



**PENGARUH VARIASI KONSENTRASI HORMON NAA TERHADAP
INDUKSI KALUS GAHARU (*Gyrinops versteegii* (Gilg) Domke)
MELALUI TEKNIK *IN VITRO* DAN PEMANFAATANNYA
SEBAGAI KARYA ILMIAH POPULER**

SKRIPSI

Oleh

**AZALIA QURROTU AINI
NIM. 110210103038**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI
JURUSAN PENDIDIKAN MIPA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS JEMBER
2015**



**PENGARUH VARIASI KONSENTRASI HORMON NAA TERHADAP
INDUKSI KALUS GAHARU (*Gyrinops versteegii* (Gilg) Domke)
MELALUI TEKNIK *IN VITRO* DAN PEMANFAATANNYA
SEBAGAI KARYA ILMIAH POPULER**

SKRIPSI

Oleh

**AZALIA QURROTU AINI
NIM. 110210103038**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI
JURUSAN PENDIDIKAN MIPA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS JEMBER
2015**

PERSEMBAHAN

Dengan menyebut Allah SWT Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, saya persembahkan skripsi saya ini dengan segala cinta dan kasih kepada :

1. Ibunda Mariyani dan Ayahanda Akhmad S., untuk seluruh curahan cinta kasih, doa, air mata, keringat dan semangat yang tanpa lelah mendukung setiap usaha saya dan selalu mengiringi selama ini, terima kasih untuk selalu bangga apapun keadaanku;
2. Saudaraku Vida Dwi Ardiani yang selalu menyayangiku dan selalu memberikan semangat;
3. Bapak dan Ibu guru dari TK, SD, SMP, SMA sampai PTN yang telah membimbing dan memberikan ilmunya tanpa pamrih.
4. Almamater Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember yang kubanggakan, semoga tetap jaya.

MOTTO

“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh- sungguh urusan yang lain. Dan hanya kepada Tuhanmulah hendaknya kamu berharap”.

– QS. Al Insyirah:3-8¹⁾

“Kemenangan paling berharga dalam hidup bukanlah tidak pernah gagal, melainkan bagaimana kita bisa bangkit setiap kali menemui kegagalan”²⁾

¹⁾ CV Diponegoro. 2007. Al Hikmah: Al Quran dan Terjemahannya. Bandung Diponegoro

²⁾ Pratama, Richard. 2009. *Kata-kata Motivasi*. Jakarta: Wahana Totalita Publisher

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Azalia Qurrotu Aini

NIM : 110210103038

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah berjudul “*Pengaruh Variasi Konsentrasi Hormon NAA terhadap Induksi Kalus 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, Agustus 2015

Yang menyatakan,

Azalia Qurrotu Aini

NIM 110210103038

SKRIPSI

**PENGARUH VARIASI KONSENTRASI HORMON NAA TERHADAP
INDUKSI KALUS GAHARU (*Gyrinops versteegii* (Gilg) Domke)
MELALUI TEKNIK *IN VITRO* DAN PEMANFAATANNYA
SEBAGAI KARYA ILMIAH POPULER**

Oleh

Azalia Qurrotu Aini

NIM. 110210103038

Pembimbing

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

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

PERSETUJUAN

**PENGARUH VARIASI KONSENTRASI HORMON NAA TERHADAP
PEMBENTUKAN KALUS 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 di Program Studi Pendidikan Biologi dan mencapai gelar Sarjana Pendidikan (S1)

Oleh

Nama Mahasiswa : Azalia Qurrotu Aini
NIM : 110210103038
Jurusan : Pendidikan MIPA
Program Studi : Pendidikan Biologi
Angkatan Tahun : 2011
Daerah Asal : Jember
Tempat, Tanggal Lahir : Bondowoso, 21 Oktober 1992

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 Variasi Konsentrasi NAA terhadap Induksi Kalus 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 : Selasa

Tanggal : 18 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 Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Universitas Jember

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

RINGKASAN

Pengaruh Variasi Konsentrasi Hormon NAA terhadap Induksi Kalus Gaharu (*Gyrinops Versteegii* (Gilg) Domke) melalui Teknik *In Vitro* dan Pemanfaatannya sebagai Karya Ilmiah Populer; Azalia Qurrotu Aini; 110210103038; 2015; 85 Halaman; Program Studi Pendidikan Biologi, Jurusan Pendidikan MIPA, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember.

Gaharu merupakan tumbuhan yang memiliki nilai ekonomi tinggi. Saat ini keberadaan gaharu di alam mulai langka akibat adanya penebangan secara berlebihan tanpa diimbangi dengan pelestarian. Konservasi diperlukan untuk melestarikan keberadaan tumbuhan gaharu di alam. Salah satu cara untuk mendapatkan bibit gaharu yang cepat dan dalam skala besar yaitu dengan menggunakan teknik kultur jaringan. Dalam teknik kultur jaringan hal yang perlu diperhatikan adalah penggunaan jenis media dan jenis ZPT yang digunakan. Salah satu ZPT yang sering digunakan dalam teknik kultur jaringan adalah NAA karena sifatnya yang lebih stabil dibanding dengan ZPT yang lain. Penggunaan NAA diharapkan mampu menginduksi pertumbuhan kalus yang berasal dari eksplan daun gaharu. Pembentukan kalus merupakan tahap paling penting dalam teknik kultur jaringan karena kalus merupakan awal pertumbuhan bagi eksplan untuk tumbuh menjadi tumbuhan yang utuh.

Tujuan penelitian ini adalah mengkaji pengaruh variasi konsentrasi hormon NAA terhadap pembentukan kalus gaharu, untuk mengetahui konsentrasi optimal NAA yang memberikan pertumbuhan terbaik terhadap pembentukan kalus gaharu, dan untuk mengetahui apakah hasil penelitian ini dapat dimanfaatkan sebagai karya ilmiah populer. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kultur Jaringan, Jurusan Budidaya Tanaman, Fakultas Pertanian Universitas Jember. Metode yang digunakan adalah Rancangan Acak lengkap (RAL) dengan 6 perlakuan : kontrol NAA 0 ppm, NAA 1 ppm, NAA 2 ppm, NAA 3 ppm, NAA 4 ppm dan NAA 5 ppm. Pengamatan dilakukan pada parameter waktu awal terbentuknya kalus; berat basah kalus; dan warna kalus.

Analisis statistik yang digunakan adalah Anova. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa adanya penambahan NAA dapat menginduksi pembentukan kalus. Perlakuan NAA 5 ppm mampu menginduksi pertumbuhan kalus dengan rerata hari 22 hari setelah tanam. Uji statistik menunjukkan bahwa perlakuan variasi konsentrasi NAA berpengaruh tidak nyata terhadap kecepatan terbentuknya kalus. Namun, perlakuan variasi konsentrasi NAA berpengaruh nyata terhadap berat basah kalus. Pengamatan secara visual dilakukan untuk menentukan warna kalus dengan menggunakan pedoman *Munsell Color Chart for Plant Tissue*. Terdapat perubahan warna kalus dari putih menjadi kekuningan.

Penelitian pengaruh variasi konsentrasi NAA terhadap pembentukan kalus gaharu sangat layak dijadikan sebagai media informasi berupa karya ilmiah populer dengan judul “Kultur Jaringan Gaharu (*Gyrinops versteegii*)” dengan rerata nilai validasi sebesar 73,5.

PRAKATA

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul *Pengaruh Variasi Konsentrasi NAA terhadap Induksi Kalus Gaharu (Gyrinops Versteegii (Gilg) Domke) melalui Teknik In Vitro dan Pemanfaatannya sebagai Karya Ilmiah Populer* sebagai tugas akhir di Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember untuk memenuhi persyaratan menyelesaikan pendidikan strata satu (S1).

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

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terimakasih kepada.

1. Prof. Dr. Sunardi, M.Pd., selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember;
2. Dr. Dwi Wahyuni, M.Kes., selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA FKIP Universitas Jember;
3. Prof. Drs. Suratno, M.Si., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Jember, dan selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan banyak masukan dan motivasi dalam masa perkuliahan;
4. Ir. Didik Pudji Restanto, M.S., Ph.D. selaku dosen pembimbing utama dan Drs. Wachju Subchan, M.S., Ph.D. selaku dosen pembimbing anggota yang telah meluangkan waktu, ilmu, perhatian, arahan, dan bimbingannya dalam menyelesaikan skripsi ini;
5. Dr. Ir. Imam Mudakir, M.Si. dan Dra. Pujiastuti, M.Si. selaku dosen pembahas dan penguji yang telah memberikan saran dan masukan dalam menyelesaikan skripsi ini;
6. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Jember yang telah memberikan ilmu, serta membimbing selama perkuliahan;

7. Teknisi Laboratorium Kultur Jaringan , Bapak Boedi Kriswanto, S.P. yang telah mengajari dan membantu selama mengerjakan penelitian di Laboratorium Kultur Jaringan;
8. Ibuku Mariyani, Bapakku Akhmad yang telah berjuang, berkorban, selalu memberikan cinta dan kasih sayang, semangat, motivasi, perhatian serta doa kepada ku, juga adik tersayang Vida Dwi Ardiani;
9. Faris Dian Supriyadi yang selalu menemani dalam suka dan duka, memberikan semangat, doa, kasih sayang, serta motivasi agar tidak putus asa dalam menyelesaikan skripsi ini;
10. Teman seperjuangan selama melakukan penelitian di Laboratorium Kultur Jaringan Devina, Hiqma, Deni, Putri, Ulya, Sipit, Boyen, Zayyan atas bantuan dan kerja samanya di laboratorium;
11. Sahabat X-Friends Wontin, Intan, Putri, Meli, Yuly, Okta, Mala, Aji, Devina, Winda, Rifa, Henny, Kennis, Ivon, Binti, terimakasih telah menjadi keluarga yang luar biasa, terimakasih kerjasamanya, kekompakan, kenangan indah serta persahabatan selama menyelesaikan perkuliahan di Universitas Jember;
12. Saudara kosan Navira Selvi, Alen, Weny, Deak, terima kasih sudah menjadi saudara yang selalu menemani disaat senang maupun susah, terima kasih atas kekompakan, kebersamaan hangat, dan dukungannya;
13. Teman-teman Bionic 2011 Pendidikan Biologi Universitas Jember;
14. Serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, Agustus 2015
Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMBUTAN	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBINGAN	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
PRAKATA	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah	5
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian	6
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Taksonomi Gaharu (<i>Gyrinops versteegii</i>)	7
2.2 Morfologi Gaharu	8
2.3 Anatomi Gaharu	9
2.4 Penyebaran dan Habitat Gaharu	10
2.5 Teknik <i>In vitro</i> (Kultur Jaringan)	11
2.6 Media Kultur Jaringan	12

2.6.1 Media <i>Murashige and Skoog</i>	12
2.7 Zat Pengatur Tumbuh	13
2.7.1 Hormon NAA (<i>Naphtalene Acetic Acid</i>).....	14
2.8 Karya Ilmiah Populer	15
2.9 Model Pengembangan R2D2	16
2.10 Hipotesis	20
BAB 3. METODE PENELITIAN	22
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	22
3.2 Variabel Penelitian	22
3.2.1 Variabel Bebas	22
3.2.2 Variabel Terikat	22
3.2.3 Variabel Kontrol	22
3.3 Definisi Operasional Variabel	22
3.4 Desain Penelitian	23
3.4.1 Rancangan Penelitian	23
3.4.2 Penentuan Sampel Penelitian	23
3.5 Alat dan Bahan Penelitian	24
3.5.1 Alat Penelitian	24
3.4.2 Bahan Penelitian	24
3.6 Prosedur Penelitian	24
3.6.1 Persiapan Penelitian	24
3.6.2 Penanaman Eksplan	25
3.6.3 Pemeliharaan.....	26
3.6.4 <i>Layout</i> Penelitian	26
3.7 Parameter Pengamatan	27
3.8 Analisis Data	28
3.9 Penelitian Pengembangan Karya Ilmiah Populer	28
3.9.1 Model Penelitian Pengembangan	29
3.9.2 Prosedur Penyusunan Karya Ilmiah Populer	29

3.9.3 Tahap Uji Validasi Produk	30
3.10 Skema Alur Penelitian	32
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	33
4.1 Hasil Penelitian	33
4.1.1 Pengaruh Variasi Konsentrasi NAA terhadap Induksi Kalus Gaharu	33
4.1.2 Konsentrasi Optimal NAA terhadap Induksi Kalus Gaharu	40
4.1.3 Hasil Uji Validasi Karya Ilmiah Populer	41
4.2 Pembahasan	42
4.2.1 Pengaruh Variasi Konsentrasi NAA terhadap Induksi Kalus Gaharu	43
4.2.2 Uji Validasi Karya Ilmiah Populer	49
BAB 5. PENUTUP	50
5.1 Kesimpulan	50
5.2 Saran	50
DAFTAR PUSTAKA	51
LAMPIRAN	52

DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
2.1	Potensi Jenis dan Dugaan Sebaran umbuh Pohon Penghasil Gaharu di Indonesia.....	10
2.2	Komposisi Media Dasar <i>Murashige and Skoog</i> (MS 1962)	13
3.1	Tabel Parameter Pengamatan	28
3.2	Kriteria Validasi Karya Ilmiah Populer.....	31
4.1	Tabel Pengaruh Perlakuan Variasi Konsentrasi Hormon NAA terhadap Kecepatan (hari) Terbentuknya Kalus Gaharu (<i>Gyrinops versteegii</i> (Gilg) Domke)	35
4.2	Analisis Anova Pengaruh Variasi Konsentrasi Hormon NAA terhadap Waktu (hari) Awal Terbentuknya Kalus Gaharu (<i>Gyrinops versteegii</i> (Gilg) Domke)	35
4.3	Tabel Pengaruh Perlakuan Variasi Konsentrasi Hormon NAA terhadap Berat Basah Kalus Gaharu (<i>Gyrinops versteegii</i> (Gilg) Domke)	37
4.4	Analisis Anova Pengaruh Variasi Konsentrasi Hormon NAA terhadap Berat Basah Kalus Gaharu (<i>Gyrinops versteegii</i> (Gilg) Domke)	37
4.5	Prosentase Warna Kalus Gaharu (<i>Gyrinops versteegii</i> (Gilg) Domke)	39
4.6	Hasil Uji Validasi Karya Ilmiah Populer	41

DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
2.1	Struktur Morfologi Gaharu	8
2.2	Penampang Melintang Gaharu Beringin	10
2.3	Rumus Bangun Auksin	14
3.1	<i>Layout</i> Penelitian	26
3.2	Botol Kultur dan Eksplan yang Telah Ditanam.....	26
3.3	Alur Penelitian	32
4.1	Histogram Pengaruh Variasi Konsentrasi NAA terhadap Waktu Awal (hari) Terbentuknya Kalus Gaharu (<i>Gyrinops versteegii</i> (Gilg) Domke)	34
4.2	Histogram Pengaruh Variasi Konsentrasi NAA terhadap Berat Basah (gram) Kalus Gaharu (<i>Gyrinops versteegii</i> (Gilg) Domke)	36
4.3	Morfologi Eksplan Umur 8 Minggu	40
4.4	Kontaminasi	43

DAFTAR LAMPIRAN

A. Matriks Penelitian	55
B. Surat Ijin Melakukan Penelitian.....	57
C. Instrumen Validasi Uji Produk Karya Ilmiah Populer	58
D. Penjelasan Butir Instrumen Praseleksi Karya Ilmiah Populer	63
E. Hasil Uji Validasi.....	70
F. <i>Munsell Color Chart for Plant Tissue</i>	76
G. Data Hasil Pengamatan	77
H. Hasil Analisis	80
I. Dokumentasi penelitian	83
J. Sampul Buku.....	84

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Gaharu merupakan kelompok jenis tumbuhan hutan yang memiliki nilai ekonomi tinggi yang termasuk dalam komoditi perdagangan Hasil Hutan Bukan Kayu (HHBK). Gaharu mampu menghasilkan gubal berupa kayu yang mengalami pelapukan akibat infeksi jamur. Jika dilihat dari wujudnya, gubal gaharu merupakan gumpalan berbentuk padat, berwarna coklat kehitaman dan hitam dan berbau harum jika dibakar (Winarsih, 2011 : 1). Menurut Zubaidi dan Farida dalam Yanti (2008) gubal gaharu yang terdapat pada bagian kayu mengandung minyak atsiri yang berupa damar wangi (*aromatic resin*) yang beraroma harum didapat karena telah mengalami perubahan fisika dan kimia. Karena aroma harum tersebut, gaharu telah lama diperdagangkan sebagai komoditi dengan nilai ekonomi tinggi untuk keperluan industri parfum dan dupa yang sangat populer di masyarakat Timur Tengah terutama di Arab Saudi, Uni Emirat, Yaman, Oman, dan Negara di dataran Cina, Korea dan Jepang.

Sejalan dengan perkembangan ilmu dan teknologi industri kimia farmasi dan pengobatan untuk kembali memanfaatkan tumbuhan sebagai pengobatan alami, gaharu mulai banyak dimanfaatkan untuk pengobatan herbal. Pengobatan herbal yang berasal dari gaharu untuk pengobatan stress, asma, rheumatik, radang ginjal dan lambung, antibiotik, *Tuberculosis* (TBC) serta tumor dan kanker (Sumarna, 2012:2). Di Cina, gaharu digunakan sebagai obat sakit perut, *anodyne* (penghilang rasa sakit), kanker, diare, ginjal dan penyakit paru-paru, sedangkan di India digunakan sebagai obat tumor usus (Sumarna, 2012:2).

Forestry Research and Development of Kalimantan (dalam Sitepu *et al.*, 2011) mengungkapkan bahwa nilai jual gaharu kualitas superking mencapai Rp.30.000.000/Kg. Nilai ekonomi tinggi yang dimiliki oleh gaharu inilah

menyebabkan populasi gaharu di alam semakin langka karena eksploitasi yang tidak dapat dielakkan. Kelangkaan pohon gaharu terjadi karena masyarakat mencari keberadaan gaharu pada habitat alaminya dengan menebang pohon hidup sebanyak mungkin untuk mendapatkan satuan gaharu yang dibutuhkan untuk mendapatkan keuntungan sebanyak-banyaknya. Eksploitasi jenis tanaman gaharu yang berlebihan dapat menyebabkan kemrosotan aset genetik dan sekaligus mengancam kelestarian di populasi alaminya (Santoso, 2012:61).

Eksploitasi tanaman gaharu beberapa tahun belakangan ini semakin meningkat namun tidak diimbangi dengan upaya pelestariannya (Mulyono, 2010:2). Untuk melindungi jenis-jenis tanaman gaharu terutama dari genus *Aquilaria spp* dan *Gyrinops sp.* dari kepunahan di alam, maka komisi *Convention on International in Trade Endangered Species of Fauna and Flora* (CITES) sejak tahun 2004 telah menetapkan larangan dan atau pembatasan pemungutan gaharu alam dengan memasukannya dalam daftar tumbuhan Appendix II CITES (Betrianingrum, 2009:17). Hal ini berarti bahwa jenis ini hanya dapat diperdagangkan berdasarkan kuota yang telah ditentukan, yaitu dibatasi sampai 75 ton per tahun (Sumarna, 2012: 2). Meskipun demikian tahun 2000 –2002, hanya berhasil diekspor 30 ton senilai US\$ 600.000 atau senilai 7,7 miliar rupiah (Asdar, 2010).

Upaya pelestarian gaharu juga dicanangkan oleh Departemen Kehutanan Republik Indonesia sekaligus untuk meningkatkan Pendapatan Negara Bukan Pajak (PNBP) dengan memacu peningkatan nilai produksi dari komoditas hasil hutan bukan kayu (HHBK). Sesuai Peraturan Menteri Kehutanan Nomor : 35/Menhut-II/2007, tentang Hasil Hutan Bukan Kayu (HHBK), ditindak lanjuti dengan Keputusan Menteri Kehutanan Nomor: 347/Menhut-II/2007, tentang Pembentukan Kelompok Kerja (POKJA) menyangkut upaya pengembangan Hasil Hutan Bukan Kayu (HHBK) yang salah satu diantaranya adalah komoditas gaharu (Sumarna, 2012:2). Selain membatasi kuota perdagangan gaharu, upaya pelestarian gaharu juga dilakukan secara *in-situ* maupun *ex-situ* (Sumarna, 2012).

Untuk mendukung upaya pemerintah dalam melestarikan gaharu diperlukan perbanyakkan masal bibit jenis-jenis gaharu baik secara generatif maupun vegetatif. Perkembangbiakan tumbuhan gaharu secara generatif dapat dilakukan dengan biji. Biji gaharu memiliki sifat rekalsitran dan masa dormansi pendek sehingga mudah bagi biji gaharu untuk tumbuh pada lingkungan yang mendukung (Sumarna, 2012). Menurut Betrianingrum (2009) gaharu merupakan tanaman tahunan dimana hanya bereproduksi sekali dalam setahun. Menurut Sumarna (2012), perkembangbiakan gaharu secara generatif sangatlah kurang untuk memenuhi kebutuhan akan bibit gaharu di Indonesia sehingga juga dilakukan perkembangbiakan secara vegetatif. Perbanyakkan 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, 2009:1). Keuntungan yang didapat dari perbanyakkan 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, 2009:4).

Keberhasilan dalam menggunakan metode kultur jaringan sangat bergantung pada komposisi media yang digunakan. Media kultur jaringan terdiri dari unsur makro, mikro dan karbohidrat yang pada umumnya berupa sukrosa atau gula dan Zat Pengatur Tumbuh (ZPT) (Prakoeswa, 2009:4). Saat ini, sudah mulai dikembangkan pembudidayaan tanaman gaharu menggunakan teknik kultur jaringan dengan berbagai macam variasi pemberian ZPT pada media kultur jaringan. Komposisi ZPT didalam media kultur jaringan memberi peranan penting dalam organogenesis baik secara langsung (*direct organogenesis*) maupun secara tidak langsung (*indirect organogenesis*). Hal ini seperti pada penelitian yang dilakukan Saikia (2012) pada gaharu jenis *Aquilaria malaccensis* dengan komposisi *6-Benzyl Amino Purin* (BAP) (0,5mg/L) + *Naphtalene Acetic Acid* (NAA) (3mg/L) efektif dalam induksi kalus. Di

dalam teknik kultur jaringan, kalus merupakan tahap awal pertumbuhan eksplan menjadi tunas-tunas baru dimana terjadi multiplikasi tunas (Zulkarnain. 2009). Namun pada saat ini, pengkajian tentang variasi konsentrasi NAA untuk mengoptimalkan induksi kalus tersebut masih sangat kurang khususnya untuk tanaman gaharu.

Selama ini belum banyak penelitian mengenai penggunaan NAA untuk induksi kalus gaharu dengan teknik kultur jaringan dan hasil penelitiannya belum banyak diketahui oleh masyarakat umum. Salah satu cara untuk menginformasikannya yaitu dengan 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 pengaruh variasi NAA terhadap induksi kalus gaharu. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu pedoman yang dapat memberikan informasi serta mengarahkan cara penggunaan NAA untuk menginduksi pembentukan kalus gaharu. Berdasarkan latar belakang diatas maka peneliti melakukan penelitian mengenai “Pengaruh Variasi Konsentrasi Hormon NAA Terhadap Induksi Kalus Gaharu (*Gyrinops versetegii* (Gilg) Domke) Melalui Teknik *In Vitro* dan Pemanfaatannya sebagai Karya Ilmiah Populer”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijabarkan di atas, maka dapat dirumuskan beberapa masalah sebagai berikut.

- a. Apakah variasi konsentrasi zat pengatur tumbuh NAA berpengaruh terhadap induksi kalus gaharu (*Gyrinops versteegii* (Gilg) Domke)?
- b. Berapakah konsentrasi optimal zat pengatur tumbuh NAA yang memberikan pertumbuhan terbaik terhadap induksi kalus gaharu (*Gyrinops versteegii* (Gilg) Domke)?

- c. Apakah hasil penelitian “Pengaruh Variasi Konsentrasi Hormon NAA terhadap Induksi Kalus Gaharu (*Gyrinops versetegii* (Gilg) Domke) 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 gaharu yang digunakan adalah spesies *Gyrinops versteegii*;
- b. Daun yang digunakan berasal dari bibit gaharu berumur 2 tahun yang diperoleh dari *Gaharu Lumajang Community* (GLC);
- c. Daun yang dijadikan eksplan adalah 1-2 helai daun dari pucuk yang memiliki kenampakan hijau segar;
- d. Eksplan yang digunakan berukuran $1 \times 1 \pm 0,2$ cm;
- e. Media dasar yang digunakan dalam penelitian ini adalah media *Murashige and Skoog* (MS);
- f. Pengamatan dilakukan sampai terbentuknya kalus pada eksplan sekitar 2-3 bulan setelah tanam;
- g. Parameter pengamatan yang dilakukan meliputi kecepatan terbentuknya kalus, warna kalus, dan berat kalus.
- h. Konsentrasi zat pengatur tumbuh NAA menggunakan 6 taraf perlakuan, antara lain: 0 ppm; 1 ppm; 2 ppm; 3 ppm; 4 ppm; dan 5 ppm;
- i. Karya ilmiah populer yang disusun adalah berupa buku nonteks.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang akan diteliti, tujuan yang ingin dicapai diantaranya sebagai berikut.

- a. Mengkaji pengaruh konsentrasi zat pengatur tumbuh NAA terhadap induksi kalus gaharu (*Gryrinops verstegii*);
- b. Mengetahui konsentrasi optimal zat pengatur tumbuh NAA yang memberikan pertumbuhan terbaik terhadap induksi kalus gaharu (*Gryrinops verstegii*).
- c. Menghasilkan dan mengetahui kelayakan hasil penelitian tentang “Pengaruh Variasi Konsentrasi Hormon NAA terhadap Induksi Kalus Gaharu (*Gyrinops versetegii* (Gilg) Domke) melalui Teknik *In Vitro*”

1.5 Manfaat Penelitian

Setelah dilakukan penelitian ini diharapkan dapat membawa manfaat, diantaranya sebagai berikut :

- a. Bagi ilmu pengetahuan, dapat menambah wawasan keilmuan dan pengetahuan tentang pengaruh variasi konsentrasi hormon NAA terhadap induksi kalus gaharu,
- b. Bagi masyarakat dan penulis, menambah informasi yang disajikan dalam bentuk karya ilmiah populer tentang pengaruh variasi hormon NAA terhadap induksi kalus gaharu,
- c. Bagi peneliti lain, dapat digunakan sebagai bahan perbandingan dan acuan penelitian sejenis,
- d. Bagi pembudidaya bibit gaharu, dapat dijadikan sebagai sarana untuk memperbanyak tanaman gaharu yang seragam dalam waktu yang relatif singkat.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Taksonomi Gaharu (*Gyrinops versteegii*)

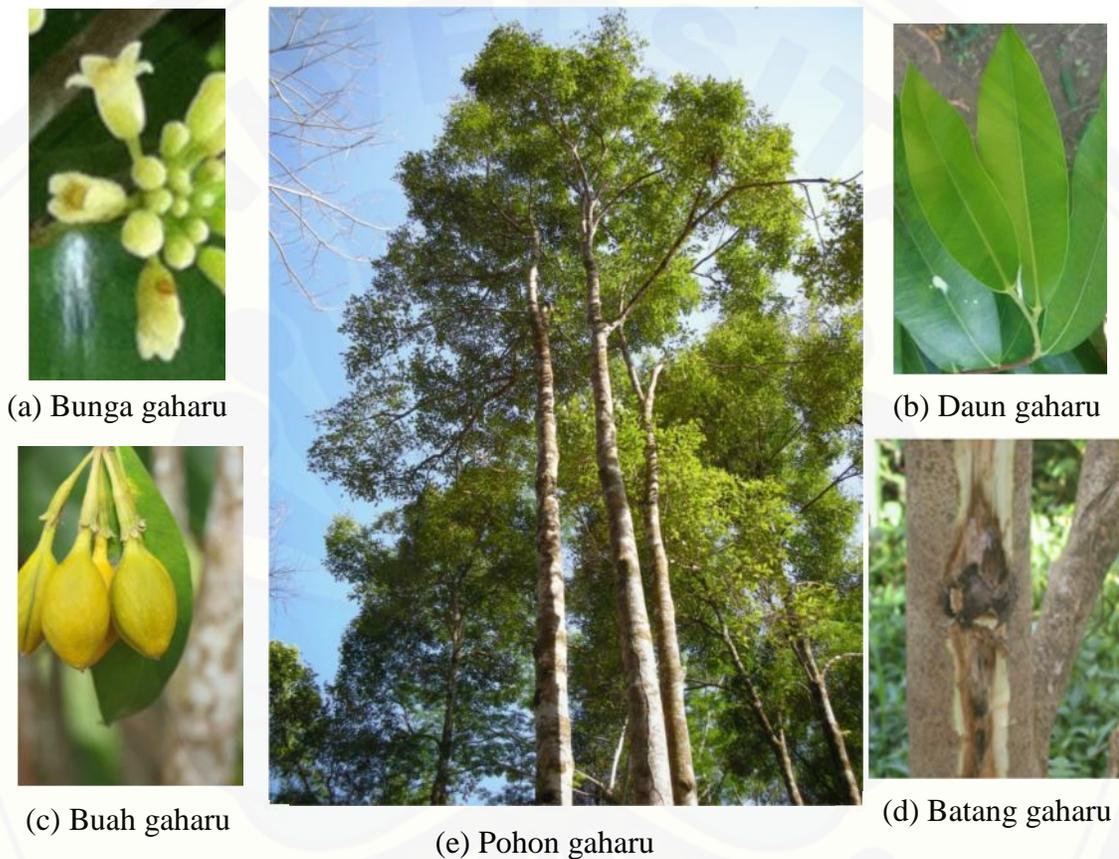
Secara botanis tumbuhan penghasil gaharu memiliki susunan tata nama, dengan Kingdom : Plantae , Divisi : Spermatophyta, Sub-Divisi : Angiospermae, Class : Dicotyledon, Sub-Class : Archichlamydae, dan memiliki tiga famili yakni: Thymeleaceae, Euphorbiaceae dan Leguminosaceae dengan delapan genus yaitu *Aquilaria*, *Aetoxylon*, *Dalbergia*, *Enkleia*, *Excoccaria*, *Gonystylus*, *Gyrinops* dan *Wiekstroemia*. Di Indonesia untuk sementara diketahui terdapat 27 jenis yang memiliki bentukan hidup berupa pohon, semak, perdu dan atau sebagai tumbuhan merambat (Sumarna, 2012). Dari 27 pohon penghasil gaharu yang diketahui, hanya 5 (lima) jenis yang sangat populer diusahakan di Indonesia, yaitu: *Aquilaria malaccensis*, *A. microcarpa*, *A. filaria*, *A. cumingiana*, dan *Gyrinops* (Santoso, 2012 : 1).

Menurut Gilg (dalam Betrianingrum, 2009), taksonomi tanaman gaharu adalah sebagai berikut :

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Sub-Divisi	: Angiospermae
Class	: Dicotyledone
Sub-Class	: Magnoliopsida
Famili	: Thymelaeaceae
Genus	: <i>Gyrinops</i>
Species	: <i>Gyrinops versteegii</i>

2.2 Morfologi Gaharu

Jenis tanaman penghasil gaharu dari famili Thymelaeacea yang di dalamnya termasuk genus *Aquilaria* dan *Gyrinops* memiliki ciri-ciri morfologi yang relatif sama (Setyaningrum dan Saporinto, 2014). Struktur morfologi tanaman gaharu dari jenis *Gyrinops* dapat dilihat dalam Gambar 2.1 berikut ini :



Gambar 2.1 Struktur Morfologi Gaharu (Sumber : Sitepu, *et al.*, 2011)

a. Buah

Buah berwarna hijau, berbentuk bulat telur lonjong, eksokarpium dilapisi oleh bulu halus, panjang 4 cm dan lebar 2,5cm. terdapat 2 biji pada 1 butir buah. Warna biji adalah coklan kehitaman dan dilapisi oleh bulu berwarna merah kecoklatan (Sitepu, *et al.*, 2011 : 8).

b. Bunga

Bunga terdapat di tangkai atau sub terminal yang sering berupa *axillary*. Pada umumnya berupa bunga *actinomorphic*, biseksual, uniseksual. Kelopak bunga berbentuk pipa, *campanulate*. Mahkota bunga tersusun dari 4-6 helai mahkota berbentuk *caduceus* yang saling menutupi. Benang sari berjumlah 2 atau sebanding dengan jumlah kelopak bunga (Betrianingrum, 2009 : 20).

c. Daun

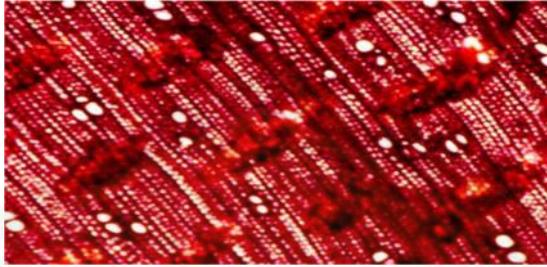
Daun berwarna hijau dan kadang terdapat bintik putih. Di bagian pangkal daun terdapat bulu-bulu halus. Merupakan daun tunggal berbentuk jorong dengan panjang 4,5-10 cm dan lebar 1,5-4,5cm. tulang daun sekunder memiliki 12-19 pasang urat daun tidak beraturan kadang bercabang. Memiliki tangkai daun dengan panjang 3-5 mm dan berbulu (Sitepu *et al.*2011 : 10).

d. Batang

Batang pohon gaharu memiliki tinggi 10-17,5 m dengan lebar diameter rata-rata 60cm. Kulit batang berwarna kecoklatan dengan sedikit warna keputih-putihan. (Sitepu *et al.*2011 : 10).

2.3 Anatomi Gaharu

Secara anatomi pembuluh kayu berbentuk lonjong, tersebar baur dan berganda radial 2-4. Panjang pori mencapai 405 mikron, rata-rata 257 ± 116 mikron, diameter maksimal 190 mikron dengan rata-rata 90 ± 71 mikron, frekuensi pori rata-rata 14 per mm^2 . Jari-Jari bertipe heteroselular yaitu terdiri atas sel tegak dan sel baring, tinggi mencapai 465 mikron, rata-rata 212 ± 117 mikron, lebar rata-rata 32 ± 9 mikron dengan frekuensi rata-rata $8,4 \pm 3$ per mm. Jari-jari umumnya satu seri dan jarang yang berseri 2. Parenkim aksial bertipe paratrakea jarang atau berasosiasi dengan kulit tersisip dan ada parenkim fusiform. Tidak dijumpai saluran interseluler tidak dijumpai (Asdar, 2010 : 8).



Gambar 2.2 Penampang melintang gaharu beringin (*Gyrinops versteegii*)

(Sumber : Asdar, 2010)

2.4 Penyebaran dan Habitat Gaharu

Daerah sebaran tumbuh pohon penghasil gaharu di Indonesia dijumpai di wilayah hutan Jawa, Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, Maluku, Irian Jaya dan Nusa Tenggara. Secara ekologis berada pada ketinggian 0 – 2400 m.dpl, pada daerah beriklim panas dengan suhu antara 28° – 34 ° C, berkelembaban sekitar 80 % dan bercurah hujan antara 1000 – 2000 mm/th (Sumarna, 2012). Tanaman gaharu dapat tumbuh baik pada kondisi tanah yang beragam. Tumbuhan ini dapat tumbuh baik pada kondisi tanah dengan struktur dan tekstur yang subur, sedang, maupun ekstrim. Tumbuhan ini pun dapat dijumpai pada kawasan hutan rawa, gambut, hutan dataran rendah, atau hutan pegunungan dengan tekstur tanah berpasir berbatu yang ekstrim (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. agalloccha</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 Teknik *In Vitro* (Kultur Jaringan)

Kultur jaringan merupakan suatu teknik membudidayakan suatu jaringan tanaman maupun bagian tanaman yang meliputi batang, akar, daun, bunga, kalus, sel, protoplas maupun embrio menjadi tanaman kecil yang memiliki sifat sama seperti induknya. Bagian tumbuhan tersebut diistilahkan sebagai eksplan, diisolasi dari kondisi *in vivo* dan dikultur pada medium buatan steril sehingga dapat beregenerasi dan berdiferensiasi menjadi tanaman lengkap (Zulkarnain. 2009 : 8). Menurut Santono dalam Prakoeswa (2009) dasar teknik kultur jaringan adalah totipotensi yang dimiliki sel tanaman. Totipotensi adalah kemampuan sel untuk tumbuh dan berkembang membentuk tanaman lengkap (Prakoeswa. 2009 : 3).

Menurut Idowu (209) saat ini aplikasi teknik kultur jaringan tidak hanya untuk propagasi klonal dan mikropropagasi, namun berkembang menjadi : propagasi klonal, multiplikasi pucuk aksilar, organogenesis langsung, organogenesis kalus, somatik embriogenesis, *in vitro gene bank*, transformasi DNA, kultur sel, produksi metabolit sekunder, dll.

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 generative maupun vegetative; (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 Media Kultur Jaringan

Menurut Wethrell dalam Supatmi (2007) komponen penyusun media dapat digolongkan menjadi : garam organik, zat pengatur tumbuh, vitamin, asam amino, karbohidrat, dan air. Unsur hara organik terdiri dari unsur makro dan mikro. Unsur makro yang dibutuhkan meliputi Nitrogen (N), Fosfor (P), Kalium (K), Kalsium (Ca), Magnesium (Mg) dan Sulfur (S). sedangkan unsur mikro yang dibutuhkan yaitu: Besi (Fe), Seng (Zn), Mangan (Mn), Boron (Bo), Molibdenum (Mo), Tembaga (Cu), dan Klor (Cl) (Supatmi, 2007). Terdapat beberapa media dasar yang sering digunakan dalam teknik kultur jaringan antara lain : (1) media dasar *Murashige and Skoog* (MS); (2) media dasar Gamborg (B5); (3) media dasar *White*; (4) media *Vacint Went* (VW); (5) media dasar *Woody Plant Medium* (WPN); (6) media dasar Nits dan Nitsch (Yuliarti,2010). Banyak jenis media yang digunakan untuk kultur kalus, namun yang paling banyak digunakan adalah media *Murashige and Skoog* (MS,1962) (Fitri, 2012).

2.6.1 Media *Murashige and Skoog*

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 (Yuliarti,2010: 22).

Tabel 2.2 Komposisi Media Dasar *Murashige and Skoog* (MS 1962) (Sumber: Yuliarti,2010)

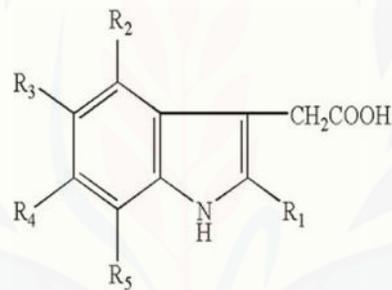
Stok	Penyusun	Konsentrasi mg/L (dalam media 1 L)	Pengambilan mL / L (pembuatan media 1 L)	Penimbangan g/L (pembuatan stok 1 L)
A	NH ₄ NO ₃	1650	20	82,5
B	KNO ₃	1900	20	95
C	CaCl ₂ .2H ₂ O	440	10	44
D	MgSO ₄ . 7H ₂ O	370	10	37
	KH ₂ PO ₄	170		17
E	FeSO ₄ . 7H ₂ O	27850 µg/L	5	5.57
	Na ₂ EDTA	37250 µg/L		7.45
F	MnSO ₄ . 4H ₂ O	22300 µg/L	5	4,46
	ZnSO ₄ .7H ₂ O	8600 µg/L		1,72
	H ₃ BO ₃	6200 µg/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	1	0,1
	Nicotinic acid	500 µg/L		0,5
	Pyridoxine HCl	500 µg/L		0,5
	Mio-inositol	100		10

2.7 Zat Pengatur Tumbuh

Zat pengatur tumbuh tanaman adalah senyawa organik yang bukan hara, yang dalam jumlah sedikit dapat mendukung, menghambat dan dapat merubah proses fisiologis tumbuhan. Untuk mendapatkan hasil perbanyakan bibit yang baik selain perlu memperhatikan media tumbuh, diperlukan ZPT untuk menunjang pertumbuhan dan perkembangannya. Penggunaan zat pengatur tumbuh didalam teknik kultur jaringan ini disesuaikan dengan arah pertumbuhan tanaman yang diinginkan, karena perbedaan konsentrasi pemberian zat pengatur tumbuh menyebabkan pertumbuhan

yang berbeda pada tanaman. Salah satu kelompok zat pengatur tumbuh yang banyak digunakan dalam kultur jaringan adalah golongan auksin dan sitokinin (Zulkarnain, 2009). Zat pengatur tumbuh sebagai zat penggerak atau pemicu terdiri dari auksin, giberelin, sitokinin, etilen dan asam absisik (inhibitor).

Menurut Dwidjoseputro dalam Patma (2013) auksin merupakan salah satu hormon yang dapat berpengaruh terhadap pembentukan akar, perkembangan tunas, kegiatan sel-sel meristem, pembentukan bunga, pembentukan buah dan berpengaruh terhadap gugurnya daun dan buah. Dalam teknik kultur jaringan, hormon yang biasa digunakan dalam merangsang pertumbuhan akar adalah dari kelompok hormon auksin buatan yaitu *Indole Acetic Acid* (IAA), *Indole Butyric Acid* (IBA), dan *Naphtalene Acetic Acid* (NAA) yang semua ini wujudnya bisa berupa bubuk, tablet, pasta (Jaskani, 2008: 107).



Gambar 2.3 Rumus bangun auksin (Sumber : Patma, 2013)

2.7.1 Hormon NAA (*Naphtalene Acetic Acid*)

Naphtalene Acetic Acid (NAA) merupakan jenis auksin sintetik yang mempunyai sifat merangsang pertumbuhan dan berpengaruh terhadap pemanjangan tunas. Menurut Winten dalam Patma (2013) ada dasarnya penggunaan zat pengatur tumbuh yang mengandung auksin sintetik akan mendorong terjadinya pembelahan, pembesaran dan perpanjangan sel melalui pengaktifan pompa ion pada plasma membrane. Sedangkan menurut Uno *et al.* dalam Manuhara (2009) adanya auksin menyebabkan pengenduran dinding sel disebabkan adanya sekresi asam dengan cara mengaktifkan suatu enzim pada pH tertentu. Enzim tersebut akan memutus ikatan antara molekul selulosa pada dinding sel. Di samping itu, dengan merenggangnya sel

maka akan menyebabkan pemanjangan sel. Tekanan turgor terjadi apabila sel menyerap molekul air sebagai respons meningkatnya konsentrasi zat terlarut yang ada dalam vakuola. Dengan demikian, akan menyokong perluasan sel yang terjadi. Air dengan mudah masuk ke dalam sel sehingga terjadi pembesaran dan perpanjangan sel. Sehingga dengan penambahan NAA akan dapat menginduksi pertumbuhan kalus.

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).

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*). Model R2D2 merupakan suatu model pengembangan yang merupakan modifikasi dari model pengembangan C-ID dari Willis (1995-2000). Model R2D2 untuk pengembangan buku non-teks berpijak pada pandangan konstruktivis memiliki banyak kelebihan dibandingkan dengan model pengembangan yang berpijak pada behavioristik (seperti model Dick and

Carrey) Colon *et al.*, dalam Niwanggalih (2014). Model pengembangan yang mengacu pada konstruktivis memiliki beberapa kelebihan seperti lebih bersifat *recursive*, yakni berpijak pada masalah nyata yang bersifat kontekstual dengan proses pengembangan tidak linier, tidak berurutan, dan pemecahannya tidak melibatkan satu keahlian saja (Lubis, 2004).

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 (Puji, 2014).

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. Menurut Wilis dalam Puji (2014) anggota tim pengembang dapat dipilih dari orang yang memiliki sudut pandang yang berbeda, sehingga penyempurnaan produk akan lebih bervariasi dan mencakup segala aspek.

Model R2D2 umumnya terdiri dari 3 tahap yaitu: 1) *Define*, 2) *Design and Development*, dan 3) *Dissemination*. Tahap pengembangan model R2D2 menurut Lubis (2004) secara singkat diuraikan sebagai berikut:

1) Tahap *Define*

Kegiatan yang dilakukan dalam penentuan ini mencakup tiga hal, yakni (a) Menciptakan dan mendukung tim partisipasi (*creating and supporting a participatory team*), (b) Penentuan solusi problem yang berkelanjutan (*progressive problem solution*), dan (c) Mengembangkan *phronesis* atau pemahaman konteks (*developing phronesis or contextual understanding*).

2) Tahap *Design dan Development*

Tahap desain dan pengembangan dalam model pengembangan R2D2 merupakan satu kesatuan yang tak terpisahkan karena adanya pengembangan pronesis dan pemecahan masalah secara progresif. Empat kegiatan penting yang harus dilakukan dalam tahapan ini yaitu: a) memilih lingkungan; b) memilih format produk dan media; c) menentukan format penilaian; dan d) mendesain dan mengembangkan produk. Pemilihan lingkungan, format media dan produk pengembangan perlu

mempertimbangkan tiga karakteristik penting, yaitu *power*, *flexibility*, dan *accessibility*.

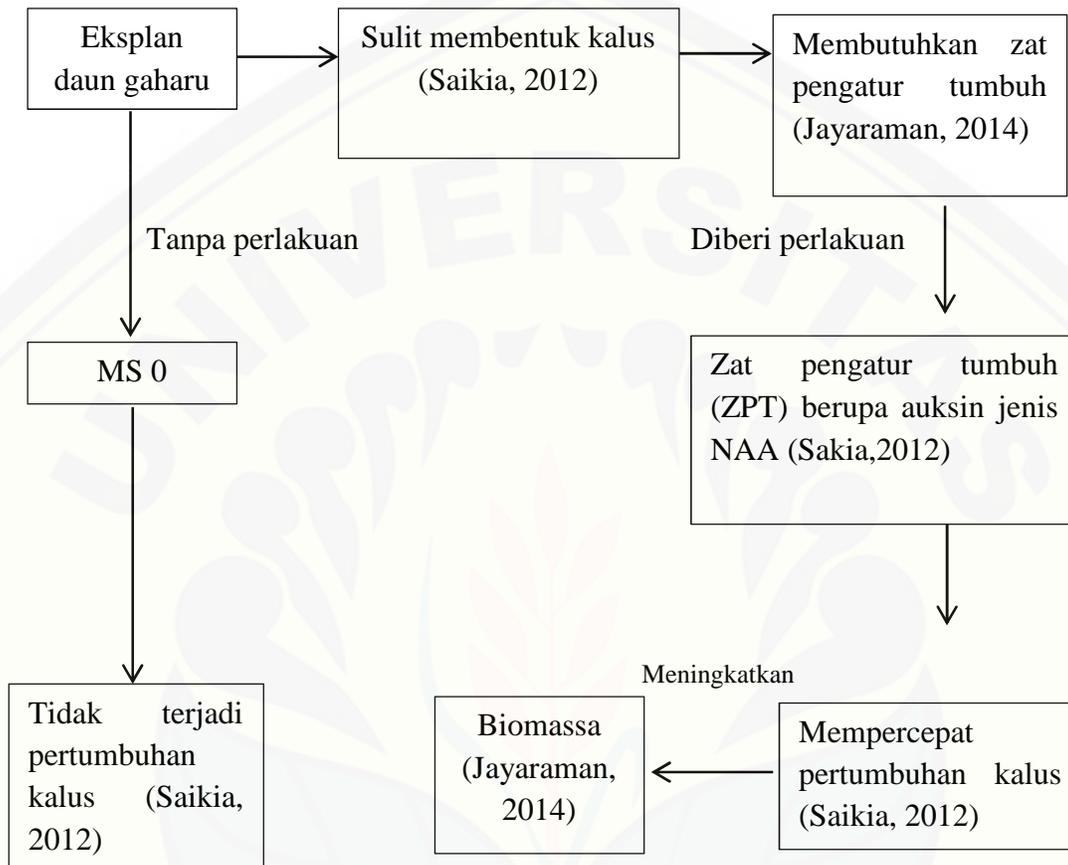
3) Tahap *Dissemination*

Setelah kegiatan desain dan pengembangan produk bahan ajar berakhir, kegiatan dilanjutkan dengan memfokuskan pada desiminasi. Tahapan ini menghasilkan produk pengembangan yang dapat digunakan dalam pembelajaran baik di sekolah atau kampus dalam kelas yang sebenarnya sehingga dapat dikembangkan pada skala yang lebih luas (Alfiana, 2011).

Ketiga tahapan tersebut merupakan prosedur dari model R2D2 yang bersifat fleksibel artinya tidak menjadi suatu keharusan sebagai langkah-langkah yang bersifat prosedural. Hal tersebut seperti yang dikemukakan Willis dan Wright (2000) menyatakan bahwa model R2D2 ini bersifat fleksibel (Ezms, 2014).

2.10 Hipotesis

Hipotesis penelitian ini dirumuskan berdasarkan kerangka teoritis berikut.



Adapun hipotesis pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Terdapat pengaruh pemberian zat pengatur tumbuh NAA terhadap induksi kalus tanaman gaharu (*Gyrinops verstegii* (Gilg) Domke).
- Terdapat konsentrasi optimal zat pengatur tubuh NAA yang memberikan pertumbuhan terbaik terhadap pertumbuhan kalus tanaman gaharu (*Gyrinops verstegii*).
- Hasil penelitian “Pengaruh Variasi Konsentrasi Hormon NAA terhadap Induksi Kalus Gaharu (*Gyrinops versetegii* (Gilg) Domke) melalui Teknik *In Vitro*” dapat

dimanfaatkan sebagai karya ilmiah populer untuk bahan bacaan masyarakat umum.



BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu

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

a. Variabel Bebas

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah variasi konsentrasi NAA, yakni dengan konsentrasi 0 ppm; 1 ppm; 2 ppm; 3 ppm; 4 ppm; dan 5 ppm.

b. Variabel Terikat

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah waktu awal terbentuknya kalus, warna kalus, berat kalus.

c. 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 Defenisi Operasional Variabel

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

- a. *Naphtalene Acetic Acid* (NAA) merupakan jenis auksin sintetik yang mempunyai sifat merangsang pertumbuhan, mendorong terjadinya pembelahan, pembesaran dan perpanjangan sel (Patma, 2013). Konsentasi NAA yang digunakan dalam penelitian ini adalah 0ppm, 1ppm, 2ppm, 3ppm, 4ppm, dan 5ppm.

- b. Kalus merupakan fase pertumbuhan dimana ditandai dengan pembelahan sel-sel yang tidak terkendali dan membentuk massa sel yang tidak terorganisasi (Yuliarti,2010). Pada penelitian ini pertumbuhan kalus diukur dengan parameter kecepatan terbentuknya kalus, warna kalus, dan berat kalus.

3.4 Disain Penelitian

3.4.1 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian dilaksanakan dengan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL). Penelitian ini menggunakan satu tahap yaitu tahap multiplikasi tunas. Tahap multiplikasi tunas dipengaruhi oleh satu faktor, yaitu faktor konsentrasi NAA. Variasi konsentrasi NAA yang digunakan adalah 6 perlakuan dengan 1 kontrol. Masing-masing perlakuan memiliki 7 replikasi. Menurut penelitian yang dilakukan Saikia (2012) menunjukkan bahwa komposisi BAP (0,5mg/L) + NAA (3mg/L) paling efektif menginduksi pertumbuhan kalus tanaman gaharu. Berdasarkan penelitian tersebut, konsentrasi NAA yang digunakan dijadikan sebagai kisaran dalam penelitian ini.

3.4.2 Penentuan Sampel Penelitian

Sampel penelitian berupa daun Gaharu (*Gyrinops versteegii*). Daun gaharu diambil dari bibit tanaman gaharu yang berumur 2 tahun. Daun yang digunakan dengan kriteria berwarna hijau segar yang letaknya 1-2 helai dari pucuk. Eksplan yang digunakan berukuran $1 \pm 0,2$ cm. Untuk menginduksi pertumbuhan kalus digunakan ZPT yang berupa NAA yang telah tersedia di Laboratorium Kultur Jaringan, Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Jember.

3.5 Alat dan Bahan Penelitian

3.5.1 Alat Penelitian

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

3.5.2 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi : eksplan dari daun gaharu, media tumbuh *Murashige and Skoog (MS)*, ZPT (NAA), alkohol 70%, alkohol 97%, bayclean, *tween*, betadin, aquades steril, spirtus, HCL, NaOH, *plastic wrap*, kertas label, kertas tisu.

3.6 Prosedur Penelitian

3.6.1 Persiapan Penelitian

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 20 menit.

2) Pembuatan Media dan Sterilisasi Media

Pada penelitian ini, media dasar yang digunakan adalah media *Murashige and Skoog (MS)*. 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; 1 ml larutan Mio Isotol; vitamin 1 ml; sukrosa 22,5 gram. Bahan-bahan tersebut ditambah dengan zat pengatur tubuh (NAA) dengan variasi konsentrasi 0 ppm; 1 ppm; 2 ppm; 3 ppm; 4 ppm; dan 5

ppm. Menambahkan aquades sampai larutan mencapai volume 1000 ml. Larutan diaduk menggunakan pengaduk magnetik di atas *stirrer* hingga menjadi larutan yang homogen. Kemudian pH larutan diukur menggunakan pH meter hingga mencapai nilai 6-6,25 dengan menambah HCL atau NaOH. Larutan tersebut kemudian ditambah dengan 8 gram agar, lalu dimasak diatas kompor hingga larutan mendidih. Larutan dimasukkan kedalam botol kultur steril sebanyak 25 ml pada masing-masing botol. Botol yang berisi media tersebut di tutup dengan menggunakan tutup botol, kemudian disterilisasi menggunakan autoklaf pada suhu 121° C dan tekanan 17,5 Psi selama 20 menit.

3.6.2 Penanaman Eksplan

1) Sterilisasi Eksplan

Tahap ini, kegiatan dilakukan di dalam LAF (*Laminar Air Flow*) dimana semua alat dan bahan yang akan digunakan sudah disiapkan di dalam LAF. Eksplan daun yang digunakan berasal dari daun ke-1 dan ke-2 dari pucuk dan memiliki kenampakan hijau segar. Eksplan daun gaharu disterilkan dengan beberapa tahap. Pertama mencuci daun dengan air yang mengalir. Lalu menggojok dengan menggunakan campuran kloroks 20% dan *tween* 3 tetes selama 5 menit lalu membilasnya dengan akuades steril sebanyak 2 kali dan mengulangi langkah tersebut satu kali. Lalu merendam dalam larutan kloroks 20% selama 5 menit lalu membilas dengan akuades steril dan mengulangi langkah sebanyak 2 kali. Setelah itu daun direndam dalam antiseptik yang berupa campuran akuades dan betadin di dalam *petri dish*.

2) Penanaman Eksplan

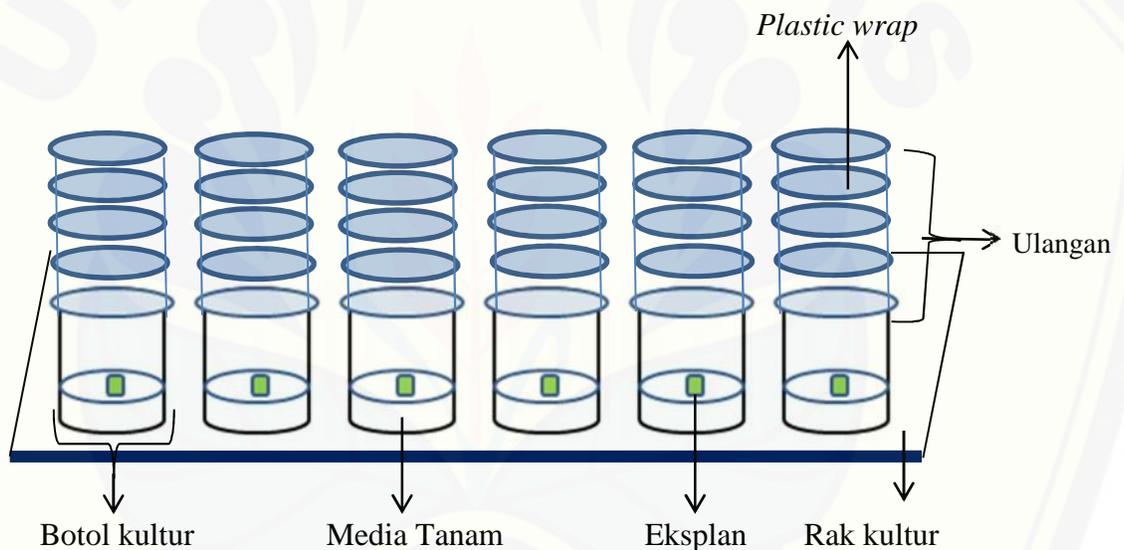
Eksplan daun yang sudah steril kemudian dipotong menggunakan gunting dengan ukuran 1x1 cm \pm 0,2 cm di dalam larutan betadin. Potongan eksplan diambil menggunakan pinset, kemudian dimasukkan ke dalam botol kultur yang berisi media.

Botol kultur yang sudah terisi eksplan ditutup dan dibalut menggunakan *plastic wrap* kemudian diletakkan ke ruang penyimpanan dan disusun pada rak kultur.

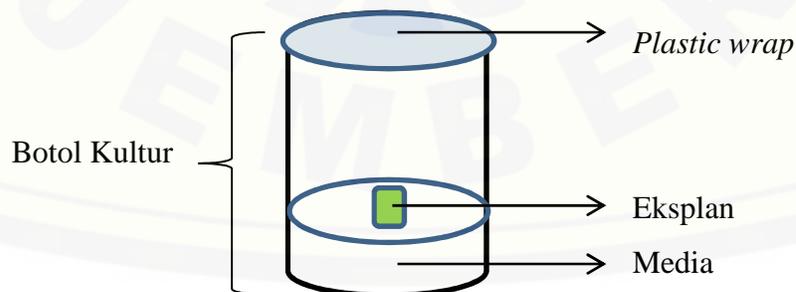
3.6.3 Pemeliharaan

Pemeliharaan meliputi: menjaga kebersihan lingkungan kultur, pemisahan media yang terkontaminasi dari mikroorganisme, penyemprotan dengan alkohol 70 % pada ruang dan botol kultur setiap hari selama 2 bulan sampai eksplan bermultiplikasi dan disimpan dalam kondisi gelap.

3.6.4 *Layout* Penelitian



Gambar 3.1 *Layout* penelitian



Gambar 3.2 Botol kultur dan eksplan yang telah ditanam

3.7 Parameter Pengamatan

Penelitian ini dilakukan dengan mengamati pertumbuhan dan perkembangan eksplan disetiap perlakuan. Adapun parameter yang diamati dalam penelitian ini adalah :

a. Waktu awal terbentuknya kalus (hari)

Pengamatan ini dilakukan dengan menghitung hari saat munculnya kalus pertama. Karakteristik kalus yang diamati berupa sekumpulan sel yang Bergerombol tidak beraturan dan berwarna putih. Pengukuran dimulai pada hari pertama setelah penanaman, dengan kriteria telah muncul kalus dengan diameter minimal 0,2 cm. Diameter kalus ditentukan dengan mengukur antar sisi terpanjang kalus. Perhitungan dilakukan dengan menghitung jumlah hari yang dibutuhkan eksplan untuk membentuk kalus.

b. Warna kalus

Pengamatan warna kalus berdasarkan buku pedoman warna kalus yaitu *Munsell Color Charts For Plant Tissue* yang diamati setiap minggu. Kriteria pengukuran didasarkan pada kecocokan warna kalus dengan warna yang ada di buku pedoman. Untuk menerjemahkan warna kalus berdasarkan spectrum warna yang terdapat pada buku, maka penulisannya diatur dengan *H Value / Chrome*. H berarti *Hue* yang merupakan warna dasar. Warna dasar meliputi *blue* (B), *green* (G), *yellow* (Y), *red* (R), dan *purple* (P). *Value* merupakan suatu notasi yang menggambarkan derajat kecerahan suatu warna yang letaknya vertikal. Hitam pada *value* disimbolkan dengan 0/, sedangkan putih disimbolkan dengan 10/. Notasi *chroma* mengindikasikan kekuatan warna dasar (H) pada *value* yang sama. Indikator warna *Munsell Color Charts For Plant Tissue* dijabarkan pada Lampiran F.

c. Berat kalus

Pengamatan ini dilakukan pada akhir pengamatan. Pengukuran berat kalus dilakukan dengan menggunakan neraca analitik. Untuk mengetahui berat kalus pada akhir pengamatan dilakukan dengan cara menimbang selisih massa sisa media yang eksplannya telah di subkultur dengan massa sebelum subkultur.

Tabel 3.1 Tabel Parameter Pengamatan

Variabel	Sub Variabel	Parameter	Instrumen Pengukuran
Hormon NAA	0, 1, 2, 3, 4, 5 ppm	-	-
Pertumbuhan kalus eksplan daun gaharu	Waktu awal terbentuknya kalus	Waktu munculnya kalus (hari)	Dihitung berapa waktu (hari) yang dibutuhkan eksplan untuk membentuk kalus.
	Warna Kalus	Terjadi perubahan warna kalus	Warna berdasarkan buku pedoman warna kalus yaitu <i>Munsell Color Charts For Plant Tissue</i> yang diamati setiap minggu.
	Berat kalus	Terjadi penambahan berat basah kalus	Diukur menggunakan neraca analitik pada akhir pengamatan.

3.8 Analisis Data

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan satu faktor tunggal yaitu variasi konsentrasi NAA dalam media MS. Data yang diperoleh, 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 95%.

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 pengaruh variasi konsentrasi hormon NAA terhadap induksi kalus gaharu.

3.9.1 Model Penelitian Pengembangan

Prosedur pengembangan penelitian ini dilakukan dalam tiga tahap, yaitu (1) pendefinisian (*define*); (2) perencanaan (*design*) dan pengembangan (*development*); (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 participatory*). 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 variasi Hormon NAA terhadap Induksi kalus Gaharu (*Gyrinops versteegii* (Gilg) Domke). Anggota tim pengembang dapat berasal dari dosen, rekan sejawat, dan pembibit 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) Kata pengantar
- 3) Daftar isi
- 4) Bab 1. Kultur Jaringan
- 5) Bab 2. Gaharu
- 6) Bab 3. Kultur Jaringan Sebagai Alternatif Pengembangbiakan Gaharu
- 7) Bab 4. Penutup
- 8) Daftar Bacaan
- 9) Glosarium

3.9.3 Tahap Uji Validasi Produk

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 materi dan ahli media.

Analisis 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:

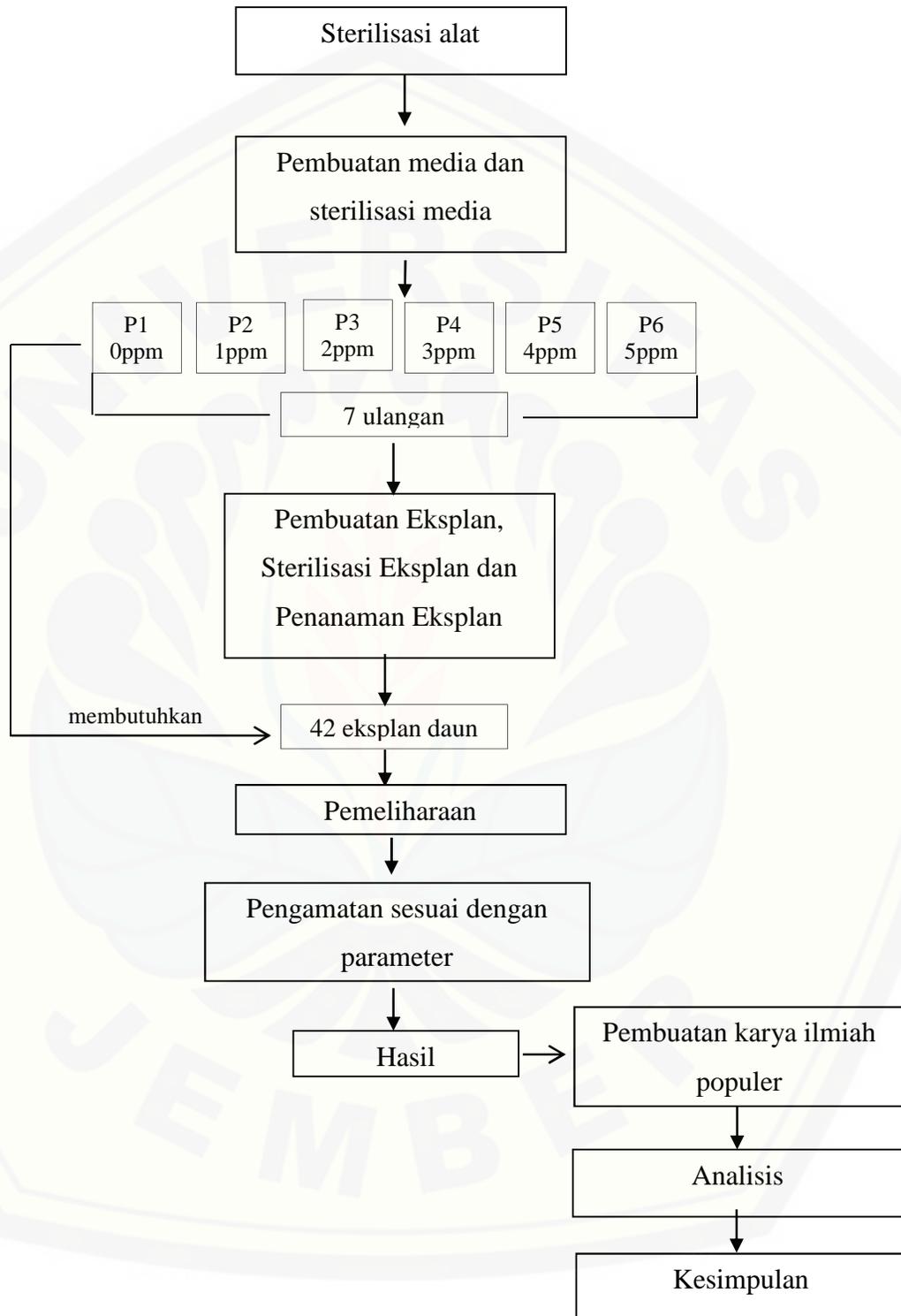
$$P = \frac{\text{Skor yang didapat}}{\text{Skor maksimal}} \times 100\%$$

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 Alur penelitian

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

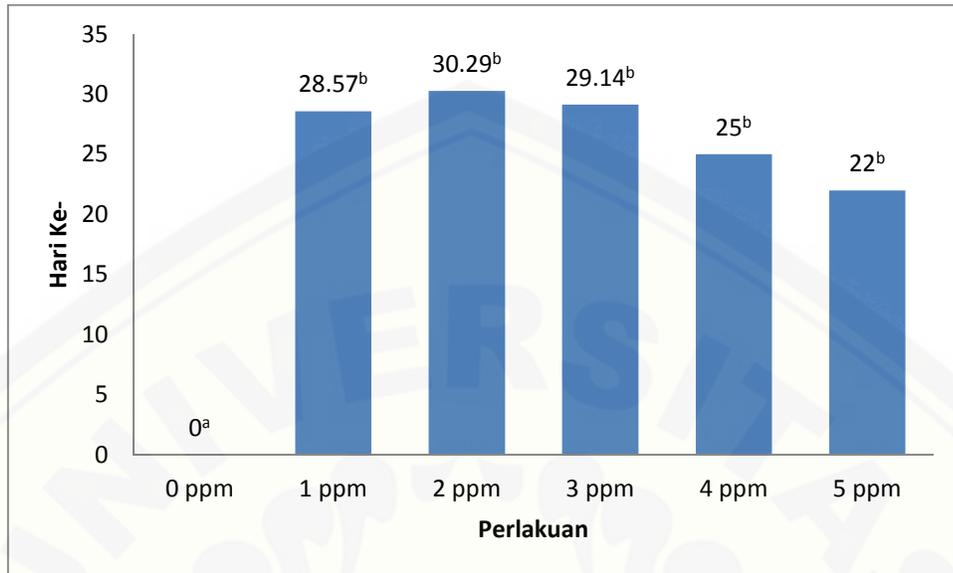
Penelitian mengenai “Pengaruh Variasi Konsentrasi Hormon NAA terhadap Induksi Kalus Gaharu (*Gyrinops versetegii* (Gilg) Domke) melalui Teknik *In Vitro*” telah dilakukan pada Maret 2015 sampai Mei 2015 di Laboratorium Kultur Jaringan, Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Jember. Parameter yang diamati meliputi: 1) kecepatan terbentuknya kalus; 2) berat basah kalus; dan 3) Warna kalus. Hasil penelitian disusun sebagai media informasi berupa karya ilmiah populer. Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan Anova, dan dilanjutkan dengan uji Duncan.

Hasil uji statistik menunjukkan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan perlakuan penggunaan hormon NAA terhadap kecepatan terbentuknya kalus dan berat basah kalus pada eksplan daun gaharu.

4.1.1 Pengaruh Variasi Konsentrasi NAA terhadap Induksi Kalus Gaharu

a. Pengaruh Variasi Konsentrasi Hormon NAA terhadap Kecepatan Terbentuknya Kalus (*Gyrinops versteegii* (Gilg) Domke)

Pengamatan kecepatan terbentuknya kalus dilakukan setiap hari setelah penanaman eksplan pada media tanam dengan konsentrasi hormon NAA yang berbeda-beda. Penentuan kecepatan terbentuknya kalus didasarkan pada penghitungan jumlah hari yang dibutuhkan eksplan untuk membentuk kalus. Kecepatan terbentuknya kalus dinyatakan dalam hari. Rerata lama hari yang dibutuhkan untuk membentuk kalus disajikan pada Gambar 4.2



Gambar 4.1 Histogram Pengaruh Variasi Konsentrasi NAA terhadap Kecepatan (hari) Terbentuknya Kalus Gaharu (*Gyrinops versteegii* (Gilg) Domke)

Berdasarkan Gambar 4.2 rerata hari terbentuknya kalus tercepat hingga terlama berturut-turut adalah NAA 5 ppm, NAA 4 ppm, NAA 1 ppm, NAA 3 ppm dan NAA 2 ppm. Sedangkan untuk perlakuan kontrol (NAA 0 ppm) tidak mengalami pertumbuhan kalus hingga hari terakhir pengamatan. Data tersebut kemudian dianalisis menggunakan Anova. Kesimpulan uji statistik disajikan pada Tabel 4.1

Tabel 4.1 Pengaruh Variasi Konsentrasi Hormon NAA terhadap Waktu Awal (hari) Terbentuknya Kalus Gaharu (*Gyrinops versteegii* (Gilg) Domke)

Perlakuan	Rerata Kecepatan terbentuknya kalus (hari)	Std. Deviasi
NAA 0	0,00 ^a	0,000
NAA 1	28,57 ^b	15,328
NAA 2	30,29 ^b	4,990
NAA 3	29,14 ^b	7,175
NAA 4	25,00 ^b	6,403
NAA 5	22,00 ^b	5,538
p	0,00	

Keterangan :

- Angka rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama pada baris yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji Duncan pada taraf kepercayaan 95%
- Hasil statistik selengkapnya dapat dilihat pada lampiran H halaman 81

Tabel 4.2 Analisis Anova Pengaruh Variasi Konsentrasi Hormon NAA terhadap Kecepatan (hari) Terbentuknya Kalus Gaharu (*Gyrinops versteegii* (Gilg) Domke)

Sumber	df	Rerata Kuadrat	F	p
Antar Kelompok	5	916,100	14.351	0,000
Dalam Kelompok	36	63,833		
Jumlah	41			

Keterangan :

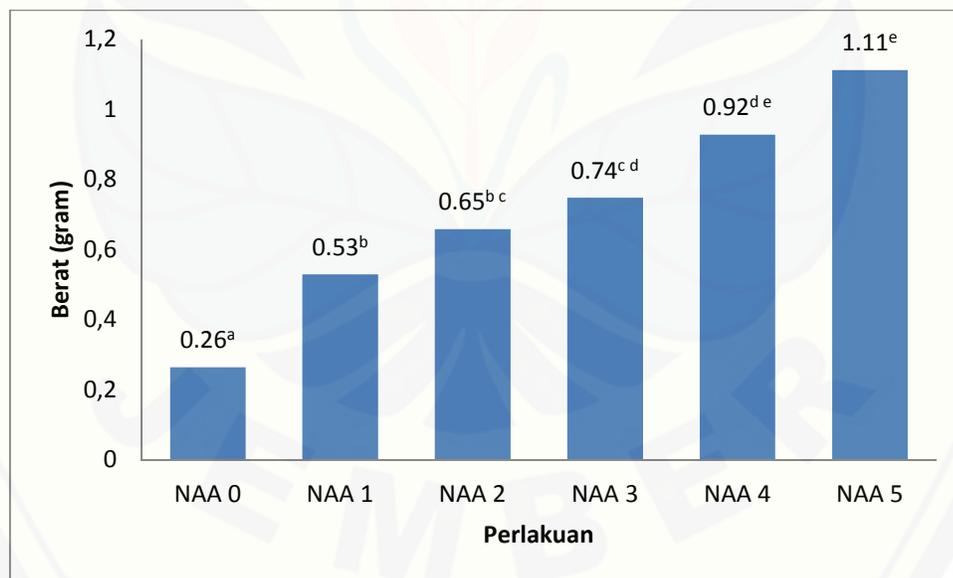
- df merupakan derajat bebas dari total perlakuan (n-1)
- p merupakan probabilitas / signifikansi

Tabel 4.1 menjelaskan bahwa rerata pertumbuhan kalus pada eksplan daun gaharu tercepat adalah perlakuan NAA 5 ppm yaitu 22 hari. Eksplan yang memiliki rerata kecepatan terbentuknya kalus kedua adalah perlakuan NAA 4 ppm dengan rerata 25 hari. Eksplan yang memiliki rerata kecepatan terbentuknya kalus ketiga adalah perlakuan NAA 1 ppm dengan rerata 28,57 hari. Eksplan yang memiliki rerata

kecepatan terbentuknya kalus keempat adalah perlakuan NAA 3 ppm dengan rerata 29,14 hari. Eksplan yang memiliki rerata kecepatan terbentuknya kalus kelima adalah perlakuan NAA 2 ppm dengan rerata 30,29 hari. Perlakuan kontrol, yaitu NAA 0 ppm tidak menunjukkan pertumbuhan kalus hingga hari terakhir pengamatan (56 hari). Hasil uji statistik Tabel 4.2 menunjukkan bahwa variasi konsentrasi hormon NAA berpengaruh secara signifikan terhadap kecepatan pertumbuhan kalus gaharu (*Gyrinops versteegii* (Gilg) Domke).

b. Pengaruh Variasi Konsentrasi Hormon NAA terhadap Berat Basah Kalus (*Gyrinops versteegii* (Gilg) Domke)

Pengamatan berat basah kalus diamati pada akhir penelitian dengan menggunakan neraca analitik. Berat basah kalus diketahui dengan selisih berat botol yang berisi media dan eksplan dengan berat botol yang eksplannya telah disubkultur. Berat basah kalus dinyatakan dalam satuan gram. Rerata berat basah kalus disajikan pada Gambar 4.2



Gambar 4.2 Histogram Pengaruh Variasi Konsentrasi NAA terhadap Berat Basah (gram) Kalus Gaharu (*Gyrinops versteegii* (Gilg) Domke)

Berdasarkan Gambar 4.2 dan Tabel 4.3 rerata berat basah kalus tertinggi hingga terendah berturut-turut adalah NAA 5 ppm, NAA 4 ppm, NAA 3 ppm, NAA 2 ppm, NAA 1 ppm dan NAA 0 ppm. Data tersebut kemudian dianalisis menggunakan Anova. Kesimpulan uji statistik disajikan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Pengaruh Variasi Konsentrasi Hormon NAA terhadap Berat Basah (gram) Kalus Gaharu (*Gyrinops versteegii* (Gilg) Domke)

Perlakuan	Rerata Berat Kalus (gram)	Std. Deviasi
NAA 0	0,2643 ^a	0,03867
NAA 1	0,5300 ^b	0,12675
NAA 2	0,6586 ^{b c}	0,17677
NAA 3	0,7486 ^{c d}	0,24416
NAA 4	0,9286 ^{d e}	0,21760
NAA 5	1,1129 ^e	0,16007
p	0,00	

Keterangan :

- Angka rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama pada baris yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji Duncan pada taraf kepercayaan 95%
- Hasil statistik selengkapnya dapat dilihat pada lampiran H halaman 82

Tabel 4.4 Analisis Anova Pengaruh Variasi Konsentrasi Hormon NAA terhadap Berat Basah Kalus Gaharu (*Gyrinops versteegii* (Gilg) Domke)

Sumber	df	Rerata Kuadrat	F	p
Antar Kelompok	5	0,623	20,617	0,000
Dalam Kelompok	36	0,030		
Jumlah	41			

Keterangan :

- df merupakan derajat bebas dari total perlakuan (n-1)
- p merupakan probabilitas / signifikansi

Tabel 4.3 menjelaskan bahwa rerata berat basah kalus tertinggi adalah perlakuan NAA 5 ppm yaitu 1,11 gram. Eksplan yang memiliki rerata berat basah

kalus kedua adalah perlakuan NAA 4 ppm dengan rerata 0,92 gram. Eksplan yang memiliki rerata berat basah kalus ketiga adalah perlakuan NAA 3 ppm dengan rerata 0,74 gram. Eksplan yang memiliki rerata berat basah kalus keempat adalah perlakuan NAA 2 ppm dengan rerata 0,65 gram. Eksplan yang memiliki rerata berat basah kalus kelima adalah perlakuan NAA 1 ppm dengan rerata 0,53 gram. Perlakuan kontrol, yaitu NAA 0 ppm menunjukkan rerata berat basah terendah yaitu 0,26 gram. Hasil uji statistic pada Tabel 4.4 menunjukkan bahwa variasi konsentrasi hormon NAA berpengaruh secara signifikan terhadap berat basah kalus gaharu (*Gyrinops versteegii* (Gilg) Domke).

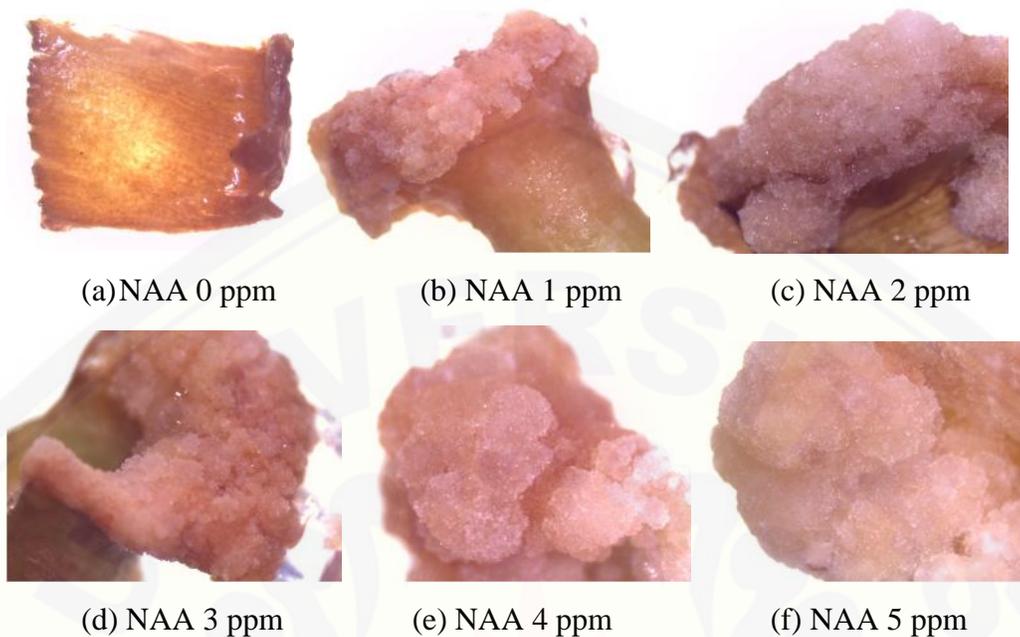
c. Pengaruh Variasi Konsentrasi Hormon NAA terhadap Warna Kalus (*Gyrinops versteegii* (Gilg) Domke)

Pengamatan yang paling mudah dilakukan adalah pengamatan secara visual kondisi kalus yaitu melalui pengamatan warna kalus. Pengamatan warna kalus dilakukan setiap minggu berdasarkan kalus yang telah terbentuk dari masing-masing eksplan. Penentuan warna kalus menggunakan pedoman *Munsell Color Chart for Plant Tissue*, yaitu dengan cara mencocokkan warna kalus yang ada di dalam botol dengan warna-warna yang ada di *Munsell Color Chart*. Hasil dari pengamatan yang dilakukan menunjukkan jika terdapat perubahan warna pada awal terbentuknya kalus hingga akhir pengamatan. Pada awal pembentukan kalus, rerata warna kalus digambarkan dengan notasi 5Y 8/2. Sedangkan pada akhir pengamatan rerata warna kalus digambarkan dengan notasi 5Y 8/6. Perubahan warna kalus dari 5Y 8/2 hingga 5Y 8/6 terjadi di semua perlakuan kecuali perlakuan kontrol dimana eksplan tidak membentuk kalus. Notasi 5Y 8/2 menggambarkan warna kalus putih kekuningan, sedangkan notasi 5Y 8/6 menggambarkan warna kalus kekuningan. Prosentase warna kalus pada masing-masing perlakuan disajikan dalam Tabel 4.5 berikut:

Tabel 4.5 Prosentase Warna Kalus Gaharu (*Gyrinops versteegii* (Gilg) Domke)

Perlakuan	Warna Kalus	Prosentase	Visual Warna
NAA 0	-	-	-
NAA 1	5Y 8/2	33,3%	
	5Y 8/4	33,3%	
	5Y 8/6	16,6%	
	5Y 8/8	16,6%	
NAA 2	5Y 8/4	57,2%	
	5Y 8/6	42,8%	
NAA 3	5Y 8/2	14,3%	
	5Y 8/4	28,5%	
NAA 4	5Y 8/6	57,2%	
	5Y 8/4	42,8%	
NAA 5	5Y 8/6	57,2%	
	5Y 8/4	85,7%	
	5Y 8/6	14,3%	

Warna kaluUntuk lebih jelasnya mengenai notasi warna kalus, dapat dilihat pada Lampiran F, Halaman 76. Kondisi visual kalus pada masing-masing perlakuan di hari terakhir pengamatan disajikan pada Gambar 4.3



Gambar 4.3 Morfologi Eksplan Umur 8 Minggu

4.1.2 Konsentrasi Optimal NAA terhadap Induksi Kalus Gaharu

a. Konsentrasi Optimal NAA terhadap Waktu Awal Terbentuknya Kalus Gaharu (*Gyrinops versteegii* (Gilg) Domke)

Berdasarkan Gambar 4.2 rerata hari terbentuknya kalus tercepat hingga terlama berturut-turut adalah NAA 5 ppm, NAA 4 ppm, NAA 1 ppm, NAA 3 ppm dan NAA 2 ppm. Dalam rentang perlakuan variasi konsentrasi NAA yang diberikan, hasil penelitian belum dapat menunjukkan konsentrasi optimal NAA untuk menginduksi kalus gaharu dengan waktu yang paling cepat, namun dari data dapat diketahui jika konsentrasi NAA 5 ppm memberikan hasil terbaik dalam waktu yang dibutuhkan untuk pembentukan kalus gaharu dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

b. Konsentrasi Optimal NAA terhadap Berat Basah Kalus Gaharu (*Gyrinops versteegii* (Gilg) Domke)

Berdasarkan Gambar 4.2 rerata berat basah kalus tertinggi hingga terendah berturut-turut adalah NAA 5 ppm, NAA 4 ppm, NAA 3 ppm, NAA 2 ppm, NAA 1 ppm dan NAA 0 ppm. Dalam rentang perlakuan variasi konsentrasi NAA yang diberikan, hasil penelitian belum dapat menunjukkan konsentrasi optimal NAA yang mampu memberikan berat basah yang optimal pada kalus gaharu, namun dari data diketahui jika konsentrasi NAA 5ppm memberikan hasil terbaik dalam berat basah kalus gaharu.

c. Konsentrasi Optimal NAA terhadap Warna Kalus Gaharu (*Gyrinops versteegii* (Gilg) Domke)

Data hasil penelitian menunjukkan jika warna kalus gaharu terletak pada kisaran indeks 5Y 8/2 hingga 5Y 8/8 yang berarti kalus gaharu memiliki kisaran warna kekuningan. Warna kehijauan merupakan warna kalus yang paling baik bagi pertumbuhan kalus karena mengindikasikan jika kalus mengandung klorofil. Sedangkan pada penelitian tidak ada kalus yang berwarna hijau, sehingga belum dapat diketahui konsentrasi NAA yang dapat memberikan warna kalus optimal.

4.1.3 Hasil Uji Validasi Karya Ilmiah Populer

Uji validasi karya ilmiah populer dilakukan oleh dua validator dari dosen program studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Jember yaitu Ibu Siti Murdiah, S.Pd., M.Pd. sebagai ahli media dan Dra. Pujiastuti, M.Si. sebagai ahli materi. Adapun hasil uji validasi karya ilmiah populer adalah sebagai berikut:

Tabel 4.6 Hasil Uji Validasi Karya Ilmiah Populer

Validator	Jumlah skor	Presentase	Makna
Ahli Materi	69	78,4%	Layak
Ahli Media	78	88,6%	Sangat Layak
Rerata	73,5	83,5 %	Sangat Layak

Berdasarkan tabel diatas, dapat diketahui bahwa rerata dari kedua skor yang diberikan oleh validator adalah 73,5 dengan presentase rerata nilai validasi sebesar

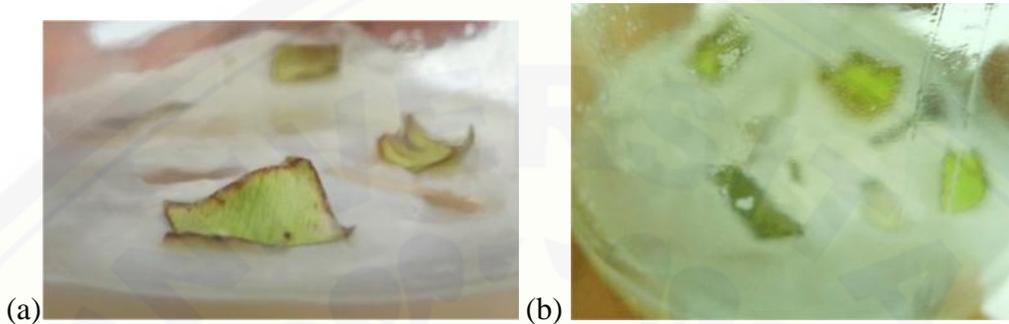
85,2% (lampiran B halaman 59) sehingga dapat disimpulkan bahwa karya ilmiah populer yang telah diuji dinyatakan layak untuk digunakan sebagai media penyampaian informasi kepada masyarakat umum.

4.2 Pembahasan

Kultur jaringan merupakan suatu teknik perbanyakan tanaman dengan menggunakan bagian dari organ tanaman yang diisolasi dari kondisi *in vivo* ke kondisi *in vitro* (Zulkarnain. 2009). Kondisi aseptik menjadi salah satu kunci keberhasilan dalam teknik kultur jaringan. Namun meskipun kondisi aseptik telah diterapkan, kultur jaringan tumbuhan tidak selalu tetap dalam kondisi aseptik. Mikroba penyebab kontaminasi dapat berasal dari faktor endogen, yaitu dari eksplan itu sendiri. Pada saat proses sterilisasi eksplan, larutan yang dipakai untuk sterilisasi tidak mampu mencapai jaringan tumbuhan dimana mikroba tersebut berasal, sehingga mikroba tetap terus tumbuh dan berkembang setelah proses sterilisasi yang menyebabkan terjadinya kontaminasi (Daud, 2012). Selain faktor endogen, kontaminasi mikroba juga disebabkan karena penanganan teknik aseptik yang buruk, sehingga kondisi lingkungan maupun alat yang digunakan tidak sepenuhnya steril. Menurut Webster *et al.*, (2003) kontaminasi mikroba dapat menyebabkan terhambatnya pertumbuhan dari ekplan di dalam botol kultur. Hal ini disebabkan karena terjadinya kompetisi antara eksplan dan mikroba dalam menyerap nutrisi yang ada di dalam media kultur jaringan. Sifat mikroba yang lebih cepat tumbuh dan berkembang dibanding dengan pertumbuhan ekplan di dalam botol kultur menyebabkan lebih dominan mikroba penyebab kontaminasi yang mengabsorpsi nutrisi pada media, sehingga menyebabkan eksplan kekurangan nutrisi dan pada akhirnya terjadi nekrosis lalu akhirnya akan mati.

Penambahan larutan *tween* ke dalam larutan kloroks 20% pada teknik sterilisasi eksplan daun gaharu efektif dalam menghilangkan mikroba penyebab kontaminasi pada eksplan. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Daud (2012) bahwa dengan penambahan *tween* ke dalam larutan sodium hipoklorit

memiliki presentase eksplan bebas dari kontaminan dibandingkan dengan menggunakan $HgCl_2$ (merkuri klorida) pada daun gaharu. *Tween* merupakan larutan yang bersifat sebagai desinfektan sehingga mampu membunuh mikroorganisme penyebab kontaminasi.



Gambar 4.4 Kontaminasi (a) Bakteri ; (b) Jamur

4.2.1 Pengaruh Variasi Konsentrasi NAA terhadap Induksi Kalus Gaharu

a. Pengaruh Variasi Konsentrasi Hormon *Naphtalene Acetic Acid* (NAA) terhadap Waktu Awal Terbentuknya Kalus Gaharu (*Gyrinops versteegii* (Gilg) Domke)

Pembentukan kalus merupakan salah satu indikator adanya pertumbuhan dalam kultur *in vitro*. Pembentukan kalus diawali dengan adanya pembengkakan pada potongan sisi eksplan dengan munculnya agregat sel yang bergerombol dan tidak terorganisir pada sekitar bagian pelukaan. Pembengkakan yang terjadi merupakan suatu proses pertumbuhan awal dalam penyerapan nutrisi dari media yang terdapat di dalam botol yang selanjutnya akan disertai dengan tahapan proliferasi atau perbanyakan sel. Menurut Hartman *et al.* dalam Lizawati (2012), kalus yang dihasilkan melalui propagasi secara *in vitro* terbentuk karena adanya pelukaan pada jaringan dan respon terhadap hormon. Pelukaan pada eksplan mengakibatkan terjadinya respon pada ekplan untuk menyembuhkan luka akibat adanya penyayatan pada bagian eksplan. Respon penyembuhan luka didukung dengan tersedianya nutrisi dan ZPT yang ada pada media, sehingga eksplan menggunakan nutrisi di dalam media sebagai energi untuk memperbaiki jaringan yang rusak. Menurut Suryowinoto

(1996) proses ini diduga sangat erat kaitannya dengan kemampuan sel tumbuhan untuk mempertahankan struktur selnya. Dinding sel dan membran plasma sedikit demi sedikit akan mengembang melalui aktifitas metabolik yang mengakibatkan air masuk ke dalam sel dan serat-serat selulosa akan disintesis kembali melalui celah yang terbentuk.

Pengamatan terhadap kecepatan terbentuknya dilakukan setiap hari selama penelitian. Kecepatan terbentuknya kalus diukur dengan banyaknya hari yang dibutuhkan untuk membentuk kalus dihitung dari 1 hari setelah tanam hingga masing masing eksplan membentuk kalus. Eksplan daun yang diinduksi menggunakan berbagai variasi konsentrasi hormon NAA mengakibatkan terbentuknya kalus yang terjadi tidak dalam waktu yang bersamaan. Hasil parameter kecepatan terbentuknya kalus menunjukkan jika rerata kecepatan terbentuknya kalus dari yang tercepat hingga terlama yaitu NAA 5 ppm dengan rerata 22 hari, NAA 4 ppm dengan rerata 25 hari, NAA 1 ppm dengan rerata 28,57 hari, NAA 3 ppm dengan rerata 29,14 hari, dan NAA 2 ppm dengan rerata 30,29 hari. Sedangkan untuk perlakuan kontrol (NAA 0 ppm) tidak terjadi pertumbuhan kalus hingga hari terakhir pengamatan hal ini dikarenakan tidak adanya ZPT yang digunakan sehingga tidak terbentuk kalus. Eksplan hanya menerima nutrisi dasar yang terkandung di dalam media MS dan hal tersebut tidak cukup mampu untuk menginduksi pertumbuhan kalus pada eksplan. Hal ini sesuai dengan penelitian Saikia (2012) yang menyatakan bahwa pemberian ZPT NAA 0 ppm dan BAP 0 ppm tidak dapat menginduksi kalus pada eksplan daun gaharu.

Dari hasil pengamatan, waktu yang dibutuhkan untuk membentuk kalus dianggap lama. Lamanya waktu yang dibutuhkan untuk menginduksi kalus diakibatkan karena gaharu merupakan tumbuhan tahunan dimana pertumbuhannya lebih lambat dibanding dengan pertumbuhan tumbuhan herba. Selain itu faktor lain yang mengakibatkan lamanya waktu untuk menginduksi kalus ini diduga karena menggunakan media padat MS, sehingga penetrasi zat-zat di dalam media ke dalam eksplan untuk pembelahan sel-sel berlangsung cukup lama. Kemampuan masing-

masing eksplan untuk membentuk kalus juga tergantung pada sifat totipotensi pada masing-masing eksplan. Gunawan dalam Zulkarnain (1997) mengemukakan bahwa salah satu faktor penentu pada inisiasi kalus adalah ada atau tidaknya kambium pada eksplan. Bila eksplan mengandung kambium maka kalus dapat terbentuk. Gaharu merupakan tumbuhan berkambium, sehingga memungkinkan adanya inisiasi pembentukan kalus. Komposisi media dan ZPT juga merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi lama atau tidaknya eksplan dalam membentuk kalus. Dalam penelitian ZPT yang digunakan adalah NAA yang termasuk dalam golongan hormon auksin. Menurut Campbell *et al* (2008) pemberian auksin saja tanpa sitokinin dalam kultur jaringan hanya menyebabkan sel-sel membesar dan mengalami sedikit pembelahan sel, tetapi apabila auksin dan sitokinin digunakan secara bersamaan, maka sel-sel akan membelah diri secara optimal.

b. Pengaruh Variasi Konsentrasi Hormon *Naphtalene Acetic Acid* (NAA) terhadap Berat Basah Kalus Gaharu (*Gyrinops versteegii* (Gilg) Domke).

Salah satu ciri pertumbuhan kalus yaitu terjadi peningkatan jumlah atau ukuran selnya menjadi dua kali lipat atau lebih dari ukuran semula. Bertambahnya berat kalus yang mutlak dapat dijadikan sebagai variabel pertumbuhan kalus yang berasal dari eksplan daun gaharu. Secara fisiologis, berat segar kalus terdiri dari 2 kandungan yang terdapat di dalamnya, yaitu air dan karbohidrat (Rusdianto, 2012). Berat basah kalus yang besar disebabkan karena kandungan airnya yang tinggi. Adanya penambahan berat segar disebabkan oleh absorpsi air dari media ke dalam sel-sel eksplan. Berat segar yang dihasilkan sangat tergantung pada kecepatan sel-sel tersebut membelah diri, memperbanyak diri dan dilanjutkan dengan membesarnya kalus.

Pengamatan berat basah kalus dilakukan di akhir penelitian. Berat segar kalus gaharu didapat dengan cara menimbang kalus yang telah berumur 8 minggu secara langsung dengan menggunakan timbangan analitik. Berat basah kalus diperoleh dengan cara menimbang botol yang berisi kalus dikurangi berat botol tanpa kalus.

Hasil parameter berat basah kalus menunjukkan jika berat basah kalus berbanding lurus dengan konsentrasi NAA yang digunakan. Semakin besar konsentrasi hormon NAA yang digunakan maka berat basah kalus akan semakin tinggi. Berat basah kalus tertinggi yaitu pada perlakuan konsentrasi hormon NAA 5 ppm yaitu dengan rata-rata 1,11 gram dan berat basah kalus terendah pada perlakuan kontrol yaitu NAA 0 ppm dengan rata-rata berat 0,26 gram. Menurut Thomy dalam Nadeak (2012) menyatakan bahwa secara umum penambahan auksin pada konsentrasi tinggi memacu pembentukan kalus yang menyebabkan meningkatnya berat basah kalus. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian jika perlakuan dengan konsentrasi NAA 5 ppm memiliki berat basah yang lebih tinggi dibandingkan dengan konsentrasi NAA yang lebih rendah. Perlakuan kontrol memiliki rata-rata berat kalus yang paling rendah disebabkan pada perlakuan kontrol tidak memiliki zat pengatur tumbuh untuk merangsang pertumbuhan kalus sehingga nutrisi yang diterima oleh perlakuan kontrol hanya berupa nutrisi dasar yang terkandung pada media MS (*Murashige and Skoog*). Pemberian zat pengatur tumbuh berupa NAA diarahkan untuk memacu pembelahan, pembesaran dan pemanjangan sel pada eksplan sehingga membentuk kalus. Kalus yang terbentuk akan terus bertambah seiring dengan pembelahan sel dan membentuk massa sel sehingga menyebabkan berat basah kalus bertambah.

Menurut Gunawan (1998) pertumbuhan kalus dipengaruhi oleh ZPT yang berasal dari luar tanaman (eksogen) dengan hormon yang diproduksi oleh tanaman (endogen) akan menentukan arah perkembangan kultur dan tipe pembentukan organnya. Penambahan ZPT dari luar tersebut akan mengubah tingkat dari ZPT endogen, dengan demikian ZPT akan menjadi faktor pemicu untuk proses pertumbuhan dan morfogenesis eksplan. Begitu pula dengan pemberian ZPT berupa hormon NAA yang dapat menjadi faktor pemicu pertumbuhan dan perkembangan kalus. Menurut Zulkarnain (2009) NAA yang ditambahkan ke dalam media akan merangsang pembelahan sel dan sintesis protein sehingga akan memacu pertumbuhan kalus. Sedangkan menurut Harjoko dalam Solichatun (2002) Pengaruh auksin

terhadap pertumbuhan jaringan diduga menginduksi sekresi ion H^+ keluar melalui dinding sel. Pengasaman dinding sel menyebabkan K^+ diambil, pengambilan ini mengurangi potensial air dalam sel mengakibatkan air mudah masuk ke dalam sel dan sel akan membesar. Didalam proses pembelahan sel maka ukuran eksplan, bentuk dan volume eksplan akan bertambah besar sehingga mempengaruhi berat eksplan (Abidin, 2005). Selain karena pengaruh hormon, adanya perbedaan berat basah ini diduga karena disebabkan oleh pengaruh kerja osmosis. Daya osmosis pada sel tanaman menyebabkan adanya peningkatan volume sel dan memulai pertumbuhan.

c. Pengaruh Variasi Konsentrasi Hormon *Naphtalene Acetic Acid* (NAA) terhadap Warna Kalus

Warna kalus merupakan salah satu parameter yang penting untuk dilakukan pengamatan karena warna kalus merupakan indikator pertumbuhan secara *in vitro*. Melalui indikator ini dapat diketahui apakah kalus masih memiliki sel-sel yang aktif membelah atau telah mati. Menurut Fatmawati dalam Lizawati (2012) mengatakan biasanya kalus yang baik memiliki warna hijau karena mengandung klorofil, sedangkan warna putih mengindikasikan bahwa kalus masih berada dalam tahap proliferasi. Warna kalus yang semakin coklat atau bahkan menghitam menandakan pertumbuhan kalus yang semakin menurun bahkan mati.

Berdasarkan hasil pengamatan, rata-rata kalus yang pertama kali terbentuk memiliki warna putih dengan notasi 5Y 8/2. Pada pengamatan minggu selanjutnya, terjadi perubahan warna kalus menjadi lebih kuning yaitu pada notasi 5Y 8/4 dan 5Y 8/6 pada skala *Munsell Color Chart*. Perubahan warna kalus dari putih menjadi kekuningan terjadi di semua perlakuan kecuali perlakuan kontrol. Peterson dan Smith dalam Lizawati (2012) mengatakan bahwa kalus yang embrionik dicirikan dengan warna kalus yang putih kekuningan dan mengkilat. Sehingga bisa disimpulkan bahwa kalus yang terbentuk hingga akhir pengamatan adalah kalus yang bersifat embrionik dan masih akan terus tumbuh.

Kalus yang dihasilkan dari hasil penelitian tidak berwarna hijau karena kalus belum terbentuk klorofil. Polansa dkk dalam Nadeak (2012) menyatakan bahwa hormon sitokinin memiliki peran dalam perkembangan kloroplas dari proplastid dengan cara merangsang terjadinya sintesis klorofil. Menurut Wattimena dalam Solichatun (2003) sitokinin berperan dalam memperlambat proses senesensi (penuaan) sel dengan menghambat perombakan butir-butir klorofil dan protein dalam sel. Hanifah dalam Lizawati (2012) menyatakan pada penambahan sitokinin dengan konsentrasi yang semakin meningkat cenderung menunjukkan warna hijau (cerah) pada kalus lebih tahan lama. Kalus dengan warna yang hijau tidak hanya dimungkinkan mengandung banyak pigmen klorofil akan tetapi, kalus yang terbentuk juga memiliki ukuran cukup besar yang menandakan bahwa kalus beregenerasi dengan baik dan sel-selnya masih aktif membelah. Sedangkan pada penelitian ini ZPT yang digunakan hanya berupa NAA yang termasuk dalam golongan auksin, sehingga tidak terjadi pembentukan klorofil yang menyebabkan warna kalus menjadi tidak hijau, namun berwarna kekuningan. Hal ini sesuai dengan penelitian Solichatun (2003) yang menyebutkan dengan menggunakan hormon auksin mengakibatkan warna kalus menjadi kuning. Beberapa penelitian menyebutkan bahwa kenaikan kadar auksin akan menurunkan kandungan klorofil. Penurunan kandungan klorofil ini diduga terjadi karena pengaruh auksin pada metabolisme karbohidrat. Audus dalam Solichatun (2003) mengemukakan bahwa penggunaan auksin pada tanaman dapat mengganggu metabolisme karbohidrat. Sedangkan proses sintesis klorofil dipengaruhi oleh karbohidrat yang merupakan zat pokoknya. Sehingga apabila metabolisme karbohidrat terganggu maka sintesis klorofil juga akan terganggu yang menyebabkan kalus tidak berwarna hijau.

4.2.2 Uji Validasi Karya Ilmiah Populer

Hasil penelitian tentang Pengaruh variasi konsentrasi hormon NAA terhadap pembentukan kalus gaharu (*Gyrinops versteegii* (Gilg) Domke) melalui teknik *in*

vitro dimanfaatkan dalam penyusunan media karya ilmiah populer dengan judul “Kultur Jaringan Gaharu (*Gyrinops versteegii*)”. Untuk mengetahui kelayakan karya ilmiah populer tersebut, maka dilakukan uji validasi pada dua validator. Dua validator tersebut terdiri dari ahli materi dan ahli media. Kedua validator ahli adalah dosen pendidikan biologi FKIP UNEJ, masing-masing ahli materi dan ahli media adalah Dra. Pujiastuti, M.Si dan Ibu Siti Murdiah, S.Pd., M.Pd. Berdasarkan uji validasi yang telah dilakukan, masing-masing validator memberi nilai 69 dan 78. Rerata nilai dari kedua nilai tersebut adalah 73,5.

Selain penilaian berdasarkan kriteria-kriteria karya ilmiah populer yang mengacu pada rubrik penilaian, kedua validator juga memberikan komentar umum tentang produk karya ilmiah populer. Validator ahli materi memberikan komentar umum untuk memperbaiki proporsi gambar dan keterangan, menambahkan keterangan pada gambar dan memperbaiki kualitas print. Sedangkan validator ahli media memberikan komentar umum tentang proporsi ukuran gambar dan letak gambar harus sesuai. Selain itu, kualitas percetakan harus diperbaiki, dan juga penulisan buku karya ilmiah populer tidak sama dengan laporan penelitian yang menggunakan tata cara baku. Berdasarkan analisis skor yang telah dilakukan, karya ilmiah populer dengan judul “Kultur Jaringan Gaharu (*Gyrinops versteegii*)” layak dijadikan media informasi bagi masyarakat umum dengan validasi sebesar 83,5%.

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

- a. Perlakuan variasi konsentrasi NAA berpengaruh ($p = 0,00$) terhadap induksi kalus gaharu (*Gyrinops versteegii* (Gilg) Domke).
 - NAA 5 ppm memberikan waktu tercepat bagi awal terbentuknya kalus gaharu
 - NAA 5 ppm memberikan berat basah terbesar kalus gaharu
 - Pemberian NAA konsentrasi 1 ppm, 2 ppm, 3 ppm, 4 ppm, dan 5 ppm menunjukkan warna kalus yang embrionik
- b. Variasi Konsentrasi NAA yang diujikan dalam penelitian belum menunjukkan pertumbuhan kalus gaharu yang optimal.
- c. Karya ilmiah populer dengan memanfaatkan hasil penelitian yang berjudul “Kultur Jaringan Gaharu (*Gyrinops versteegii*)” sebagai media informasi bagi masyarakat umum dinilai layak dengan rerata nilai 73,5 dan prosentase skor 83,5 % dari dua validator.

5.2 Saran

Adapun saran dalam penelitian ini adalah:

- a. perlu dilakukan penelitian lanjut baik mengenai teknik kultur jaringan gaharu dengan menggunakan variasi konsentrasi NAA di atas konsentrasi 5 ppm.
- b. perlu dilakukan penelitian dan regenerasi dari kalus hingga menjadi tanaman lengkap dan siap untuk dijadikan sebagai bibit yang siap tanam.
- c. perlu dilakukan penyusunan dan perbaikan karya ilmiah populer sebagai media informasi bagi masyarakat umum mengenai perkembangan ilmu pengetahuan melalui penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Z. 2005. *Dasar-dasar Pengetahuan tentang Zat Pengatur Tumbuhan*. Bandung : Angkasa
- 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, Muhammad. 2010. *Karakteristik Anatomi Kayu Gaharu Daun Beringin (Gyrinops versteegii (Gilg.) Domke) Dari Gorontalo*. Jurnal Perennial, **Vol. 3(1)** : 6-10
- Betrianingrum, Citra. 2009. *Kajian Pembentukan Eksplan Pucuk Gaharu (Gyrinops versteegii (Gilg) Domke) dari Gorontalo*. Bogor : Institut Pertanian Bogor
- Campbell, *et al.* 2008. *Biologi*. Bandung : Erlangga
- Daud, Nurul Hazwani, Shashita Jayaraman and Rozi Mohamed. 2012. *An Improved Surface Sterilization Technique for Introducing Leaf, Nodal and Seed Explants Of Aquilaria Malaccensis From Field Sources into Tissue Culture*. Faculty of Forestry, Universiti Putra Malaysia, *AsPac J. Mol. Biol. Biotechnol.* 2012. **Vol 20(2)**: 55-58.
- Desriatin, Noer Laily. 2011. *Pengaruh Kombinasi Zat Pengatur Tumbuh IAA dan Kinetin terhadap Morfogenesis pada Kultur In Vitro Tanaman Tembakau (Nicotiana tabacum L. Var. Prancak-95)*. Jurnal dari Program Studi Biologi Fakultas MIPA ITS Surabaya
- Ezms. 2014. *Pedoman Penulisan Buku Non Teks Pelajaran*. https://www.scribd.com/doc/69288528/4/BAB-4-MENULIS-BUKU-NONTE_KS-BERKUALITAS. [10 Juni 2014].
- Fitri, M. Satria, Zairin Thomy, Essy Harnelly. 2012. *In-Vitro Effect of Combined Indole Butyric Acid (IBA) and Benzil Amino Purine (BAP) on the Planlet Growth of Jatropha curcas L.* Jurnal Natural **Vol. 12(1)**, 2012
- Gamborg, OL. 1982. *Kalus dan Kultur Sel. Metode Kultur Jaringan Edisi 2. Wetter LR dan F Constabel (editor)*. Bandung : Institut Teknologi Bandung.
- Gunawan, L.W. 1998. *Teknik kultur Jaringan*. Bandung : Laboratorium Kulturr jaringan Pusat Antar Universitas Bioteknologi IPB hal: 252

- Hakim, I. 2012. *Pengembangan Bahan Ajar dengan Model Whole Brain Teaching*. Jember: Universitas Jember.
- Idowu, Akin, Ibitoyr, D.O., Ademoyegun, O.T. 2009. *Tissue Culture As a Plant Production Technique For Horticultural Crops*. African Journal of Biotechnology **Vol. 8 (16)**
- Jaskani, M.J., Abbas, Haider., Sultana, R. 2008. *Effect Of Growth Hormones on Micropropagation of Vitis Vinifera L. Cv. Perlette*. Pak. J. Bot., **Vol. 40(1)**: 105-109
- Jayaraman, Shasita, Daud, N.H., Halis, R. 2012. *Effect of Plant Growth Regulators, carboun sources and pH values on Callus Induction in Aquilaria malaccensis Leaf Exsplan and characteristics of resultant calli*. Journal of Forestry Research **Vol. 25(3)**: 535-540
- Kamus Besar Bahasa Indonesia. 2015. Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) Online-Definisi Kata Populer. (<http://kbbi.web.id/index.php?w=populer>). Diakses tanggal [9 Juni 2015].
- Lizawati. 2012. *Induksi Kalus Embriogenik dari Eksplan Tunas Apikal Tanaman Jarak Pagar (Jatropha Curcas L.) dengan Penggunaan 2,4 D Dan TDZ*. **Vol. 1(2)** April-Juni 2012
- Lizawati. 2012. *Proliferasi Kalus dan Embriogenesis Somatik Jarak Pagar (Jatropha Curcas L.) dengan Berbagai Kombinasi ZPT dan Asam Amino*. **Vol 1(4)**, Oktober-Desember 2012.
- Lubis, Suwardi. 2004. *Teknik Penulisan Ilmiah Populer*. <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/3777/1/komunikasi-suwardi%20lbs2.pdf>. [10 Juni 2015].
- Manuhara, Y.Sri Wulan. 2009. *Perbanyakan Anthurium Plowmanii Menggunakan Eksplan Daun dan Tangkai Daun Secara In Vitro*. Departemen Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga
- Mulyono, Daru. 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
- Munsell Color Chart for Plant Tissue*. Gretagmacbeth, New Windsor, New York
- Nadeak, Romasli, Nelly Annab, Edy Batara. 2012. *Respon Eskplan Biji Gaharu (Aquilaria malaccensis Lamk.) Terhadap Pemberian NAA Dan IBA Secara In Vitro*. Program Studi Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara

- Niwanggalih, Puspita. 2014. *Pengaruh Ekstrak Kulit Semangka (Citrullus lanatus (Thumb.)) terhadap Jumlah Neutrofil pada Radang Luka Gores Mencit (Mus musculus) Jantan Balb/c dan Pemanfaatannya sebagai Karya Ilmiah Populer*. Tidak Diterbitkan. Skripsi. Jember: Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.
- Patma, Utri, Putri, L.A.P., Siregar, Luthfi. 2013. *Respon Media Tanam Dan Pemberian Auksin Asam Asetat Naftalen Pada Pembibitan Aren (Arenga Pinnata Merr)*. Jurnal Online Agroekoteknologi **Vol.1 (2)**, Maret 2013
- Prakoewa, S.A., Ribkahwati, Suryaningsih, D.R. 2009. *Teknik Kultur Jaringan Tanaman implementasi Beserta Aplikasi dan Hasil Penelitian*. Sidoarjo : Dian Prima Lestari
- 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 Januari 2015].
- 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.
- Rusdianto dan Indrianto. 2012. *Induksi Kalus Embriogenik pada Wortel (Daucus carota) menggunakan 2,4 D*. Jurnal bionature, **Vol 13 (2)**:136
- Saikia, Moitreyee., Shrivastava K., Singh S.S. 2012. *An Efficient Protocol for Callus Induction in Aquilaria malaccensis Lam. Using Leaf Explants at Varied Concentrations of Sucrose*. International Journal of Plant Research 2012, **Vol. 2(6)**: 188-194
- Santoso, Erdi., Purwito, Didik., Pratiwi., 2012. Bogor. *Master Plan Penelitian Dan Pengembangan Gaharu Tahun 2013 – 2023*. Kementerian Kehutanan, Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan , Pusat Penelitian dan Pengembangan, Konservasi dan Rehabilitasi
- Setyaningrum, Hesti Dwi dan Saparinto, Cahyo. 2014. *Panduan Lengkap gaharu*. Jakarta: Penebar Swadaya
- Sitepu, Irnayuri R., Santoso,E., Siran, A.S., dan Turjaman M. 2011. *“Fragrant Wood Gaharu : When the Wild Can No Longer Provider*.Bogor : Ministry Of Forestry Of Indonesia In Cooperation With International Tropical Timber Organization.

- Solichatun, Bekti Rahayu, Endang Anggarwulan. 2003. *Pengaruh Asam 2,4-Diklorofenoksiasetat (2,4-D) terhadap Pembentukan dan Pertumbuhan Kalus serta Kandungan Flavonoid Kultur Kalus *Acalypha indica* L.* *Biofarmasi* **Vol. 1 (1)**: 1-6, Pebruari 2003
- 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
- Suryowinoto, M. 1996. *Prospek Kultur Jaringan dalam Perkembangan Pertanian Modern*. Yogyakarta. Universitas Gadjah Mada
- Webster, S., Mitchell, S.A. and Ahmad, M.H. 2003. *A Novel Surface Sterilization Method for Reducing Fungal and Bacterial Contamination of Field Grown Medicinal Explants Intended for In Vitro Culture*. Technology Driven Agriculture and Agro-Processing SRC, Jamaica. <http://www.kitchenculturekit.com/surfaceSterilizationMitchell2003.pdf>
- Winarsih, Agus., Fifi puspita, M.Amrul Khoiri. 2011. *Pengaruh Stressing Terhadap Percepatan Pembentukan Gubal Gaharu Pada Tanaman Gaharu (*Aquilaria malaccensis*, Lamk)*. Agrotechnology Department, Agriculture Faculty, University of Riau (hal 1)
- Yanti, I.G.A.A.D., Swastini, D.A., Kardena, I.M. 2008. *Skrining Fitokimia Ekstrak Metanol Daun Gaharu (*Gyrinops versteegii* (Gilg) Domke)*. Jurusan Farmasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Udayana
- Yuliarti, Nurhati. 2010. *Kultur Jaringan Tanaman Skala Rumah Tangga Pedoman Teknik Prospek Bisnis*. Yogyakarta : Lily Publisher
- Yusnita. 2004. *Kultur Jaringan: Cara Memperbanyak Tanaman Secara Efisien*. Jakarta: Agromedia Pustaka.
- Zulkarnaen. 2009. *Kultur Jaringan Tanaman: Solusi Perbanyak Tanaman Budi Daya*. Jakarta: Bumi Aksara.

LAMPIRAN A

MATRIKS PENELITIAN

Judul	Rumusan Masalah	Sumber Data	Variabel	Indikator	Metode Penelitian
Pengaruh Hormon NAA (<i>Naphtalene Acetic Acid</i>) Terhadap Induksi Kalus Tanaman Gaharu (<i>Gyrinops versetegii</i>) Melalui Teknik <i>In Vitro</i> Pemanfaatannya sebagai Karya Ilmiah Populer	<ol style="list-style-type: none"> Apakah variasi konsentrasi zat pengatur tumbuh NAA berpengaruh terhadap pembentukan kalus gaharu (<i>Gyrinops versteegii</i>)? Berapakah konsentrasi optimal zat pengatur tumbuh NAA yang memberikan pertumbuhan terbaik terhadap pembentukan kalus gaharu (<i>Gyrinops versteegii</i>)? Apakah hasil penelitian “Pengaruh Variasi Konsentrasi Hormon NAA (<i>Naphtalene Acetic</i> 	<ol style="list-style-type: none"> Data primer dalam penelitian ini adalah berdasarkan dari pengamatan yang dilakukan terhadap Pengaruh Hormon NAA (<i>Naphtalene Acetic Acid</i>) Terhadap Pembentukan Kalus Tanaman Gaharu (<i>Gyrinops versetegii</i>) Melalui Teknik <i>In Vitro</i> pemanfaatannya sebagai karya ilmiah populer. Data sekunder yang digunakan dalam penelitian 	<ol style="list-style-type: none"> Variabel bebas: variasi konsentrasi hormon NAA, yakni dengan konsentrasi 0 ppm; 1 ppm; 2 ppm; 3 ppm; 4 ppm; 5 ppm. Variabel terikat: waktu awalterbentukn ya kalus, warna kalus, berat kalus. Variabel kontrol: ukuran botol kultur, media MS (<i>Murashige and Skoog</i>), volume media, pH, suhu, cahaya, dan waktu pengamatan. 	<ol style="list-style-type: none"> Variasi konsentrasi hormon NAA Induksi kalus (waktu awal terbentuknya kalus, warna kalus, dan berat kalus) 	<ol style="list-style-type: none"> Rancangan acak lengkap dengan 7 kali pengulangan. Serial konsentrasi yang digunakan 0 ppm, 1ppm, 2ppm, 3ppm, 4ppm, dan 5ppm. 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><i>Acid</i>) Terhadap Pembentukan Kalus Tanaman Gaharu (<i>Gyrinops versetegii</i> (Gilg) Domke) Melalui Teknik <i>In Vitro</i>” dapat dijadikan sebagai karya ilmiah populer?</p>	<p>ini didapat dari internet, jurnal, serta berbagai buku yang mendukung lengkapnya informasi yang dibutuhkan .</p>			
--	---	---	--	--	--

LAMPIRAN B. Surat Ijin Melakukan 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
 Lamaz: www.fkip.unej.ac.id

Nomor : 0 5 6 2/UN25.1.5/LT/2015 27 JAN 2015
 Lampiran : -
 Perihal : Permohonan Izin Penelitian

Yth. Dekan Fakultas Pertanian
 Universitas Jember
 Jember

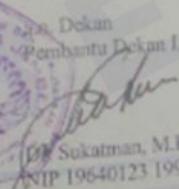
Diberitahukan dengan hormat, bahwa mahasiswa Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Jember di bawah ini:

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,
 Sukatman, M.Pd.
 NIP 19640123 199512 001

Lampiran B. Instrumen Validasi Uji Produk Karya Ilmiah Populer

I. Identitas Peneliti

Nama : Azalia Qurrotu Aini
NIM : 110210153038
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 Variasi Konsentrasi Hormon NAA terhadap Induksi Kalus Gaharu (*Gyrinops versteegii* (Gilg) Domke) 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

Azalia Qurrotu Aini

III. Identitas Responden

Nama :

Alamat rumah :

No. Telepon :

Jenis Kelamin :

Usia :

Pekerjaan :

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, glosarium, lampiran, indeks sesuai dengan keperluan</i>)	1 2 3 4

D	PENILAIAN KARYA ILMIAH POPULER				
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 dengan tepat, lugas, dan jelas sehingga mudah dipahami masyarakat awam	1	2	3	4

(Diadaptasi dari Sujarwo (2006))

Komentar Umum :

.....

.....

.....

.....

Saran :

.....
.....
.....
.....

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,

Validator,

.....

**RUBRIK PENILAIAN MASING-MASING SKOR DALAM PENILAIAN
LEMBAR KUISIONER UJI PRODUK**

NO	SKOR	KRITERIA	RUBRIK PENILAIAN
1	4	Sangat Baik	Jika masing-masing item pada unsur yang dinilai sangat sesuai dan tidak ada kekurangan dengan produk karya ilmiah populer yang ada.
2	3	Baik	Jika masing-masing item pada unsur yang dinilai sesuai, meski ada sedikit kekurangan dengan produk karya ilmiah populer tersebut.
3	2	Cukup	Jika masing-masing item pada unsur yang dinilai kurang sesuai dan ada sedikit kekurangan dan atau banyak dengan karya ilmiah populer tersebut.
4	1	Kurang	Jika masing-masing item pada unsur yang dinilai tidak sesuai dan ada kekurangan karya ilmiah tersebut.

Lampiran D. Penjelasan Butir Instrumen Praseleksi Karya Ilmiah Populer

A. Ketentuan Dasar

Butir 1 :

Mencantumkan nama pengarang/penulis atau editor.

Penjelasan :

Di dalam sampul buku dicantumkan nama pengarang/penulis dan atau editor.

B. Ciri Karya Ilmiah Populer

Butir 1 :

Karangan mengandung unsur ilmiah (tidak mementingkan keindahan bahasa).

Penjelasan :

Di dalam buku tidak mementingkan keindahan bahasa namun lebih menekankan pada proses pemberian informasi, mengajarkan atau menerangkan tentang suatu hal.

Butir 2 :

Berisi informasi akurat, berdasarkan fakta (tidak menekankan pada opini atau pandangan penulis)

Penjelasan :

Di dalam buku tidak terdapat soal latihan yang digunakan untuk mengetahui prestasi belajar atau pemahaman pembaca.

Butir 3 :

Aktualisasi tidak mengikat

Penjelasan :

Informasi yang dimiliki diambil dari kejadian nyata (misalnya hasil penelitian) dan akurat, jadi informasinya ditulis sesuai data yang ada (tidak mengikat). Penulis sebaiknya menuliskan sesuatu yang benar-benar penulis kuasai, jangan sampai mengajarkan sesuatu yang ternyata salah kepada pembaca.

Butir 4 :

Bersifat objektif

Penjelasan :

Dalam karya ilmiah populer lebih ditekankan unsur mendidiknya bukan opini dari penulis, jadi sangat menghindari diri (penulis) dari unsur subjektifitas yang kental.

Butir 5 :

Sumber tulisan berasal dari karya ilmiah akademik seperti hasil penelitian, paper, skripsi, ataupun tesis

Penjelasan :

Sumber tulisan berasal dari karya-karya tulis ilmiah yang kaku, hasil-hasil penelitian di bidang akademik, paper, skripsi, ataupun tesis hendaknya disebarluaskan pada masyarakat dalam bahasa yang sederhana, singkat, dan jelas sehingga mudah dipahami masyarakat awam.

Butir 6 :

Menyisipkan unsur kata-kata humor namun tidak terlalu berlebihan agar tidak membuat pembaca bosan

Penjelasan :

Penulis dapat menyisipkan humor yang tidak berlebihan agar pembaca tidak bosan, tapi tetap tidak meninggalkan unsur mendidiknya. Jangan sampai terjebak pada penulisan *feature* yang menitik beratkan pada unsur menghibur dan sisi kemanusiaannya.

C. Komponen Buku**Butir 1 :**

Ada halaman judul/sampul buku

Penjelasan :

Pada halaman judul/sampul buku terdapat judul buku, nama pengarang, ilustrasi tentang isi materi.

Butir 2 :

Ada bagian awal (*prakata/pengantar, dan daftar isi*)

Penjelasan :

Di bagian awal buku terdapat prakata dan/atau pengantar dan daftar isi.

- a. Prakata dan/atau pengantar pada awal buku berisi tujuan penulisan, cara belajar yang harus diikuti, ucapak terima kasih, kelebihan buku, keterbatasan buku, dan hal lain yang dianggap penting.
- b. Daftar isi berisi struktur buku secara lengkap yang memberikan gambaran tentang isi buku secara umum.

Butir 3 :

Ada bagian isi atau materi

Penjelasan :

Di dalam buku terdapat isi atau materi yang dapat memberikan tambahan wawasan pengetahuan dari hasil penelitian ilmiah, paper, skripsi, ataupun tesis.

Butir 4 :

Ada bagian akhir (*daftar pustaka, glosarium, lampiran, indeks sesuai dengan keperluan*)

Penjelasan :

Di bagian akhir buku terdapat daftar pustaka, glosarium, lampiran, indeks sesuai dengan keperluan.

- a. Daftar pustaka merupakan daftar buku yang digunakan sebagai bahan rujukan. Penulisan buku tersebut yang diawali dengan nama pengarang (yang disusun secara alfabetis), tahun terbit, judul buku, dan nama penerbit.
- b. Glosarium berisi istilah-istilah penting dalam teks dengan penjelasan arti istilah tersebut, dan disusun alfabetis.

- c. Lampiran merupakan segala sesuatu yang dipergunakan untuk memberikan kejelasan isi/materi buku yang tidak tepat jika ditampilkan di dalam isi buku.
- d. Indeks merupakan daftar kata-kata penting diikuti nomor halaman kemunculan.

D. Penilaian Karya Ilmiah Populer

Butir 1 :

Materi/isi buku mengaitkan dengan kondisi actual dan berhubungan dengan kegiatan sehari-hari

Penjelasan :

Pemilihan topik dalam menulis karya ilmiah populer sangat menentukan kualitas dan bobot hasil tulisan seseorang. Hendaknya menyajikan ide dan pengalaman aktual (baru dan sedang menarik dibicarakan publik). Contohnya kegiatan dalam kehidupan sehari-hari merupakan topic yang sangat menarik dan diminati oleh pembaca.

Butir 2 :

Menyajikan *value added*

Penjelasan :

Materi yang disajikan diusahakan dapat memberikan nilai tambah bagi penulis, pembaca, dan masyarakat pada umumnya.

Butir 3 :

Isi buku memperkenalkan temuan baru

Penjelasan :

Ilmiah populer sering mengangkat topik yang berkaitan dengan masyarakat awam. Memperkenalkan ilmu atau temuan baru serta mengaitkan dengan masyarakat adalah salah satu penulisan karya ilmiah populer.

Butir 4 :

Isi buku sesuai dengan perkembangan ilmu yang mutakhir, sah, dan akurat

Penjelasan :

- a. Materi/isi buku harus dengan konsep ilmuwan dan perkembangan ilmu pengetahuan, teknologi, perkembangan seni dan budaya mutakhir;
- b. Materi/isi buku harus berupa paparan keilmuan yang dapat dipercaya dan dilengkapi keilmuan;
- c. Materi/isi buku harus berupa pengetahuan yang tidak menimbulkan multi tafsir dari pihak pembaca.

Butir 5 :

Materi/isi menghindari masalah SARA, Bias *gender*, serta pelanggaran HAM

Penjelasan :

- a. Bahan dan/atau gambar yang terdapat di dalam buku harus tidak menimbulkan masalah suku, agama, ras, dan antar golongan;
- b. Bahan dan/atau gambar yang terdapat di dalam buku harus tidak mengungkapkan atau menyajikan sesuatu yang membiaskan (mendiskreditkan) jenis kelamin laki-laki atau perempuan;
- c. Bahan dan/atau gambar yang terdapat di dalam buku harus tidak mengungkapkan atau menyajikan hal-hal yang diduga bertentangan dengan Hak Asasi Manusia.

Butir 6 :

Penyajian materi/isi dilakukan secara runtun, sistematis, lugas, dan mudah dipahami oleh masyarakat umum

Penjelasan :

- a. Penyajian materi/isi harus sesuai dengan alur berpikir induktif (khusus ke umum) untuk membuat dugaan-dugaan (konjektur) atau deduktif (umum ke khusus) untuk menyatakan kebenaran suatu proposisi;

- b. Konsep harus disajikan dari yang mudah ke sukar, dari yang sederhana ke kompleks, dan mampu mendorong pembaca terlibat aktif;
- c. Materi/isi prasyarat harus disajikan mendahului materi pokok yang berkaitan dengan materi prasyarat yang bersangkutan;
- d. Penyajian materi/isis harus lugas sehingga materi/isi mudah dipahami dan menyenangkan pembaca (tidak membuat bosan).

Butir 7 :

Penyajian materi/isi mengembangkan kecakapan akademik, kreativitas, kemampuan berinovasi

Penjelasan :

Penyajian materi/isi harus memuat permasalahan yang dapat merangsang tumbuhnya berpikir kritis, kreatif, atau inovatif. Sajian materinya juga dapat mengembangkan kecakapan akademik yaitu membuat pembaca tidak lekas percaya, selalu berusaha menemukan kesalahan atau kekeliruan, atau tajam analisisnya dalam menguji kebenaran jawaban. Sajian materi juga dapat menumbuhkan kreativitas pembaca ditandai oleh dimilikinya daya cipta atau kemampuan mencipta. Selain itu, penyajian materi juga dapat menumbuhkan inovasi pembaca ditandai oleh adanya pembaruan atau kreasi baru dalam gagasan atau metode.

Butir 8 :

Penyajian materi/isi menumbuhkan motivasi untuk mengetahui lebih jauh

Penjelasan :

Penyajian materi harus mendorong pembaca untuk memperoleh informasi lebih lanjut dari berbagai sumber lain seperti internet, buku, artikel, dan sebagainya.

Butir 9 :

Ilustrasi (gambar, foto, diagram, tabel) yang digunakan sesuai dengan proporsional

Penjelasan :

- a. Ukuran gambar (foto atau repro-foto dan lukisan) yang digunakan harus proporsional jika dibandingkan dengan ukuran aslinya dan menimbulkan minat baca;
- b. Bentuk gambar (foto atau repro-foto dan lukisan) yang digunakan harus sesuai dengan bentuk aslinya dan menimbulkan minat baca;
- c. Warna gambar (foto atau repro-foto dan lukisan) yang digunakan harus sesuai dengan peruntukan pesan atau materi yang disampaikan dan menimbulkan minat baca;
- d. Setiap ilustrasi harus diberi keterangan secara lengkap sehingga mempermudah pembaca untuk memahaminya;
- e. Setiap tabel harus diberi judul dan dilengkapi dengan sumbernya.

Butir 10 :

Istilah yang digunakan menggunakan bahasa ilmiah dan baku

Penjelasan :

Istilah (penulisan huruf dan tanda baca) yang digunakan harus sesuai dengan kaidah penulisan bahasa Indonesia yang benar (EYD).

Butir 11 :

Bahasa (ejaan, kata, kalimat, dan paragraf) yang digunakan dengan tepat, lugas, dan jelas sehingga mudah dipahami masyarakat awam

Penjelasan :

- a. Ejaan, kata, atau istilah (keilmuan atau asing) yang digunakan harus benar, baik sebagai bentuk serapan maupun sebagai istilah keilmuan;
- b. Kalimat yang digunakan harus efektif lugas, tidak ambigu (tidak bermakna ganda), dan sesuai dengan makna pesan yang ingin disampaikan;
- c. Pesan atau materi yang disajikan harus dalam paragraf yang mencerminkan kesatuan tema/makna.

Lampiran E. Hasil Uji Validasi

E.1 Ahli Materi

III. Identitas Responden

Nama : Dra Pujiastuti M.S.
 Alamat rumah : Griya Tegol Besar B.E. 1
 No. Telepon : HP
 Jenis Kelamin : Perempuan
 Usia : 55 Thn
 Pekerjaan : Dosen

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, glosarium, lampiran, indeks sesuai dengan keperluan</i>)	1 2 3 4

D		PENILAIAN KARYA ILMIAH POPULER			
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 dengan tepat, lugas, dan jelas sehingga mudah dipahami masyarakat awam	1	2	3	4

(Diadaptasi dari Sujarwo (2006))

Komentar Umum :

Berbaiki gambar dan keterangan, kualitas print out, layout digunakan dengan benar.

Saran :
.....
.....
.....

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,

Validator,
Ara. Pujiastuti M. S.

E.2 Ahli Media

III. Identitas Responden

Nama : Fitri Pujiyanti S.Pd, M.Pd.
 Alamat rumah : Jl. Karanganyar 3/C no 9
 No. Telepon : 08226353726
 Jenis Kelamin : P
 Usia : 35
 Pekerjaan : Dosen

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 (prakata/pengantar dan daftar isi)	1 2 3 (3)
3	Ada bagian isi atau materi	1 2 3 (4)
4	Ada bagian akhir (daftar pustaka, glosarium, lampiran, indeks sesuai dengan keperluan)	1 2 3 (4)

D PENILAIAN KARYA ILMIAH POPULER		
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 sesuatu 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 gender, serta pelanggaran HAM	1 2 3 4
6	Penyajian materi/isi dilakukan secara runtun, ber sistem, 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 dengan tepat, lugas, dan jelas sehingga mudah dipahami masyarakat awam	1 2 3 4

(Diadaptasi dari Sujarwo (2006))

Komentar Umum :

Revisi/lihat di naskah buku
Kawano

Saran :
- Perhaluslah proporsi dan budihi sambal, plus rasa lebih.

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?

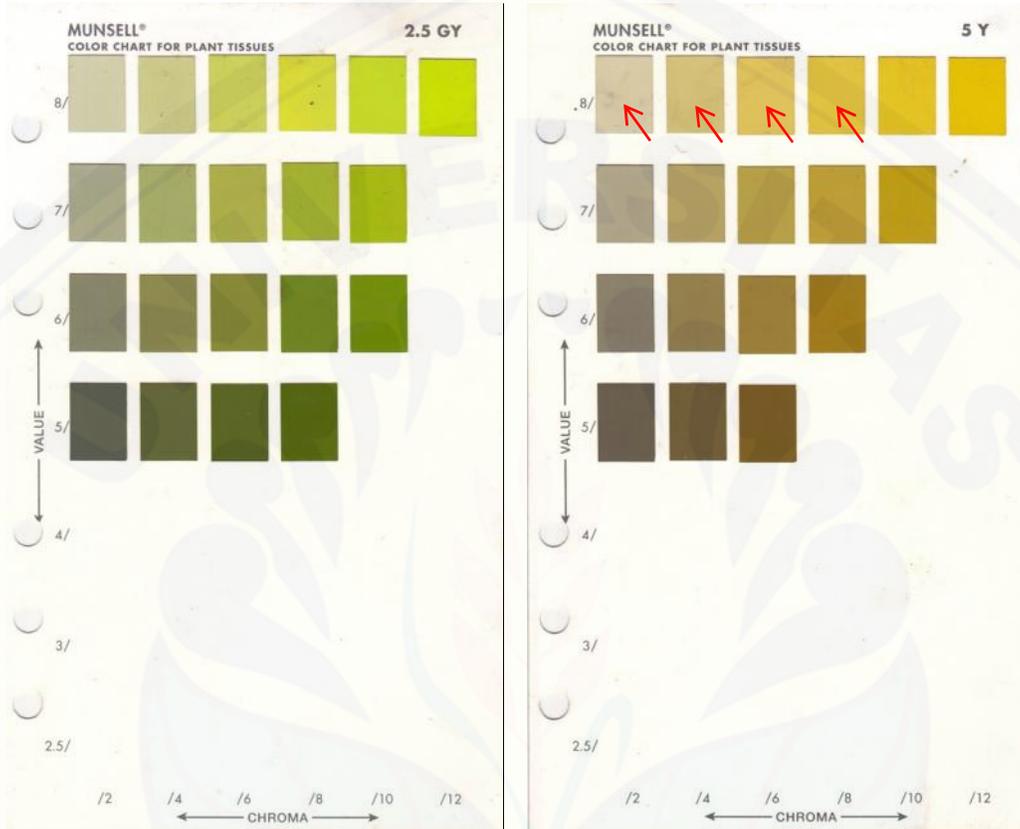
Layak
 Tidak Layak

Jember, 19 Ag 2010
Validator, 
G. NurSyah

Lampiran F. *Munsell Color Chart for Plant Tissue*

E1. 2.5 GY

E2. 5Y



Lampiran G. Data Hasil Pengamatan

1. Berat Basah Kalus

Perlakuan	Ulangan	NAA 0	NAA 1	NAA 2	NAA 3	NAA 4	NAA 5
Sebelum sub kultur	1	174.11	179.44	179.5	168.96	165.31	174.17
	2	170.85	176.22	168.97	175.2	174.26	173.14
	3	176.96	176.6	176.2	178.89	178.62	173.96
	4	203.94	170.58	170.79	196.87	173.51	173.52
	5	176.06	28.75	165.34	176.37	169.52	174.36
	6	164.42	176.17	171.11	175.75	173.61	177.3
	7	163.83	172.76	179.23	174.25	175.6	177.27
Sesudah sub kultur	1	173.88	178.91	179.09	168.56	164.54	172.89
	2	170.53	175.71	168.09	174.58	173.18	171.92
	3	176.66	176.02	175.55	178	177.84	172.94
	4	203.67	170.15	170.13	196.13	172.76	172.67
	5	175.83	28.07	164.47	175.27	168.18	173.34
	6	164.2	175.85	170.63	175.2	172.79	176.02
	7	163.55	172.1	178.57	173.31	174.64	176.15
Selisih	1	0.23	0.53	0.41	0.4	0.77	1.28
	2	0.32	0.51	0.88	0.62	1.08	1.22
	3	0.3	0.58	0.65	0.89	0.78	1.02
	4	0.27	0.43	0.66	0.74	0.75	0.85
	5	0.23	0.68	0.87	1.1	1.34	1.02
	6	0.22	0.32	0.48	0.55	0.82	1.28
	7	0.28	0.66	0.66	0.94	0.96	1.12
Rata-rata		0.264286	0.53	0.658571	0.748571	0.928571	1.112857

2. Kecepatan Terbentuknya Kalus (hari)

Ulangan	Perlakuan					
	0 ppm	1 ppm	2 ppm	3 ppm	4 ppm	5 ppm
U1	0	32	33	33	30	28
U2	0	35	32	41	20	22
U3	0	33	32	21	28	23
U4	0	0	32	27	21	22
U5	0	19	28	28	20	29
U6	0	49	35	33	20	15
U7	0	32	20	21	36	15
rata-rata	0	28.57143	30.28571	29.14286	25	22

3. Warna Kalus

Minggu ke-	Perlakuan	WARNA KALUS						
		U1	U2	U3	U4	U5	U6	U7
1 (9/4/15)	NAA 0 ppm	-	-	-	-	-	-	-
	NAA 1 ppm	-	-	-	-	-	-	-
	NAA 2 ppm	-	-	-	-	-	-	-
	NAA 3 ppm	-	-	-	-	-	-	-
	NAA 4 ppm	-	-	-	-	-	-	-
	NAA 5 ppm	-	-	-	-	-	-	-
2 (16/4/15)	NAA 0 ppm	-	-	-	-	-	-	-
	NAA 1 ppm	-	-	-	-	-	-	-
	NAA 2 ppm	-	-	-	-	-	-	-
	NAA 3 ppm	-	-	-	-	-	-	-
	NAA 4 ppm	-	-	-	-	-	-	-
	NAA 5 ppm	-	-	-	-	-	-	-
3 (23/4/15)	NAA 0 ppm	-	-	-	-	-	-	-
	NAA 1 ppm	-	-	-	-	5Y 8/2	-	-
	NAA 2 ppm	-	-	-	-	-	-	5Y 8/2
	NAA 3 ppm	-	-	5Y 8/2	-	-	-	5Y 8/2
	NAA 4 ppm	-	5Y 8/2	-	5Y 8/2	5Y 8/2	5Y 8/2	-

	NAA 5 ppm						5Y 8/2	5Y 8/2
4 (30/5/15)	NAA 0 ppm	-	-	-	-	-	-	-
	NAA 1 ppm	-	-	-	-	5Y 8/4	-	-
	NAA 2 ppm	-	-	-	-	5Y 8/6	-	5Y 8/4
	NAA 3 ppm	-	-	5Y 8/4	5Y 8/6	5Y 8/4	-	5Y 8/4
	NAA 4 ppm	-	5Y 8/4	5Y 8/4	5Y 8/4	5Y 8/4	5Y 8/4	-
	NAA 5 ppm	5Y 8/4	5Y 8/2	5Y 8/4	5Y 8/2	-	5Y 8/4	5Y 8/4
5	NAA 0 ppm	-	-	-	-	-	-	-
	NAA 1 ppm	5Y 8/2	5Y 8/2	5Y 8/2	-	5Y 8/4	-	5Y 8/4
	NAA 2 ppm	5Y 8/2	5Y 8/4	5Y 8/2	5Y 8/4	2.5GY 8/4	5Y 8/2	5Y 8/6
	NAA 3 ppm	5Y 8/2	-	5Y 8/6	5Y 8/6	5Y 8/4	5Y 8/2	5Y 8/6
	NAA 4 ppm	5Y 8/4	5Y 8/6	5Y 8/4	5Y 8/4	5Y 8/6	5Y 8/6	-
	NAA 5 ppm	5Y 8/4	5Y 8/4	5Y 8/4	5Y 8/4	5Y 8/4	5Y 8/4	5Y 8/4
6	NAA 0 ppm	-	-	-	-	-	-	-
	NAA 1 ppm	5Y 8/4	5Y 8/2	5Y 8/2	-	5Y 8/6		5Y 8/6
	NAA 2 ppm	5Y 8/4	5Y 8/6	5Y 8/4	5Y 8/4	5Y 8/4	5Y 8/4	5Y 8/6
	NAA 3 ppm	5Y 8/4	5Y 8/2	5Y 8/6	2.5GY 8/4	5Y 8/4	5Y 8/2	5Y 8/6
	NAA 4 ppm	5Y 8/6	5Y 8/6	5Y 8/6	5Y 8/6	5Y 8/6	5Y 7/6	5Y 8/4
	NAA 5 ppm	5Y 8/4	5Y 8/6	5Y 8/6	5Y 8/4	5Y 8/6	5Y 8/6	5Y 8/6
7	NAA 0 ppm	-	-	-	-	-	-	-
	NAA 1 ppm	5Y 8/4	5Y 8/4	5Y 8/2	-	5Y 8/8	5Y 8/2	5Y 8/6
	NAA 2 ppm	5Y 8/6	5Y 8/6	5Y 8/6	5Y 8/4	5Y 8/6	5Y 8/4	5Y 8/6
	NAA 3 ppm	5Y 8/4	5Y 8/4	5Y 8/6	5Y 8/6	5Y 8/4	5Y 8/2	5Y 8/6
	NAA 4 ppm	5Y 8/6	5Y 8/6	5Y 8/6	5Y 8/6	5Y 8/6	5Y 7/6	5Y 8/6
	NAA 5 ppm	5Y 8/6	5Y 8/6	5Y 8/6	5Y 8/4	5Y 8/6	5Y 8/6	5Y 8/6
8	NAA 0 ppm	-	-	-	-	-	-	-
	NAA 1 ppm	5Y 8/4	5Y 8/4	5Y 8/2	-	5Y 8/8	5Y 8/2	5Y 8/6
	NAA 2 ppm	5Y 8/6	5Y 8/4	5Y 8/4	5Y 8/4	5Y 8/6	5Y 8/4	5Y 8/6
	NAA 3 ppm	5Y 8/6	5Y 8/6	5Y 8/6	5Y 8/4	5Y 8/6	5Y 8/2	5Y 8/4
	NAA 4 ppm	5Y 8/6	5Y 8/4	5Y 8/4	5Y 8/6	5Y 8/6	5Y 8/4	5Y 8/6
	NAA 5 ppm	5Y 8/4	5Y 8/4	5Y 8/4	5Y 8/6	5Y 8/4	5Y 8/4	5Y 8/4

Lampiran H. Hasil Analisis

H.1 Kecepatan Terbentuknya Kalus

Descriptives

KECEPATAN TERBENTUKNYA KALUS

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
					NAA 0	7		
NAA 1	7	28.57	15.328	5.793	14.40	42.75	0	49
NAA 2	7	30.29	4.990	1.886	25.67	34.90	20	35
NAA 3	7	29.14	7.175	2.712	22.51	35.78	21	41
NAA 4	7	25.00	6.403	2.420	19.08	30.92	20	36
NAA 5	7	22.00	5.538	2.093	16.88	27.12	15	29
Total	42	22.50	12.953	1.999	18.46	26.54	0	49

ANOVA

KECEPATAN TERBENTUKNYA KALUS

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	4580.500	5	916.100	14.351	.000
Within Groups	2298.000	36	63.833		
Total	6878.500	41			

KECEPATAN TERBENTUKNYA KALUS

Duncan^a

PERLAK UAN	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
NAA 0	7	.00	
NAA 5	7		22.00
NAA 4	7		25.00
NAA 1	7		28.57
NAA 3	7		29.14
NAA 2	7		30.29
Sig.		1.000	.090

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 7.000.

H.2 Berat Basah Kalus

Descriptives

BERAT BASAH KALUS

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
NAA 0	7	.2643	.03867	.01462	.2285	.3000	.22	.32
NAA 1	7	.5300	.12675	.04791	.4128	.6472	.32	.68
NAA 2	7	.6586	.17677	.06681	.4951	.8221	.41	.88
NAA 3	7	.7486	.24416	.09228	.5228	.9744	.40	1.10
NAA 4	7	.9286	.21760	.08224	.7273	1.1298	.75	1.34
NAA 5	7	1.1129	.16007	.06050	.9648	1.2609	.85	1.28
Total	42	.7071	.32025	.04942	.6073	.8069	.22	1.34

ANOVA

BERAT BASAH KALUS

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	3.116	5	.623	20.617	.000
Within Groups	1.088	36	.030		
Total	4.205	41			

BERAT BASAH KALUS

Duncan^a

PERLAKUAN	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
NAA 0	7	.2643				
NAA 1	7		.5300			
NAA 2	7		.6586	.6586		
NAA 3	7			.7486	.7486	
NAA 4	7				.9286	.9286
NAA 5	7					1.1129
Sig.		1.000	.175	.339	.061	.055

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 7.000.

Lampiran I. Dokumentasi Penelitian

I.1 Pembuatan Media



I.2 Sterilisasi dan Penanaman Eksplan



I.3 Peletakan Botol Kultur pada Rak



Lampiran J. Sampul Buku

J.1 Sampul Depan Buku



I.2 Sampul Belakang Buku

