduga karena konsentrasi 0,5 ppm merupakan konsentrasi rendah terhadap tanaman gaharu sehingga hormon TDZ tidak dapat mempercepat proses pembelahan sel pada daun dan tidak meningkatkan hormon sitokinin endogen pada eksplan gaharu. kondisi tersebut menunjukkan bahwa pertumbuhan eksplan dikendalikan dari keseimbangan dan interaksi dari ZPT yang ada didalam eksplan baik endogen maupun eksogen yang diserap dari media (Nisak, 2012). Sedangkan pada perlakuan 0 ppm TDZ, kalus tidak tumbuh sampai pada akhir pengamatan (8 MST). Hal tersebut diduga karena eksplan tidak menerima asupan hormon dari media kultur jaringan, sedangkan hormon endogen dalam eksplan belum mampu menginduksi munculnya kalus pada eksplan. Dalam penelitian ini, konsentrasi 1,5 ppm TDZ memberikan respon kedinian kalus paling baik dibandingkan dengan konsentrasi TDZ yang lainnya. Berdasarkan Gambar 4.2 eksplan menunjukkan respon yang berbeda terhadap pemberian konsentrasi TDZ yang berbeda. Eksplan yang mengalami respon lebih cepat muncul kalus pada konsentrasi 1,5 ppm, walaupun tidak berbeda dengan konsentrasi 1 ppm TDZ. Hal ini diduga karena pemberian konsentrasi 1,5 ppm TDZ dalam media kultur jaringan tinggi terhadap eksplan tanaman gaharu, sehingga pertumbuhan kalus pada eksplan cenderung lebih cepat. Pernyataan tersebut didukung oleh Arya (2011) menyatakan bahwa TDZ yang ditambahkan dalam media kultur jaringan, apabila dalam konsentrasi yang tepat untuk tanaman tertentu akan merangsang pertumbuhan kalus, dan sebaliknya apabila digunakan dalam konsentrasi sangat tinggi akan menghambat pertumbuhan tanaman tersebut.

Perbedaan kedinian munculnya kalus pada masing-masing eksplan, selain dipengaruhi oleh hormon dan nutrisi dalam media kultur jaringan, perbedaan

tersebut juga dipengaruhi oleh eksplan yang digunakan. Penelitian ini menggunakan eksplan daun. Menurut Tjitrosoepomo (2007) daun merupakan salah satu organ tumbuhan yang memiliki pertumbuhan terbatas, sehingga hormon pertumbuhan dalam daun juga terbatas. Hal tersebut dapat mempengaruhi pembentukan kalus pada eksplan. Menurut Santoso dan Nursandi dalam Arya (2011) kemampuan bagian tanaman untuk membentuk kalus tergantung pada umur fisiologi, musim pada waktu bahan tanam, bagian tanaman yang digunakan, jenis tanaman dan faktor luar. Pada penelitian (Arya, 2011), rata-rata kedinian kalus muncul 33-34 HST pada eksplan daun dengan konsentrasi 0,5 ppm.

b. Berat Kalus

Variasi konsentrasi TDZ juga memberikan pengaruh terhadap parameter berat kalus (g). Berdasarkan tabel 4.3 dapat diketahui rata-rata berat kalus paling besar yaitu pada konsentrasi 1,5 ppm. Pada berat kalus 1 ppm tidak berbeda nyata dengan konsentrasi 0,5 ppm dan 1,5 ppm. Hasil penelitian ini sama seperti penelitian yang dilakukan oleh Arya (2011) yang menyatakan bahwa pada konsentrasi tinggi TDZ menunjukkan respon yang paling baik pada tanaman gaharu (*Aquilaria malacensis*). Hal ini diduga karena konsentrasi 1,5 ppm selain dapat meningkatkan konsentrasi hormon sitokinin endogen, penambahan konsentrasi tersebut jugadapat membuat konsentrasi sitokinin menjadi optimal dalam menumbuhkan kalus. Sedangkan berat kalus paling kecil yaitu pada konsentrasi 0 ppm TDZ hanya sekitar 0,7733 gram. Hal ini diduga karena pada konsentrasi 0 ppm TDZ, media tidak mengandung hormon, sehingga pertumbuhan eksplan hanya dipengaruhi oleh hormon endogen dari eksplan saja. Pertumbuhan eksplan yang terhambat ini menyebabkan berat kalus (g) bernilai kecil, sebab morfogenesis tidak terjadi pada eksplan yang berarti tidak ada pula penambahan jumlah sel pada eksplan.

c. Somatik Embriogenesis

Somatik embriogenesis merupakan atau embrio somatik adalah embrio yang terbentuk bukan dari penyatuan sel-sel gamet jantan dan betina atau dengan

kata lain embrio yang terbentuk dari jaringan vegetatif/somatik (Redy, 2012). Somatik embriogenesis dapat dimulai dengan dua mekanisme yaitu langsung pada jaringan eksplan, dimana tanaman secara genetik identic (clonation), dan secara tidak langsung dari jaringan terorganisir (kalus). Perbanyakkan dengan embriogenesis tidak langsung menghasilkan tanaman yang sama dengan induknya (George, 1993). Pada tanaman gaharu (*Gyrinops versteegii* (Gilg) Domke) dapat dilakukan secara tidak langsung melalui tahapan pembentukan kalus dan membutuhkan zat pengatur tumbuh spesifik (Arnold *et al.*, 2002).

Kecepatan proses embriogenesis somatik dipengaruhi oleh dua faktor pembatas yaitu inisiasi embrio somatik dan regenerasi tanaman. Keduanya membutuhkan kondisi yang tepat termasuk komposisi media dan zat pengatur tumbuh. Pada penelitian ini menggunakan hormon TDZ yang merupakan salah satu sitokinin paling aktif yaitu zat yang menginduksi proliferasi lebih besar dalam tunas *in vitro* dari sitokinin lainnya pada jenis tanaman (Victor *et al.*, 1999). Sitokinin dalam siklus sel memiliki peranan penting yaitu pemacuan sitokinesis. Sitokinin mendorong pembelahan sel dengan cara meningkatkan peralihan G2 ke mitosis dan dalam hal ini sitokinin juga meningkatkan laju sintesis protein. Beberapa protein itu adalah protein pembangun atau enzim yang dibutuhkan untuk mitosis (Salisbury dan Ross dalam Wahono, 2013). Beberapa keuntungan pada mekanisme kerja TDZ seperti dilaporkan pada kacang tanah tidak memerlukan jenis ZPT lain untuk menginduksi somatik embriogenesis (Victor *et al.*, 1999), meningkatkan biosintesis atau akumulasi sitokinin dan auksin endogen, menginduksi embrio somatik tanpa dikombinasikan dengan zat pengatur tumbuh lainnya, merangsang proliferasi tunas dan regenerasi organ adventif pada tanaman berkayu (Murthy *et al.*, 1995).

Eksplan gaharu yang dapat membentuk SE setelah dilakukan subkultur ke dalam cawan petri dengan konsentrasi TDZ yang sama pada botol kultur. Berdasarkan Gambar 4.3 eksplan gaharu yang berhasil membentuk SE pada perlakuan konsentrasi TDZ 1 ppm pada umur 11 MST atau 15 HST. Somatik embriogenesis yang terbentuk pada eksplan gaharu umur 11 MST berbentuk *globular*. Tahapan pembentukan SE dimulai dari pembelahan sel menjadi

kumpulan sel, membentuk globular, membentuk fase heart, membentuk fase torpedo dan menjadi planlet.

4.2.2 Konsentrasi Optimal Zat Pengatur Tumbuh TDZ terhadap Pembentukan Somatik Embriogenesis

Pemberian konsentrasi TDZ terhadap pembentukan somatik embriogenesis dapat dilihat pada gambar 4.4. Berdasarkan gambar 4.4 eksplan dengan konsentrasi 0,5 ppm dan 1,5 tidak membentuk SE. Hal ini diduga karena konsentrasi 0,5 ppm merupakan konsentrasi rendah terhadap tanaman gaharu yang hormon eksogen dan endogen eksplan belum mampu membentuk SE. Sedangkan pada konsentrasi 1,5 ppm merupakan konsentrasi tertinggi terhadap tanaman gaharu sehingga menghambat pembelahan sel. Pada konsentrasi TDZ 1 ppm berhasil membentuk SE gaharu. Hal ini diduga karena konsentrasi 1 ppm merupakan konsentrasi optimal yang mampu membentuk SE secara tidak langsung (kalus) pada tanaman gaharu (*Gyrinops versteegii* (Gilg) Domke). Hasil penelitian ini sama dengan penelitian Wahono (2013) bahwa hormon TDZ mampu membentuk SE pada tanaman anggrek dengan konsentrasi optimal 1 ppm; Victor *et al.*, (1999) mengatakan bahwa penggunaan TDZ 1 ppm mampu menginduksi somatik embriogenesis. Secara umum, respon embriogenesis yang ditunjukkan eksplan pada tahap pembentukan somatik embriogenesis ini terjadi secara tidak langsung, artinya pembentukan embriogenesis melalui pembentukan kalus terlebih dahulu. Sedangkan pada perlakuan 0 ppm TDZ, SE tidak terbentuk. Hal tersebut diduga karena eksplan tidak menerima asupan hormon dari media kultur jaringan, sedangkan hormon endogen dalam eksplan belum mampu membentuk SE.

4.2.3 Karya Ilmiah Populer

Hasil penelitian tentang pengaruh konsentrasi hormon TDZ terhadap pembentukan somatik embriogenesis gaharu (*Gyrinops versteegii* (Gilg) Domke) melalui teknik *invitro*, dimanfaatkan dalam penyusunan karya ilmiah populer yang berjudul “Kultur Jaringan Gaharu sebagai alternatif budidaya gaharu skala

industri". Kelayakan dari karya ilmiah populer yang disusun tersebut dapat diketahui dengan dilakukannya uji validasi. Terdapat dua orang validator yaitu validator ahli materi dan validator ahli media yang berasal dari Dosen Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Jember. Berdasarkan hasil uji validasi karya ilmiah populer, dapat diketahui bahwa rerata skor validasi oleh Dosen Biologi ahli materi sebesar 2,90 dan nilai validasi sebesar 72,72 dengan kualifikasi layak, sedangkan rerata skor validasi oleh Dosen Biologi ahli media sebesar 3,63 dan nilai validasi sebesar 90,90 dengan kualifikasi sangat layak. Berdasarkan kedua validator tersebut, diperoleh rerata skor sebesar 3,175 dan rerata nilai validasi sebesar 79,54%, sehingga karya ilmiah populer yang disusun layak untuk disajikan, namun perlu adanya perbaikan berdasarkan komentar umum yang diberikan oleh para validator.

Selain penilaian berdasarkan kriteria-kriteria karya ilmiah populer yang mengacu pada rubrik penilaian, kedua validator juga memberikan komentar umum tentang karya ilmiah populer yang telah dibuat. Validator ahli materi menyatakan bahwa perlu adanya sedikit revisi yaitu mengenai ukuran gambar morfologi gaharu dan proses kultur jaringan yang kurang besar, seharusnya gambar terpisah dari pohon utuh misalnya gambar daun terpisah, gambar bunga terpisah. Validator ahli media memberikan komentar antara lain yaitu kata pengantar dan prakata disatukan menjadi pendahuluan atau kata pengantar saja, sampul depan kata "Populer" dihilangkan, halaman judul pojok kanan bawah dihilangkan, dimensi gambar diperbesar agar menarik minat untuk membaca, dan memperhatikan proporsi gambar jika diperbesar secara manual.

Selain memberi komentar umum, kedua validator uji validasi karya ilmiah populer juga memberikan saran. Saran validator yang berasal dari ahli materi yaitu mengenai penyajian informasi gaharu sebaiknya lebih banyak mengenai gubal gaharu yang memiliki nilai ekonomi tinggi, mengenai keunikan gaharu, kelangkaan gaharu sebaiknya jadi satu Bab pada Bab 1 yaitu gaharu. Validator ahli media memberikan saran antara lain penulisan setiap judul Bab sebaiknya didesain yang menarik seperti contoh yang telah ditunjukkan oleh validator, setiap ilustrasi gambar diberi bingkai agar lebih menarik, ukuran font pada daftar

pustaka diperkecil agar tidak terlalu banyak, dan lebih banyak diberi gambar ilustrasi.

Berdasarkan hasil uji validasi karya ilmiah populer yang telah dilakukan oleh validator ahli materi dan ahli media tersebut dapat diperoleh kesimpulan bahwa karya ilmiah populer yang berjudul “Kultur Jaringan Gaharu sebagai alternatif budidaya gaharu skala industri” dinyatakan layak untuk digunakan sebagai bacaan bagi masyarakat umum.



BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut:

- a. Pemberian TDZ berpengaruh terhadap pembentukan somatik embriogenesis tanaman gaharu (*Gyrinops versteegii* (Gilg) Domke) ($p= 0,000$);
- b. Konsentrasi optimal TDZ yang memberikan pertumbuhan terbaik terhadap pembentukan somatik embriogenesis tanaman gaharu (*Gyrinops versteegii* (Gilg) Domke) adalah pada konsentrasi 1 ppm yaitu 11 MST pada 15 HST setelah dilakukan subkultur;
- c. Karya ilmiah populer dengan judul "Kultur Jaringan Gaharu sebagai Alternatif Budidaya Gaharu Skala Industri " dinilai layak untuk dijadikan sebagai bacaan bagi masyarakat umum dengan rata-rata skor validasi sebesar 3,175 dan rerata nilai validasi sebesar 79,54%.

5.2 Saran

- a. Dalam mengetahui pengaruh pemberian TDZ terhadap tanaman gaharu perlu dilakukan penelitian lanjut terhadap pembentukan somatik embryogenesis sampai tahap pembentukan tunas.
- b. Pada tahap pembentukan kalus dan SE, sebaiknya menggunakan variasi konsentrasi TDZ yang dikombinasikan dengan hormon lain, agar proses pembentukan kalus dan SE lebih maksimal.
- c. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai hasil atau produk kultur jaringan tanaman gaharu sebagai alternatif budidaya tanaman gaharu secara vegetatif.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfiana, Ria Dita Nur. 2011. Pengembangan Bahan Ajar berupa Komik pada Materi cahaya SMP. Tidak Diterbitkan. Skripsi. Jember: Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.
- Asdar, Muhammd. 2010. Karakteristik Anatomi Kayu Gaharu Daun Beringin (*Gyrinops versteegii* (Gilg.) Domke) dari Gorontalo. *Jurnal Perennial*. Vol 3 (1): 8.
- Azwin. 2006. Evaluasi Stabilitas Genetik Tanaman Gaharu (*Aquilaria malaccensis* Lamk.) Hasil Kultur *In Vitro*[Tesis]. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Betrianingrum, Citra. 2009. *Kajian Pertumbuhan Eksplan Pucuk Gaharu (Gyrinops versteegi (Gilg) Domke) Melalui Teknik Ex Vitro*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Budiatmoko SD. 1998. Sekilas tentang Perbanyak Tanaman dengan Teknik Kultur Jaringan. Duta Rimba/April/214/XXIII/1998 Hal 2-6. Perum Perhutani. Jakarta.
- Ezms. 2014. Pedoman Penulisan Buku Non Teks Pelajaran. <https://www.scribd.com/doc/69288528/4/BAB-4-MENULIS-BUKU-NONTE-KS-BERKUALITAS>. [10 Desember 2014].
- Fatmawati, T. Aisyah, T. Nurhidayati dan N. Jadid. 2010. *Pengaruh Kombinasi Zat Pengatur Tumbuh IAA dan BAP pada Kultur Jaringan Tembakau Nicotiana tabacum L. Var. Prancak 95*. Jurnal dari Program Studi Biologi Fakultas MIPA ITS Surabaya.
- Gamborg OL, Shyluk JP. 1981. Nutrition Media and Characteristics of Plant and Tissue Culture. *Plant Tissue Culture: Methods and Application in Agricultural*. Academic Press. New York.
- Gamborg OL. 1982. Kalus dan Kultur Sel. *Metode Kultur Jaringan Edisi 2*. Wetter LR dan F Constabel (editor). Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- George, E.F. dan P.H. Sherrington. 1984. *Plant Propagation by Tissue Culture*. England: Eastern Press.

- Gardner, Franklin P., Pearce RB., dan Mitchell RL. 1991. *Fisiologi Tanaman Budidaya*. Jakarta: UI-Press.
- George, E.F. dan P.H. Sherrington. 1984. *Plant Propagation by Tissue Culture*. England: Eastern Press.
- Gunawan LW. 1995. Teknik Kultur *In Vitro* dalam Hortikultura. PT Penebar Swadaya. Jakarta.
- Gunawan. 1987. Teknik Kultur Jaringan. Laboratorium Kultur Jaringan Tanaman. Pusat Antar Universitas Bioteknologi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Gusmailina. 2010. *Fisibilitas Penerapan Metode Penetrasi untuk Meningkatkan Kualitas IGW (Inoculated Gaharu Wood)*. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan, Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, Departemen Kehutanan RI.
- Hendaryono DPS dan Wijayani A. 1994. Teknik Kultur Jaringan. Kanisius. Yogyakarta.
- Isnaini, Y. dan Situmorang, J. 2005. Aplikasi Bioteknologi Untuk Pengembangan Tanaman Gaharu (*Aquilaria* spp.) di Indonesia. Studi Kasus: Perkembangan Penelitian Gaharu di Seameo Biotrop. Perhimpunan Bioteknologi Pertanian Indonesia, Malang.
- Kamus Besar Bahasa Indonesia. 2015. Kamus Besar Bahasa Indonesia Online-Definisi Kata Populer. (<http://kbbi.web.id/index.php?w=populer>). Diakses tanggal [4 Maret 2015].
- Kusmianto J. 2008. Pengaruh Thidiazuron Tunggal dan Kombinasi Thidiazuron dan Benzilaminopurin Terhadap Pembentukan Tunas dari Potongan Daun *Dendrobium antennatum* Lindl. secara *In Vitro*. [Skripsi]. Departemen Biologi Fakultas
- Lu, C.Y. 1993. The Use of Thidiazuron in Tissue Culture. *In Vitro Cellular and Developmental Biology Plant*
- Lubis, Suwardi. 2004. Teknik Penulisan Ilmiah Populer. (<http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/3777/1/komunikasi-suwardi%20lbs2.pdf>). [4 Maret 2015].
- Mandang, Y.I., Rulliaty S., dan Andianto. 2012. Tinjauan Singkat Penelitian Anatomi Kayu Di Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan (BALITBANGHUT). Bogor: Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan (BALITBANGHUT).

- Millang, S; S. Alam, dan Baharuddin, 2009. Pengembangan Tanaman Gaharu (*Gyrinops* sp.) melalui Sistem Agroforestry pada Areal Bekas Perladangan Berpindah di Hutan Pendidikan Universitas Hasanuddin Kabupaten Maros. Laporan Hasil Penelitian, Laboratorium Silvikultur Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Mulyono, D. 2010. Pengaruh Zat Pengatur Tumbuh Auksin: Indole Butiric Acid (Iba) Dan Sitokinin: Benzil Amino Purine (Bap) Dan Kinetin Dalam Elongasi Pertunasan Gaharu (*Aquilaria Beccariana*). Pusat Teknologi Produksi Pertanian BPPT. Jakarta. Jurnal Sains dan teknologi Indonesia **Vol 12**, No.1 : 1-7
- Nisak K, T. Nurhidayati, dan K. I. Purwani. 2012. *Pengaruh Kombinasi konsentrasi ZPT NAA dan BAP pada Kultur Jaringan Tembakau Nicotiana tabacum var. Prancak 95*. Jurnal Sains dan Seni Pomits **Vol.1**, No.1, 1-6.
- Nugroho A, Sugito H. 2002. Pedoman Pelaksanaan Teknik Kultur Jaringan. PT Penebar Swadaya. Jakarta.
- Puji, Rully Putri Nirmala. 2014. Pengembangan Bahan Ajar Berbasis Sejarah Lokal Menampilkan Eksistensi Benteng Portugis Situbondo pada Mata Pelajaran Sejarah Kelas XI IPS. Tidak Diterbitkan. Skripsi. Jember: Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.
- Priyatni, Endah Tri dan Wahono, Anawi Susilo. 2012. Model Penyusunan Bahan Ajar Membaca Berbasis Pendidikan Multikultural dan *E-Learning*. *Litera*. (http://www.academia.edu/2516243/MODEL_PENYUSUNAN_BAHAN_AJAR_MEMBACA_BERBASIS_PENDIDIKAN_MULTIKULTURAL_DAN_E-LEARNING). Diakses tanggal [15 Maret 2015].
- Redi, J, P. Somatik Embriogenesis. (http://www.inforedia.com/2010/10/somatik_embriogenesis.html) . Diakses tanggal [12 Februari 2015]
- Santosa, S. 2007. *Zat Pengatur Tumbuh (ZPT)*. http://www.sugih_santosa_atspac.com/artikel/zpt.html. [27 Januari 2015].
- Sandra E dan Karyaningsih I. 2000. Panduan Teknis Pelatihan Kultur Jaringan. Unit Kultur Jaringan Laboratorium Konservasi Tumbuhan Jurusan Konservasi Sumberdaya Hutan Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor. Bogor.

- Setyaningrum, Hesti Dwi dan Saparinto, Cahyo. 2014. *Panduan Lengkap Gaharu*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Simanjuntak, Portumoan. 2014. Studi kimia dan farmakologi tanaman kunyit, (*Curcuma longa* L) sebagai tumbuhan obat serbaguna. *Jurnal Kimia Mulawarman*. **Vol. 9** (1): 2.
- Sitepu, Irnayuri R., Santoso, E., Siran SA., dan Turjarman M. 2011.” Fragrant Wood Gaharu: When The Wild Can No Longer Provide”. Bogor: Ministry Of Forest Of Indonesia In Cooperation Woth International Tropical Timber Organization.
- Smith, R.H. 2000. *Plant Tissue Culture: Techniques and Experiments*. Second Edition. Academic Press. Diego. San Fransisco. New York. Boston Sydney. Tokyo.
- Subasinghe, S.M.C.U.P. and Hettiarachchi, D.S. 2013. “Agarwood Resin Production and Resin Quality of *Gyrinops Walla Gaertn*”. *International Journal of Agricultural Sciences*. ISSN 2167-0447. **Vol. 3**(1): 356.
- Sukoco. 2014. ”Di Pasar Global, Harga Kayu Gaharu Kalimantan Selangit”. *Kompas. com*. 14 Maret 2014. Halaman 1.
- Sumarna Y. 2003. *Budi Daya Gaharu*. Penebar Swadaya. Bogor.
- Sumarna, Yana. 2012. *Budidaya Jenis Pohon Penghasil Gaharu*. Bogor: Departemen Kehutanan, Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, Pusat Litbang Produktivitas Hutan.
- Supatmi. 2007. *Pengaruh Penurunan Konsentrasi Fosfor dalam Media Murashige and Skoog (MS) terhadap Pertumbuhan Kalus dan Produksi Reserpin Pule Pandak (*Rauvola verticillata*) secara In Vitro*. Universitas Sebelas Maret Surakarta
- Surata, I K., I M. Widnyana. 2001. *Teknik Budidaya Gaharu*. Aisuli 14. Balai Penelitian Kehutanan Kupang.
- Suryowinoto, M. 1996. *Pemuliaan Tanaman secara In Vitro*. Kanisisus: Penerbit Yogyakarta.

- Susanto. 2010. *Bibit Tanaman Penghasil Gaharu Dalam Pengembangan dan Konservasi Gaharu. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara. Sumatera Utara.*
- Susilo, K.A. 2003. *Sudah gaharu super pula. Budidaya gaharu dan masalahnya.* Pustaka Sinar Harapan Jakarta.
- Suyitno Al dan V. Henuhili. 2011. Induksi Kalus dan Organogenesis Tanaman Ngukilo (*Gynura procumbens* (Lour.) Merr.) dengan 2,4 D dan Kombinasi NAA - Air Kelapa Secara In Vitro. Jurnal dari Jurdik Biologi, MIPA, Universitas Negeri Yogyakarta, 2 Juli 2011.
- Syamsi, Kastam. 2012. Model Perangkat Pembelajaran Menulis Berdasarkan Pendekatan Proses Genre bagi Siswa SMP. *Litera*. (http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/penelitian/Dr.%20Kastam%20Syamsi,%20M.%20Ed./Model%20Perangkat%20Pembelajaran%20Menulis%20Berdasarkan%20Pendekatan%20Proses%20Genre%20bagi%20Siswa%20SMP_Kastam%20Syamsi.pdf). Diakses tanggal [16 Maret 2015].
- Swandra E., Idris M., dan Surya NW. 2012. Multiplikasi Tunas Andalas (*Morus macroua* Miq. var. *macroua*) dengan Menggunakan Thidiazuron dan Sumber Eksplan Berbeda secara In Vitro. *Jurnal Biologi Universitas Andalas*. Vol. 1(1): 63-68
- Tjitrosoepomo, Gembong. 2007. *Morfologi Tumbuhan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University press.
- Umboh, M.I.J.; G. Rahayu; H. Affandi, 1998. Upaya Peningkatan Produksi Gubal Gaharu: Mikropagasi *Aquilaria malaccensis* Lamk. dan Jenis Kayu Gaharu Lainnya serta Upaya Peningkatan Bioproses Gubal Gaharu. Laporan Riset, Riset Unggulan Terpadu. Kantor Menteri Negara Riset dan Teknologi Dewan Riset Nasional. Jakarta.
- Wahono, H. 2013. "Pengaruh Konsentrasi *Thidiazuron* dan Varietas Anggrek (*Oncidium sp.* dan *Dendrobium sp.*) terhadap Pembentukan Somatik Embriogenesis". Skripsi. Jember: Fakultas Pertanian Universitas Jember
- Wattimena GA. 1988. *Zat Pengatur Tumbuh Tanaman*. Pusat Antar Universitas. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Wetter, L. R. and F.Constabel. 1982. *Metode Kultur Jaringan Tanaman*. Bandung: ITB.

- Wettherel DF. 1982. Pengantar Propagasi Tanaman secara In Vitro. Terjemahan Koensomardiyah. Fakultas Farmasi Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Willis, J. dan Wright, K. E. 2000. A General Set of Procedures for Constructivist Instructional Design; The New R2D2 Model. Educational Technology.
- Windujati, Arya.2011. "Kajian Penggunaan Zat Pengatur Tumbuh BAP dan TDZ dalam Kultur Jaringan Daun Tanaman Penghasil Gaharu (*Aquilaria malaccensis* Lamk.)". Skripsi. Bogor: Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor
- Yusnita. 2003. *Kultur Jaringan: Cara Memperbanyak Tanaman Secara Efisien*. Jakarta: Agromedia Pustaka.



MATRIKS PENELITIAN

Judul	Rumusan Masalah	Sumber Data	Variabel	Indikator	Metode Penelitian
<p>Pengaruh Konsentrasi Hormon TDZ (<i>Thidiazuron</i>) terhadap Pembentukan Somatik Embriogenesis Gaharu (<i>Gyrinops versteegii</i> (Gilg) Domke) melalui Teknik In Vitro dan Pemanfaatannya sebagai Karya Ilmiah Populer</p>	<p>1. Apakah konsentrasi zat pengatur tumbuh TDZ (<i>Thidiazuron</i>) berpengaruh terhadap pembentukan somatik embriogenesis gaharu (<i>Gyrinops versteegii</i> (Gilg) Domke)?</p> <p>2. Berapakah konsentrasi optimal zat pengatur tumbuh TDZ (<i>Thidiazuron</i>) terhadap pembentukan somatik embriogenesis gaharu (<i>Gyrinops versteegii</i> (Gilg) Domke)?</p>	<p>1. Data primer dalam penelitian ini adalah berdasarkan dari pengamatan yang dilakukan terhadap pembentukan somatik embriogenesis gaharu (<i>Gyrinops versteegii</i> (Gilg) Domke) dan pemanfaatannya sebagai karya ilmiah populer.</p> <p>2. Data sekunder</p>	<p>1. Variabel bebas: variasi konsentrasi TDZ, yakni dengan konsentrasi 0 ppm; 0,5 ppm; 1 ppm; dan 1,5 ppm;</p> <p>2. Variabel terikat: kedinian munculnya kalus, berat kalus, dan morfologi SE</p> <p>3. Variabel kontrol: ukuran botol kultur, media MS</p>	<p>1. Konsentrasi Hormon <i>Thidiazuron</i></p> <p>2. pembentukan somatik embriogenesis gaharu (<i>Gyrinops versteegii</i> (Gilg) Domke)</p>	<p>1. Rancangan penelitian dilaksanakan dengan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL)</p> <p>2. Serial konsentrasi yang digunakan untuk uji pendahuluan adalah 0 ppm; 0,5 ppm; 1 ppm; 1,5 ppm.</p> <p>3. Serial konsentrasi yang digunakan untuk uji akhir adalah 0 ppm; 0,5</p>

	<p>3. Apakah hasil dari penelitian ” Pengaruh Konsentrasi Hormon TDZ <i>Thidiazuron</i> terhadap Pembentukan Somatik Embriogenesis Gaharu (<i>Gyrinops versteegii</i>) melalui Teknik <i>In Vitro</i> “ dapat dijadikan sebagai karya ilmiah populer?</p>	<p>yang digunakan dalam penelitian ini didapat dari internet, jurnal, serta berbagai buku yang mendukung lengkapnya informasi yang dibutuhkan .</p>	<p>(<i>Murashige and Skoog</i>), volume media, pH, suhu, cahaya, dan waktu pengamatan.</p>	<p>ppm; 1 ppm; 1,5 ppm.</p> <p>4. Analisis dengan One Way Anova dengan derajat kepercayaan 95% ($p < 0.05$). Jika ada perbedaan dilanjutkan uji duncan dengan derajat kepercayaan 95% ($p < 0.05$)</p>
--	---	---	--	---

Lampiran B. Analisis Data Penelitian

B.1 Uji ANOVA Pengaruh Konsentrasi Hormon TDZ (*Thidiazuron*) terhadap Pembentukan Somatik Embriogenesis Gaharu (*Gyrinops Versteegii* (Gilg) Domke) melalui Teknik *In Vitro*

Descriptives

Kedinian Munculnya Kalus

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
.00	6	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
0,5	6	42.1667	6.27429	2.56147	35.5822	48.7511	38.00	54.00
1.00	6	33.1667	2.78687	1.13774	30.2420	36.0913	31.00	38.00
1,5	6	22.1667	4.66548	1.90467	17.2705	27.0628	17.00	28.00
Total	24	24.3750	16.55245	3.37876	17.3855	31.3645	.00	54.00

ANOVA

Kedinian Munculnya Kalus

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	5957.125	3	1985.708	115.281	.000
Within Groups	344.500	20	17.225		
Total	6301.625	23			

Descriptives

Berat Kalus

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
.00	6	.7733	.16403	.06697	.6012	.9455	.57	1.02
0,5	6	1.6783	.49797	.20330	1.1557	2.2009	1.06	2.17
1.00	6	2.0800	.34543	.14102	1.7175	2.4425	1.55	2.40
1,5	6	2.2533	.33868	.13827	1.8979	2.6088	1.61	2.52
Total	24	1.6963	.67253	.13728	1.4123	1.9802	.57	2.52

ANOVA

Berat Kalus

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	7.858	3	2.619	20.588	.000
Within Groups	2.545	20	.127		
Total	10.403	23			

B.2 Uji Duncan Pengaruh Konsentrasi Hormon TDZ (*Thidiazuron*) terhadap Pembentukan Somatik Embriogenesis Gaharu (*Gyrinops Versteegii* (Gilg) Domke) melalui Teknik *In Vitro*

Kedinian Munculnya Kalus

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
Duncan ^a .00	6	.0000			
1,5	6		22.1667		
1.00	6			33.1667	
0,5	6				42.1667
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 6.000.

Berat Kalus

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
Duncan ^a .00	6	.7733		
0,5	6		1.6783	
1.00	6		2.0800	2.0800
1,5	6			2.2533
Sig.		1.000	.065	.410

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 6.000.

Lampiran C. Data Pengamatan Kedinian Kalus dan Berat Kalus

Data Kedinian Munculnya Kalus

Perlakuan (ppm)	Ulangan					
	1	2	3	4	5	6
0	0	0	0	0	0	0
0.5	38	41	38	38	54	44
1	31	38	34	34	31	31
1.5	20	28	20	17	28	20

Data Berat Kalus


Perlakuan (ppm)	Ulangan (U)					
	1	2	3	4	5	6
0	1.02	0.63	0.57	0.81	0.87	0.74
0.5	2.17	1.18	2.11	2.06	1.06	1.13
1	2.36	1.18	2.12	2.23	2.18	1.21
1.5	2.47	2.36	2.16	2.52	2.4	1.61

Data Kedinian Munculnya Somatik Embrigenesis

Perlakuan (ppm)	Minggu ke- (MST)
0	0
0,5	0
1	11
1,5	0

Lampiran D. Lembar Konsultasi Skripsi

D. 1 Dosen Pembimbing I
















KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
Jalan Kalimantan Nomor 37 Kampus Bumi Tegalboto Jember 68121
Telepon: 0331-334988, 330738 Fax: 0331-332475
Laman: www.fkip.unej.ac.id

LEMBAR KONSULTASI PENYUSUNAN SKRIPSI
Pembimbing I

Nama : Devina Deeska Febriyanti
 NIM/Angkatan : 110210103050/2011
 Jurusan/Program Studi : Pendidikan MIPA/Pendidikan Biologi
 Judul : Pengaruh Konsentrasi Hormon TDZ (*Thidiazuron*) terhadap Pembentukan Somatik Embriogenesis Gaharu (*Gyrisnops Versteegii* (Gilg) Domke) melalui Teknik In vitro dan Pemanfaatannya sebagai Karya Ilmiah Populer

Pembimbing I : **Ir. Didik Pudji Restanto, MS., Ph.D.**
 Pembimbing II : Drs. Wachju Subchan, M.S., Ph.D.

Kegiatan Konsultasi

No.	Hari/tanggal	Materi Konsultasi	Tanda Tangan Pembimbing
1	3 Februari 2015	Pengajuan Judul	
2	4 Februari 2015	ACC Judul	
3	9 Februari 2015	Konsultasi BAB 1,2, dan 3	
4	17 Februari 2015	Konsultasi BAB 1,2, dan 3	
5	25 Februari 2015	Konsultasi BAB 1,2, dan 3	
6	2 Maret 2015	Konsultasi BAB 1,2, dan 3	
7	9 Maret 2015	Konsultasi BAB 1,2, dan 3	
8	13 Maret 2015	ACC Seminar Proposal Skripsi	
9	15 April 2015	Revisi Bab 1,2 dan 3 setelah seminar	
10	23 Juni 2015	Konsultasi Bab 4 dan 5	
11	28 Juli 2015	Konsultasi Bab 4 dan 5	
12	4 Agustus 2015	Konsultasi Bab 4 dan 5	
	12 Agustus 2015	ACC Ujian Skripsi	

Catatan:

- Lembar ini harus dibawa dan diisi setiap melakukan konsultasi
- Lembar ini harus dibawa sewaktu seminar proposal skripsi dan ujian skripsi

D. 2 Dosen Pembimbing I I



 KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI

 UNIVERSITAS JEMBER

FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN

Jalan Kalimantan Selatan 11, Kampus Pendidikan, Jember 68131

Telp. 031-866111, 031-866114, 031-866115

Fax. 031-866112

LEMBAR KONSULTASI PRODUKSI SKRIPSI
Pembimbing II

Nama : **Henny Irena Febriyani**
 NIM/Askanas : **11021010201**
 Jurusan/Program Studi : **Pendidikan MIPA Pendidikan Biologi**
 Judul : **Pengaruh Konsentrasi Hormon T3 (Triiodotironin) terhadap Pembentukan Somatic Embryogenesis Galura (SEG) Fuzurego (Gilig) Douke) melalui Teknik In vitro dan Penetasiannya sebagai Karya Ilmiah Populer**
 Pembimbing I : **Dr. Didik Pudji Restanto, M.S., Ph.D**
 Pembimbing II : **Drx. Wachju Subchan, M.S., Ph.D.**


Kegiatan Konsultasi

No.	Hari/tanggal	Materi Konsultasi	Tanda Tangan Pembimbing
1	3 Februari 2015	Pengajuan Judul	
2	4 Februari 2015	ACC Judul	
3	10 Februari 2015	Konsultasi BAB 1, 2, dan 3	
4	16 Februari 2015	Konsultasi BAB 1, 2, dan 3	
5	23 Februari 2015	Konsultasi BAB 1, 2, dan 3	
6	3 Maret 2015	Konsultasi BAB 1, 2, dan 3	
7	10 Maret 2015	Konsultasi BAB 1, 2, dan 3	
8	17 Maret 2015	ACC Seminar Proposal Skripsi	
9	15 April 2015	Revisi Bab 1, 2 dan 3 setelah seminar	
10	25 Juli 2015	Konsultasi Bab 4 dan 5	
11	2 Agustus 2015	Konsultasi Bab 4 dan 5	
12	6 Agustus 2015	Konsultasi Bab 4 dan 5	
13	12 Agustus 2015	ACC Ujian Skripsi	

Catatan

1. Lembar ini harus dibawa dan diisi setiap melakukan konsultasi
2. Lembar ini harus dibawa sewaktu seminar proposal skripsi dan ujian skripsi

Lampiran E. Surat Ijin Penelitian



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
Jalan Kalimantan Nomor 37 Kampus Bumi Tegalboto Jember 68121
Telepon: 0331-334988, 330738 Fax: 0331-332475
Laman: www.fkip.unej.ac.id

Nomor : 0 5 6 2/UN25.1.5/LT/2015
Lampiran : -
Perihal : Permohonan Izin Penelitian

27 JAN 2015

Yth. Dekan Fakultas Pertanian
Universitas Jember
Jember

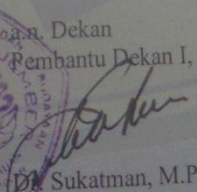
Diberitahukan dengan hormat, bahwa mahasiswa Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Jember di bawah ini:

No	NIM	Nama
1	110210153007	Azalia Qurrotu Aini
2	110210153013	Devina Deeska Febriyanti

Berkenaan dengan penyelesaian studinya, mahasiswa tersebut bermaksud mengadakan Penelitian di Laboratorium Kultur Jaringan Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian yang Saudara pimpin dengan judul "Pengaruh Hormon NAA (*Naphtalene Acetic Acid*) Terhadap Pembentukan Kalus Tanaman Gaharu (*Gyrinops versteegii*) Melalui Teknik *In Vitro*" dan "Pengaruh TDZ (*Thidiazuron*) Terhadap Pembentukan Somatik Embriogenesis Terhadap Tanaman Gaharu (*Gyrinops versteegii*) Melalui Teknik *In Vitro*".

Sehubungan dengan hal tersebut, mohon Saudara berkenan memberikan izin dan sekaligus memberikan bantuan informasi yang diperlukan.

Demikian atas perkenan dan kerjasama yang baik kami sampaikan terima kasih.


 Dekan
 Pembantu Dekan I,
 Dr. Sukatman, M.Pd.

Lampiran F. Foto Penelitian



Peneliti melakukan penanaman gaharu di *Laminar Air Flow*



Peneliti menimbang eksplan gaharu setelah subkultur

**Lampiran G. Sampel Hasil Validasi Karya
Ilmiah Populer****Instrumen Validasi Ahli Materi Uji Produk Karya Ilmiah Populer****I. Identitas Peneliti**

Nama : Devina Deeska F
NIM : 110210103050
Jurusan / Prodi : Pendidikan MIPA / Pendidikan Biologi
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan (FKIP)
Universitas Jember (UNEJ)

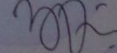
II. Pengantar

Dalam rangka menyelesaikan pendidikan Srata Satu (S1) pada program studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Jember, penulis melaksanakan penelitian sebagai salah satu bentuk tugas akhir dan kewajiban yang harus diselesaikan. Penelitian yang dilakukan penulis dengan judul: "Pengaruh Konsentrasi Hormon TDZ (Thidiazuron) terhadap Pembentukan Somatik Embriogenesis Gaharu (*Gyrinops Versteegii* (Gilg) Domke) melalui Teknik In Vitro dan Pemanfaatannya sebagai Karya Ilmiah Populer".

Untuk mencapai tujuan tersebut, penulis dengan hormat meminta kesediaan Bapak/Ibu untuk membantu dalam melakukan pengisian daftar kuisisioner yang penulis ajukan sesuai dengan keadaan sebenarnya. Kerahasiaan jawaban serta identitas Bapak/Ibu akan dijamin oleh kode etik dalam penelitian. Penulis mengucapkan banyak terima kasih atas perhatian dan ketersediaan Bapak/Ibu mengisi kuisisioner yang saya ajukan.

Hormat saya,

Penulis



Devina Deeska F.

III. Identitas Responden

Nama : Dra Riyastati Ms
 Alamat rumah : GMA Tegal Besar BE. 1
 No. Telepon :
 Jenis Kelamin : Perempuan
 Usia : 55 Thn
 Pekerjaan : Dosen

NO	URAIAN	SKOR
1.	Materi/isi buku mengaitkan dengan kondisi aktual dan berhubungan dengan kegiatan sehari-hari	1 2 (3) 4
2.	Menyajikan <i>value added</i>	1 2 (3) 4
3.	Isi buku memperkenalkan temuan baru	1 2 (3) 4
4.	Isi buku sesuai dengan perkembangan ilmu yang mutakhir, sah, dan akurat	1 2 (3) 4
5.	Materi/isi menghindari masalah SARA, Bias <i>gender</i> , serta pelanggaran HAM	1 2 (3) 4
6.	Penyajian materi/isi dilakukan secara runtun, bersistem, lugas, dan mudah dipahami oleh masyarakat awam	1 2 (3) 4
7.	Penyajian materi/isi mengembangkan kecakapan akademik, kreativitas, kemampuan berinovasi	1 2 (3) 4
8.	Penyajian materi/isi menumbuhkan motivasi untuk mengetahui lebih jauh	1 2 (3) 4
9.	Ilustrasi (gambar, foto, diagram, tabel) yang digunakan sesuai dengan proporsional	1 (2) 3 4
10.	Istilah yang digunakan menggunakan bahasa ilmiah dan baku	1 2 (3) 4
11.	Bahasa (ejaan, kata, kalimat, dan paragraf) yang digunakan	1 2 (3) 4

dengan tepat, lugas, dan jelas sehingga mudah dipahami masyarakat awam	
--	--

(Diadaptasi dari Sujarwo (2006))

Komentar Umum :

layak digunakan dengan perbaikan yg di perlukan

Saran :

Perbaiki ukuran dan proporsi foto

Keterangan :

- 1 = kurang
- 2 = cukup
- 3 = baik
- 4 = sangat baik

Alasan:

Simpulan Akhir :

layak digunakan dengan perbaikan

Dilihat dari semua aspek, apakah buku ini layak atau tidak layak untuk digunakan sebagai buku bacaan masyarakat awam?

Layak

Tidak Layak

Jember, 14 Agustus 2015

Validator,

Dra. Pujiastuti M.Si
NIP. 196102221987022001

...Masing-masing skor dalam penilaian

Instrumen Validasi Ahli Media Uji Produk Karya Ilmiah Populer**I. Identitas Peneliti**

Nama : Devina Deeska Febriyanti
NIM : 110210103050
Jurusan / Prodi : Pendidikan MIPA / Pendidikan Biologi
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan (FKIP)
Universitas Jember (UNEJ)

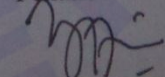
II. Pengantar

Dalam rangka menyelesaikan pendidikan Srata Satu (S1) pada program studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Jember, penulis melaksanakan penelitian sebagai salah satu bentuk tugas akhir dan kewajiban yang harus diselesaikan. Penelitian yang dilakukan penulis dengan judul: "Pengaruh Konsentrasi Hormon TDZ (Thidiazuron) terhadap Pembentukan Somatik Embriogenesis Gaharu (*Gyrinops Versteegii* (Gilg) Domke) melalui Teknik In Vitro dan Pemanfaatannya sebagai Karya Ilmiah Populer".

Untuk mencapai tujuan tersebut, penulis dengan hormat meminta kesediaan Bapak/Ibu untuk membantu dalam melakukan pengisian daftar kuisisioner yang penulis ajukan sesuai dengan keadaan sebenarnya. Kerahasiaan jawaban serta identitas Bapak/Ibu akan dijamin oleh kode etik dalam penelitian. Penulis mengucapkan banyak terima kasih atas perhatian dan ketersediaan Bapak/Ibu mengisi kuisisioner yang saya ajukan.

Hormat saya,

Penulis



Devina Deeska F.

III. Identitas Responden

Nama : Siti Murdiah, S.Pd., M.Pd.
 Alamat rumah : Jalan Sriwijaya 1 Jember
 No. Telepon : 08123458459 081936353726
 Jenis Kelamin : Perempuan
 Usia : 36 tahun
 Pekerjaan : Dosen FKIP Pendidikan Biologi

NO	URAIAN	SKOR
A KETENTUAN DASAR		
1	Mencantumkan nama pengarang/penulis atau editor	1 2 3 (4)
B CIRI KARYA ILMIAH POPULER		
1	Karangan mengandung unsur ilmiah (tidak mementingkan keindahan bahasa)	1 2 (3) 4
2	Berisi informasi akurat, berdasar fakta (tidak menekankan pada opini atau pandangan penulis)	1 2 3 (4)
3	Aktualisasi tidak mengikat	1 2 (3) 4
4	Bersifat objektif	1 2 (3) 4
5	Sumber tulisan berasal dari karya ilmiah akademik seperti hasil penelitian, paper, skripsi, ataupun tesis	1 2 3 (4)
6	Menyisipkan unsur kata-kata humor namun tidak terlalu berlebihan agar tidak membuat pembaca bosan	1 2 (3) 4
C KOMPONEN BUKU		
1	Ada halaman judul	1 2 3 (4)
2	Ada bagian awal (<i>prakata/pengantar, dan daftar isi</i>)	1 2 3 (4)
3	Ada bagian isi atau materi	1 2 3 (4)
4	Ada bagian akhir (<i>daftar pustaka dan glosarium,</i>)	1 2 3 (4)

(Diadaptasi dari Sujarwo (2006))

Komentar Umum :

.....

.....

.....

.....

.....

Saran :

1. Hal sampul "Populer" Abilaykan saja.
2. Sampul, gambarnya ganti dg habitat gajah
3. Lay-outnya ser keseluruhan (di mana ada waktu) diperbaiki
4. Ditambah gambar diperbesar → bisa menarik minat & membaca.
5. Perhatikan proporsi visual gambar jika diperbesar ser was

Keterangan :

- 1 = kurang
- 2 = cukup
- 3 = baik
- 4 = sangat baik

Alasan:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Simpulan Akhir :

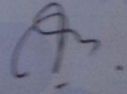
Dilihat dari semua aspek, apakah buku ini layak atau tidak layak untuk digunakan sebagai buku bacaan masyarakat awam?

Layak

Tidak Layak

Jember, 10 Aug 2015

Validator,



Siti Mardiyah, S.Pd., M.Pd.
NIP. 197905032006042001