

**THE EFFECT OF MEDIUM TYPE AND 2,4-D  
CONCENTRATION ON MICROPROPAGATION OF GAJAH  
BERANAK (*Goniothalamus sp.*) ON THE EXISTENCE OF  
GONIOTALAMINE AS A BOOKLET MODERN  
BIOTECHNOLOGY**

**Veny Lusiana Br Manullang<sup>1</sup>, Imam Mahadi<sup>2</sup>, Wan Syafi'i<sup>3</sup>**  
Email : veny.lusiana2316@student.unri.ac.id, imam.mahadi@lecturer.unri.ac.id,  
wan.wsyafii@lecturer.unri.ac.id  
telp: +6282384210188

*Study Program of Biology Education  
Department of Mathematics and Natural Sciences  
Faculty of Teacher Training and Education  
Riau University*

**Abstract:** *This research aims to know the effect of the combination of medium and 2,4-D on the growth of Gajah Beranak (*Goniothalamus sp.*) and the design of booklet for senior high school modern biotechnology materials in November 2021 – January 2022. This research consists of two stage. The first stage of research that the combination of medium and 2,4-D micropropagation, was carried out at the Laboratory of Biotechnology Faculty of Agriculture, Islamic Riau University, Pekanbaru using an experimental method with a Completely Randomized Design (CRD) consisting of 12 treatments and 3 replication. Parameters observed were explant growth time, percentage of explant growth, number of leaves, planlet height and the presence of goniotalamine. The results of research obtained then analyzed ANOVA and a further test DMRT at the 5% level. The second stage of the research was the booklet design stage which was sourced from the results of the first stage of the research. The results showed that the medium and 2,4-D significantly affected the growth of the explants of Gajah Branak. The fastest explant growth time in the M<sub>2</sub>D<sub>5</sub> treatment was with an average of 23,7 days after culture (HSK). The percentage of explants grown 100% all treatments. The highest number of leaves in the M<sub>2</sub>D<sub>5</sub> treatment was with an average of 4,0. The highest planlet height in the M<sub>2</sub>D<sub>5</sub> treatment was with an average of 19,5. The qualitative result of Thin Layer Chromatography showed the potential content of goniotalamine substances. Based on the research result, the combination of medium and 2,4-D can be used as a student guide booklet design on biotechnology material for grade XII SMA on the subject matter of modern biotechnology.*

**Key Words:** *Goniothalamus sp., Medium, 2,4-D, booklet.*

**PENGARUH JENIS MEDIA DAN KONSENTRASI 2,4-D  
PADA MIKROPROPAGASI TANAMAN GAJAH BERANAK  
(*Goniothalamus sp.*) TERHADAP KEBERADAAN  
GONIOTALAMIN SEBAGAI RANCANGAN *BOOKLET*  
BIOTEKNOLOGI MODERN**

**Veny Lusiana Br Manullang<sup>1</sup>, Imam Mahadi<sup>2</sup>, Wan Syafi'i<sup>3</sup>**

Email : veny.lusiana2316@student.unri.ac.id, imam.mahadi@lecturer.unri.ac.id,

wan.wsyafii@lecturer.unri.ac.id

Telp: +6282384210188

Program Studi Pendidikan Biologi  
Jurusan Pendidikan Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan  
Universitas Riau

**Abstrak:** Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kombinasi media dan 2,4-D terhadap pertumbuhan Gajah Beranak (*Goniothalamus sp.*) dan rancangan *booklet* pada materi bioteknologi modern SMA pada bulan November 2021 – Januari 2022. Penelitian ini terdiri atas 2 tahap. Penelitian tahap I yaitu mikropropagasi kombinasi media dan 2,4-D yang dilakukan di Laboratorium Bioteknologi Fakultas Pertanian Universitas Islam Riau, Pekanbaru menggunakan metode eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri atas 12 perlakuan dan 3 ulangan. Parameter yang diamati adalah waktu tumbuh eksplan, persentase tumbuh eksplan, jumlah daun, tinggi planlet dan keberadaan goniotalamin. Hasil penelitian yang diperoleh kemudian dianalisis dengan ANOVA dan uji lanjut DMRT pada taraf 5%. Penelitian tahap II merupakan tahapan rancangan *booklet* yang bersumber dari hasil penelitian tahap I. Hasil penelitian menunjukkan pengaruh media dan 2,4-D secara signifikan mempengaruhi pertumbuhan eksplan Gajah Beranak. Waktu tumbuh eksplan tercepat pada perlakuan M<sub>2</sub>D<sub>5</sub> yaitu dengan rerata 23,7 hari setelah kultur (HSK). Persentase tumbuh eksplan yaitu 100%. Jumlah daun terbanyak pada perlakuan M<sub>2</sub>D<sub>5</sub> yaitu dengan rerata 4,0. Tinggi planlet tertinggi pada perlakuan M<sub>2</sub>D<sub>5</sub> yaitu dengan rerata 19,5. Hasil kualitatif Kromatografi Lapis Tipis terdapat potensi kandungan zat goniotalamin. Berdasarkan hasil penelitian kombinasi media dan 2,4-D dapat dijadikan sebagai rancangan *booklet* panduan siswa pada materi bioteknologi kelas XII SMA pada materi pokok bioteknologi modern.

**Kata Kunci:** *Goniothalamus sp.*, Media, 2,4-D, *booklet*.

## PENDAHULUAN

Tanaman jenis *Goniothalamus* ini mengandung senyawa goniotalamin (Laily *et al.*, 1992). Goniotalamin adalah suatu zat yang bersifat aktif biologi yang diekstrak dari tanaman *Goniothalamus* sp. Giniotalamin juga berperan dalam menghambat pertumbuhan atau perkembangan suatu sel dalam jaringan tubuh sehingga berpotensi mencegah dan mengobati penyakit kanker (Izzatul Hidayah Azizan *et al.*, 2016).

Menurut Mahadi (2012) bahwa tanaman dari genus *Goniothalamus* yang bersifat perdu, berdaun lebar dengan permukaan licin dan mengkilat, memiliki batang tunggal, pertumbuhannya sangat lambat, berbunga dan berbuah hanya terjadi setahun sekali yaitu pada bulan September – November dengan jumlah buah yang sedikit. Hal ini menyebabkan tanaman ini lambat berkembang biak jika tanaman ini dibudidayakan secara konvensional tentu sangat lambat dan biji benih yang terbatas. Oleh sebab itu penerapan teknik bioteknologi sangat sesuai untuk membudidayakan tanaman gajah beranak ini yang menghasilkan senyawa goniotalamin sebagai sumber obat dengan melakukan perbanyakan tanaman yang dapat memenuhi kebutuhan bibit dalam jumlah banyak, seragam dan tidak tergantung musim atau dikenal dengan mikropropagasi. Tujuan utamanya adalah memproduksi tanaman dalam jumlah besar dan waktu yang singkat (Firmansyah dkk, 2016).

Pemilihan media dan zat pengatur tubuh (ZPT) yang cocok sangat menentukan keberhasilan. Menurut Santoso (2003) Keberhasilan perbanyakan dan perkembangbiakan tanaman dengan metode kultur jaringan secara umum sangat tergantung pada jenis media. Media merupakan faktor utama dalam perbanyakan dalam kultur jaringan. Media dasar Murashige Skoog (MS) merupakan media yang paling umum digunakan dalam kultur jaringan. Media MS mempunyai kandungan hara yang lebih tinggi dibandingkan dengan media dasar lain. Media dasar WPM (*Woody Plants Medium*) yang dikhususkan untuk tanaman berkayu, tanaman hias dan media B5 dikembangkan untuk kultur kalus dan suspensi yang memiliki konsentrasi nitrat dan amonium lebih rendah. Dari penelitian ini menggunakan berbagai media untuk mengetahui media mana yang terbaik dalam kebutuhan bibit.

Selain dalam penggunaan media, hormon juga berperan penting dalam pertumbuhan tanaman. Salah satu hormon yang digunakan adalah 2,4-D yang merupakan golongan auksin. 2,4-D berfungsi dalam meningkatkan sintesis protein, meningkatkan pembelahan sel, meingkatkan tekanan osmotik, permeabilitas sel, meningkatkan plastisitas dan mengembangkan dinding sel (Widiastoety, 2014:231). Penerapan kultur jaringan dapat diterapkan dalam materi bioteknologi modern.

Hasil penelitian akan dijadikan rancangan *booklet* pada materi bioteknologi modern SMA dan dapat menjadi pengayaan pembelajaran bioteknologi modern. Dengan demikian, guru dapat mengembangkan perangkat pembelajaran yaitu *booklet* yang lebih relevan dan kontekstual serta bervariasi yang bisa menunjang kegiatan pembelajaran peserta didik.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini terdiri atas 2 tahap, yaitu tahap pertama, mikropropagasi gajah beranak (*Goniothalamus* sp.) dilaksanakan di Laboratorium Bioteknologi Fakultas

Pertanian Universitas Islam Riau pada bulan November 2021 – Januari 2022. Sedangkan tahap kedua, perancangan analisis potensi pengembangan bahan ajar *booklet* materi bioteknologi modern SMA. Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode eksperimen Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial. Faktor pertama (M) adalah media MS, media WPM dan media B5. Faktor kedua (D) adalah 2,4-D yang terdiri dari 4 taraf yaitu: 0 mgL<sup>-1</sup>, 1 mgL<sup>-1</sup>, 3 mgL<sup>-1</sup>, dan 5 mgL<sup>-1</sup>. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali dengan 12 kombinasi perlakuan sehingga didapat 36 unit percobaan.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain botol kultur, gelas piala, sendok kaca, gelas ukur, cawan petri, timbangan analitik, pH meter digital, autoclave, laminar, air flow yang dilengkapi dengan lampu UV, plastik, pipet tetes, pipet mikro, pipet ukur, kompor, kertas label, panci, karet gelang, ruang inkubasi yang dilengkapi dengan AC, pinset, pisau, scapel dan rak kultur. Bahan yang digunakan adalah eksplan biji tanaman gajah beranak, media MS, B5, WPM, agar-agar, glukosa, fungisida, zat pengatur tumbuh (2,4-D), alkohol 90%, larutan bayclin, tween, aquades steril, NaOH 0,1 N dan HCL 0,1 N.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Waktu Tumbuh Eksplan

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa kombinasi media dan 2,4-D berpengaruh nyata terhadap waktu tumbuh eksplan.

Tabel 1. Rerata Waktu Tumbuh Eksplan Gajah Beranak (*Goniothalamus* sp.) dengan Kombinasi Media dan 2,4-D (HSK)

Media (M)	2,4-D (D)			
	D <sub>0</sub> (mgL <sup>-1</sup> )	D <sub>1</sub> (mgL <sup>-1</sup> )	D <sub>3</sub> (mgL <sup>-1</sup> )	D <sub>5</sub> (mgL <sup>-1</sup> )
M <sub>1</sub>	73,7 b	40,0 e	33,3 g	26,3 i
M <sub>2</sub>	60,0 c	36,7 f	29,3 h	23,7 j
M <sub>3</sub>	89,0 a	48,3 d	41,7 e	36,7 f

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan beda nyata pada uji DMRT taraf 5%.

Dari Tabel 1. dapat dilihat rerata waktu tumbuh eksplan berkisar antara 23,7 HSK hingga 89 HSK. Rerata waktu tumbuh eksplan yang paling cepat terdapat pada perlakuan M<sub>2</sub>D<sub>5</sub> yaitu 23,7, yang mana pada perlakuan M<sub>2</sub>D<sub>5</sub> media yang digunakan media WPM (*Woody Plant Medium*) dengan konsentrasi 2,4-D 5 mg/l. Hal ini dikarenakan kandungan nutrisi yang terdapat pada media WPM mampu dioptimalkan oleh eksplan untuk laju pertumbuhan. Selain itu, media WPM merupakan media yang biasa digunakan dalam kultur jaringan pada berbagai jenis tanaman berkayu. Menurut Pardal dkk, (2004) media WPM banyak digunakan pada berbagai spesies tanaman berkayu, karena memiliki kandungan total ion yang rendah, tetapi kandungan sulfatnya tinggi. Diduga media WPM memiliki unsur Ca yang tinggi dibandingkan dengan media MS dan B5, dimana Ca berperan dalam pertumbuhan sel tanaman.

Rerata waktu muncul eksplan yang paling lama terdapat pada perlakuan M<sub>3</sub>D<sub>0</sub>

yaitu 89, yang mana pada perlakuan M<sub>3</sub>D<sub>0</sub> merupakan perlakuan kontrol yang menggunakan media B5 (Gamborg) dan tidak diberikan hormon 2,4-D, sehingga belum optimal untuk meningkatkan laju pertumbuhan eksplan. Pada perlakuan M<sub>1</sub>D<sub>5</sub> merupakan perlakuan yang menggunakan media MS (Murashige dan Skoog) dengan konsentrasi 2,4-D 5 mg/l rerata waktu muncul eksplan yaitu 26,3. Hal ini disebabkan pada media MS terkandung unsur makro seperti unsur Phosfor (P) dan Kalium (K) yang cukup tinggi, sehingga dapat mengganggu penyerapan unsur lain terutama unsur mikro seperti besi (Fe), tembaga (Cu), seng (Zn), kalsium (Ca) dan magnesium (Mg).

Penambahan 2,4-D dalam media ternyata efektif untuk meningkatkan laju pertumbuhan. Semakin tinggi konsentrasi 2,4-D yang ditambahkan semakin meningkatkan laju pertumbuhan eksplan. Penambahan 2,4-D dilakukan karena berperan untuk mendorong proses morfogenesis tunas dan dapat mempengaruhi kestabilan genetik pada tanaman. Waktu tumbuh eksplan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Waktu Tumbuh Eksplan Gajah Beranak

## 2. Persentase Tumbuh Eksplan

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa kombinasi media dan 2,4-D tidak berpengaruh nyata terhadap persentase tumbuh eksplan.

Tabel 2. Rerata Persentase Tumbuh Eksplan Gajah Beranak (*Goniothalamus* sp.) dengan Kombinasi Media dan 2,4-D

Media (M)	2,4-D (D)			
	D <sub>0</sub> (mgL <sup>-1</sup> )	D <sub>1</sub> (mgL <sup>-1</sup> )	D <sub>3</sub> (mgL <sup>-1</sup> )	D <sub>5</sub> (mgL <sup>-1</sup> )
M <sub>1</sub>	100 a	100 a	100 a	100 a
M <sub>2</sub>	100 a	100 a	100 a	100 a
M <sub>3</sub>	100 a	100 a	100 a	100 a

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan beda nyata pada uji DMRT taraf 5%.

Data pada Tabel 2. terlihat bahwa menunjukkan persentase hidup eksplan gajah beranak mencapai 100%. Hal ini disebabkan karena media yang digunakan dalam kultur yaitu media MS, WPM dan B5 memiliki unsur hara, baik itu makro dan mikro yang cukup untuk proses pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan. Menurut Wahyuni (2009:51), penggunaan media dan hormon memberikan persentase tumbuh eksplan yang baik, karena pada media mengandung vitamin, unsur hara makro (N, P,

K, Ca, Mg dan S), mikro (Fe, Mn, Zn, Cu, Co dan Mo), sukrosa sehingga cukup untuk memacu pertumbuhan eksplan gajah beranak.

Senyawa 2,4-D dapat meningkatkan tekanan osmotik, meningkatkan permeabilitas sel terhadap air, menyebabkan pengurangan tekanan pada dinding sel, meningkatkan sintesis perotein, meningkatkan plastisitas dan pengembangan dinding. Plastisitas dan pengembangan dinding sel didorong oleh pemberian auksin, karena auksin mengeluarkan  $H^+$  ke dalam dinding sel dan  $H^+$  ini menyebabkan pH dinding sel menurun sehingga terjadi pelonggaran struktur dinding sel (berarti peningkatan plastisitas) dan terjadi pertumbuhan.

Hal ini disebabkan karena hormon endogen yang ada di dalam eksplan sudah mencukupi untuk pertumbuhan eksplan biji dan ditambah lagi dengan hormon eksogen yaitu 2,4-D dapat merangsang pertumbuhan eksplan. Faktor lain yang juga ikut mendukung tingginya persentase hidup eksplan adalah penggunaan media yang telah mengandung komposisi yang lengkap untuk pertumbuhan eksplan gajah beranak, sehingga pertumbuhan eksplan gajah beranak mencapai jumlah yang maksimal dan pertumbuhan eksplan gajah beranak dapat tumbuh dengan baik.

### 3. Jumlah Daun

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa kombinasi media dan 2,4-D berpengaruh nyata terhadap jumlah daun.

Tabel 3. Rerata Jumlah Daun Eksplan Gajah Beranak (*Goniothalamus* sp.) dengan Kombinasi Media dan 2,4-D

Media (M)	2,4-D (D)			
	D <sub>0</sub> (mgL <sup>-1</sup> )	D <sub>1</sub> (mgL <sup>-1</sup> )	D <sub>3</sub> (mgL <sup>-1</sup> )	D <sub>5</sub> (mgL <sup>-1</sup> )
M <sub>1</sub>	0,7 e	2,3 cd	3,3 abc	3,7 ab
M <sub>2</sub>	1,0 e	2,7 bcd	3,7 ab	4,0 a
M <sub>3</sub>	0,0 e	0,7 e	2,0 d	2,7 bcd

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan beda nyata pada uji DMRT taraf 5%.

Berdasarkan Tabel 3. dapat dilihat pada perlakuan M<sub>2</sub>D<sub>5</sub> memiliki jumlah daun yang paling tinggi yaitu 4,0 . Hal ini dikarenakan pemberian hormon pada perlakuan ini memiliki konsentrasi tertinggi serta kandungan nutrisi yang terdapat pada media WPM mampu dioptimalkan oleh eksplan untuk pembentukan daun. Unsur magnesium yang terkandung dalam media WPM memiliki jumlah yang cukup untuk pembentukan daun. Peran magnesium tersebut dalam tanaman cukup penting karena berkaitan dengan proses fotosintesis. Menurut Eka Nursetiadi (2008) unsur magnesium dapat meningkatkan kandungan fosfat pada tanaman. Fosfat merupakan bahan mentah untuk pembentukan sejumlah protein. Dengan terbentuknya protein maka pertumbuhan daun pun akan baik.

Rerata jumlah daun yang paling rendah yaitu M<sub>3</sub>D<sub>0</sub> tidak memiliki jumlah daun yaitu 0,0. Rendahnya jumlah daun pada perlakuan M<sub>3</sub>D<sub>0</sub> merupakan perlakuan kontrol yang menggunakan media B5 dan tidak diberikan hormon 2,4-D. Hal ini dikarenakan kandungan hara yang terdapat pada media B5 seperti unsur magnesium lebih sedikit

dibandingkan dengan media MS dan WPM. Media B5 juga kekurangan unsur hara mikro yaitu besi (Fe) sehingga belum mengoptimalkan untuk pembentukan pada daun gajah beranak. Menurut Hasty Hamzah (2019) unsur besi berfungsi dalam pembentukan zat hijau daun (klorofil). Media B5 juga kekurangan unsur hara mangan (Mn) sehingga belum mengoptimalkan dalam pembentukan daun. Mangan tersebut sangat berperan dalam sintesa klorofil.

Penambahan auksin seperti 2,4-D dilakukan karena berperan untuk mendorong proses morfogenesis tunas dan dapat mempengaruhi kestabilan genetik sel tanaman. Pemberian auksin secara eksogen maupun endogen mampu jadi pemicu dalam pertumbuhan dan perkembangan jaringan.

#### 4. Tinggi Planlet

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa kombinasi media dan 2,4-D berpengaruh nyata terhadap tinggi planlet.

Tabel 4. Rerata Tinggi Planlet Eksplan Gajah Beranak (*Goniothalamus* sp.) dengan Kombinasi Media dan 2,4-D

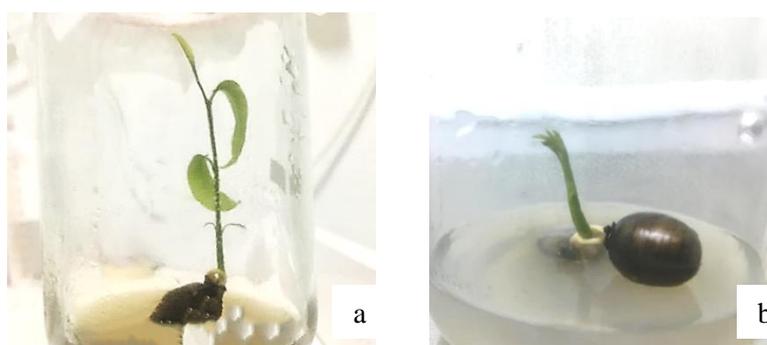
Media (M)	2,4-D (D)			
	D <sub>0</sub> (mgL <sup>-1</sup> )	D <sub>1</sub> (mgL <sup>-1</sup> )	D <sub>3</sub> (mgL <sup>-1</sup> )	D <sub>5</sub> (mgL <sup>-1</sup> )
M <sub>1</sub>	12,8 g	15,2 d	16,9 c	18,4 b
M <sub>2</sub>	13,2 f	15,4 d	17,3 c	19,5 a
M <sub>3</sub>	9,8 i	12,4 h	13,9 e	15,0 d

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan beda nyata pada uji DMRT taraf 5%.

Bila dilihat rata-rata tiap perlakuan pada Tabel 4. dari ketiga macam media yang dipergunakan ternyata kecenderungan tinggi planlet tertinggi yaitu pada media WPM pada perlakuan M<sub>2</sub>D<sub>5</sub> yaitu 19,5 bila dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Hal ini disebabkan unsur kalsium (Ca) yang terkandung dalam media WPM cukup tinggi dibandingkan dengan media MS dan B5, dimana unsur Ca berperan dalam pertumbuhan sel tanaman (Rindang Dwiyani, 2015). Disamping itu, media WPM merupakan media yang biasa digunakan dalam kultur jaringan pada berbagai jenis tanaman berkayu.

Tinggi planlet terendah ternyata lebih cenderung pada media B5 Pada perlakuan M<sub>3</sub>D<sub>0</sub> memiliki rerata tinggi planlet paling rendah yaitu 9,8 dengan rata-rata ulangan tiap perlakuan yang lebih rendah diantara media WPM dan media MS. Hal ini dikarenakan unsur Ca yang terkandung pada media B5 jumlahnya kurang sehingga pertumbuhan sel tanaman menjadi terhambat.

Pada setiap media yaitu MS, WPM dan B5 ternyata 2,4-D dengan konsentrasi 0 mg/l sampai 5 mg/l mengalami peningkatan. Hal ini dikarenakan 2,4-D dengan konsentrasi 5 mg/l cenderung memberikan hasil yang paling optimal bagi eksplan untuk mendorong pertumbuhan tinggi planlet. Auksin merupakan salah satu hormon tanaman yang dapat mendukung fisiologis seperti pertumbuhan, pembelahan dan diferensiasi sel serta sintesa protein. Auksin memiliki kemampuan mendorong pembelahan sel dengan cara mempengaruhi dinding sel.



Gambar 2. (a) Tinggi Planlet Tertinggi Perlakuan M<sub>2</sub>D<sub>5</sub>; dan (b) Tinggi Planlet Terendah Perlakuan M<sub>3</sub>D<sub>0</sub>

## 5. Keberadaan Goniotalamin

Hasil uji KLT dari tanaman *Goniothalamus* sp. menunjukkan bahwa kandungan goniotalamin untuk semua sampel dari media perlakuan menghasilkan nilai Rf antara 0,77-0,79. Nilai Rf goniothamin murni adalah 0,79 sebagai standar acuan, ini membuktikan bahwa semua sampel ternyata memiliki angka yang mendekati atau sama dengan nilai standar goniothalamine. Keberadaan goniotalamin dengan kromatografi lapis tipis dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Keberadaan Goniotalamin dengan Kromatografi Lapis Tipis

Perlakuan	Keberadaan Goniotalamin	Kualitas Warna	Nilai Rf
Goniotalamin Standard	Ada	Sangat jelas	0,79
Media B5	Ada	Jelas	0,77
Media WPM	Ada	Sangat jelas	0,79
Media MS	Ada	Sangat jelas	0,79
Pokok Induk	Ada	Sangat jelas	0,79

Pada Tabel 5. terlihat bahwa setiap perlakuan pada media MS, WPM maupun B5 terdapat kandungan senyawa goniotalamin. Pada perlakuan dengan menggunakan media MS dan WPM memiliki nilai Rf yaitu 0,79 yang mana sample tersebut memiliki nilai standar goniotalamin murni dengan kualitas warna yang sangat jelas. Sedangkan media B5 dengan nilai Rf yaitu 0,77 ternyata memiliki angka yang mendekati dengan nilai standar goniothalamine dengan kualitas warna jelas.

Hasil penelitian mengenai kombinasi media dan 2,4-D pada tanaman gajah beranak dapat digunakan sebagai salah satu bahan ajar berupa rancangan *booklet* pada mata pembelajaran bioteknologi modern SMA. Rancangan *booklet* dilakukan melalui 2 tahapan, yaitu tahap analisis potensi dan desain *booklet*. Pembahasan pada setiap tahapan yang telah dilakukian dapat dilihat di bawah ini.

## 1. Tahap Analisis

Tahap analisis yaitu melakukan analisis kurikulum, KI dan KD yang digunakan di sekolah serta melihat silabus yang dikeluarkan oleh pemerintah sebagai langkah awal untuk mengetahui apa yang akan ditulis dalam penulisan *booklet*. Selain itu juga dilakukan analisis materi pembelajaran. Materi yang akan diperkaya di dalam *booklet* berkaitan dengan bioteknologi. Analisis yang diperoleh dari kompetensi dasar yang berpotensi sebagai rancangan sumber belajar sesuai dengan hasil penelitian ini yaitu KD 3.10 dan KD 4.10 terdiri dari beberapa sub materi seperti prinsip bioteknologi dan peranan bioteknologi dalam kehidupan lalu materi tersebut terbagi menjadi empat pertemuan. Keterkaitan KD 3.10 dan 4.10 dengan hasil penelitian berupa kultur jaringan tanaman berkaitan erat dengan bioteknologi modern. Hasil analisis terhadap kedalaman materi terkait konsep dan kebutuhan siswa pada materi bioteknologi didapatkan bahwa penjelasan materi masih sangat bersifat universal. Siswa tidak hanya sekedar tau prinsip dari bioteknologi saja melainkan bisa menerapkan konsep-konsep bioteknologi dalam kehidupan sehari-hari. Untuk itu, perlu diperkaya pengetahuan siswa dengan sumber-sumber penelitian yang mutakhir dan kontekstual agar pemahaman konsep dan wawasan siswa bertambah pada topik-topik yang dirasa perlu untuk diperkaya.

## 2. Tahap Desain

Pada tahap desain (perancangan) terdiri dari 2 tahap yaitu: perancangan perangkat pembelajaran dan perancangan *booklet*. Tahapan perancangan yang dirancang sesuai dengan kurikulum yang dipilih yaitu kurikulum 2013. Materi yang dipilih untuk dibuat sebagai rancangan *booklet* adalah Bioteknologi Modern. Perancangan perangkat pembelajaran meliputi silabus, RPP, dan instrumen penilaian. Tahap perancangan (*design*) yaitu tahapan yang dilakukan dalam merancang konsep materi yang berkaitan dengan fakta dan data yang didapatkan dari hasil penelitian. Selanjutnya merancang Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK) yang harus dicapai oleh siswa serta merancang butir soal essay sebagai instrument evaluasi siswa yang mengacu pada indikator pencapaian kompetensi (IPK). Berikut ini merupakan hasil rancangan *booklet* pada materi Bioteknologi.



Gambar 3. Rancangan Booklet

## SIMPULAN DAN REKOMENDASI

### Simpulan

Kombinasi media dan 2,4-d berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan eksplan biji gajah beranak dan hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai rancangan *booklet* pada materi bioteknologi modern kelas XII SMA sebagai bahan ajar.

### Rekomendasi

Berdasarkan hasil penelitian ini, maka rekomendasi yang dapat diberikan diantaranya adalah:

1. Peneli selanjutnya disarankan untuk menggunakan media dan 2,4-D untuk memacu pertumbuhan kalus
2. Mengembangkan dan mengimplementasikan alternatif bahan ajar yang telah dirancang.

## DAFTAR PUSTAKA

- Eka Nursetiadi. 2008. Kajian Macam Media dan Konsentrasi BAP Terhadap Multiplikasi Tanaman Manggis (*Garcinia mangostana* L.) Secara *In Vitro*. Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Firmansyah, Imam Mahadi, Darmawati. 2016. Mikropropagasi *In Vitro* Jeruk Kuok (*Citrus nobilis* Lour) Menggunakan Hormon 2,4-D dan TDZ Sebagai Potensi Rancangan Modul Pembelajaran Biologi di SMA. Skripsi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Riau. Pekanbaru.
- Izzatul Hidayah Azizan, Rozida Mohd Khalid, Laily Din & Jalifah Latip. 2016. Isolation and Biotransformation of Goniothalamine In The Production of Goniothalamine Analogue. *AIP Conference Proceedings* 1784(1).
- Laily, D., Zuriati, Z., Mohd. Wahid, S., Abd. Hamid, A. H., & Latifi, A. (1992). Sebatian terbitan stirilpiron dari pada Goniothalamus tapis Miqo (Annonaceae). *Prosiding Seminar Kebangsaan Kumpulan Sebatian Semulajadi Ke 6*, 121–126.
- Mahadi, I. 2012. Pengaruh Spesies dan Lokasi Pengambilan Sampel Genus Goniothalamus (Annonaceae) Terhadap Kandungan Goniothalamine Sebagai Agen Anti Kanker. *Biogenesis* 12(2) : 7 -16.
- Nisa dan Rodinah. 2005. Kultur Jaringan Beberapa Kultivar Buah Pisang (*Musa Pundica* L.) dengan Pemberian Campuran NAA dan Kinetin. *Bioscientiae* 2(2) : 23 – 26.

- Pardal, S. J., Ika, M., E. G. Lestari., dan Slamet. 2004. Regenerasi Tanaman dan Transformasi Genetik Salak Pondoh untuk Rekayasa Buah Partenokarpi. *Jurnal Boteknologi Pertanian* 9(2) : 49 – 55.
- Rindang dwiyani. 2015. *Kultur Jaringan Tanaman*. Bali : Pelawa Sari.
- Santoso dan Fatimah. 2003. *Kultur Jaringan Tanaman*. Universitas Muhammadiyah Malang Press. Malang.
- Widiastoety, D. 2014. Pengaruh Auksin dan Sitokinin Terhadap Pertumbuhan Planlet Anggrek Mokara. *Jurnal Holtikultura* 24(3) : 230 – 238).
- Wahyuni, D. Fitrianiingsih. A. 2009. Teknik Pemberian Benzyl Amino Purin untuk Memacu Pertumbuhan Kalus dan Tunas pada Kotiledon Melon (*Cucumis melo L.*). *Buletin Teknik Pertanian* 14(2) : 50 – 53.