

EFFECT OF PHYTOHORMONE CALLUS CULTURE OF GAJAH BERANAK (*Gonothalamus SP.*) AS A DIGITAL POSTER DESIGN OF MODERN BIOTECHNOLOGY MATERIALS

Puja Lestari¹⁾ Imam Mahadi²⁾ Wan Syafi'i³⁾

E-mail : puja.lestari3838@student.unri.ac.id, imam.mahadi@lecturer.unri.ac.id,

wan.syafii@lecturer.unri.ac.id

Phone : +6285265569463

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

Abstract: *This study was conducted to determine the effect of phytohormones concentration on callus culture of gajah beranak (*Gonothalamus sp.*) as a digital poster design for high school modern biotechnology materials carried out in December 2021 - February 2022. This study consisted of two stages, namely: stage I culture callus gajah beranak (*Gonothalamus sp.*) using an experimental method carried out in the UIR biotechnology laboratory with a completely randomized design (CRD) factorial 6x2 with 3 replications. Phase II is the design of a digital poster which is carried out on the campus of the UR biology education study program. Parameters observed were callus emergence time (HSK), percentage of callus number (%), callus width (cm) and callus texture. Data analysis used ANOVA and DMRT follow-up test at 5% level. The results showed that the concentration of phytohormones had a significant effect on callus culture of gajah beranak (*Gonothalamus sp.*). The best concentration of phytohormones was in the treatment with a concentration of 5 mgL⁻¹ hormone 2,4-D and 0,5 mgL⁻¹ hormone BAP resulted in the fastest callus emergence time of 22.33 HSK with 100% callus percentage, callus width 1.03 cm and embryogenic crumb texture callus for cell suspension culture. The research data was designed as a digital poster media on modern biotechnology material for class XII SMA KD 3.10 and 4.10.*

Key Words: *Phytohormones, Callus Culture, Digital Poster.*

PENGARUH FITOHORMON PADA KULTUR KALUS TANAMAN GAJAH BERANAK (*Gonothalamus sp.*) SEBAGAI RANCANGAN POSTER DIGITAL MATERI BIOTEKNOLOGI MODERN

Puja Lestari¹⁾ **Imam Mahadi**²⁾ **Wan Syafi'i**³⁾

E-mail : puja.lestari3838@student.unri.ac.id, imam.mahadi@lecturer.unri.ac.id,

wan.syafii@lecturer.unri.ac.id

Nomor HP : +6285265569463

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

Abstrak: Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi fitohormon pada kultur kalus tanaman gajah beranak (*Gonothalamus sp.*) sebagai rancangan poster digital materi bioteknologi modern SMA di laksanakan pada bulan Desember 2021 - Februari 2022. Penelitian ini terdiri dari dua tahapan yaitu: tahap I kultur kalus tanaman gajah beranak (*Gonothalamus sp.*) menggunakan metode eksperimen dilaksanakan di laboratorium bioteknologi UIR dengan rancangan acak lengkap (RAL) faktorial 6x2 dengan 3 kali ulangan. Tahap II ialah perancangan poster digital yang dilaksanakan di kampus program studi pendidikan biologi UR. Parameter yang diamati ialah waktu muncul kalus (HSK), persentase jumlah kalus (%), lebar kalus (cm) dan tekstur kalus. Analisis data menggunakan ANOVA dan uji lanjut DMRT taraf 5%. Hasil menunjukkan bahwa pemberian konsentrasi fitohormon berpengaruh nyata terhadap kultur kalus tanaman gajah beranak (*Gonothalamus sp.*). Konsentrasi fitohormon terbaik adalah pada perlakuan dengan konsentrasi 5 mgL⁻¹ hormon 2,4-D dan 0,5 mgL⁻¹ hormon BAP menghasilkan waktu muncul kalus paling cepat 22,33 HSK dengan persentase jumlah kalus 100%, lebar kalus 1,03 cm dan kalus bertekstur remah yang bersifat embriogenik untuk kultur suspensi sel. Data hasil penelitian dirancang sebagai media poster digital pada materi bioteknologi modern kelas XII SMA KD 3.10 dan 4.10.

Kata Kunci: Fitohormon, Kultur Kalus, Poster Digital.

PENDAHULUAN

Tanaman gajah beranak (*Goniothalamus* sp) termasuk kedalam famili *Annonaceae* yang mengandung senyawa metabolit sekunder berpotensi sebagai obat anti kanker. Menurut Jewers *et al*, (1972) ekstrak dari *Goniothalamus* menghasilkan zat goniotalamin, zat ini bersifat aktif biologi yang merupakan turunan stirillakton. Berdasarkan kajian laboratorium, goniotalamin dapat menghambat pertumbuhan atau perkembangan suatu sel dalam jaringan tubuh sehingga berpotensi mencegah atau mengobati penyakit kanker payudara (Azimahtol *et al.*, 1998). Kandungan senyawa metabolit sekunder yang terdapat pada tanaman gajah beranak berpotensi sebagai bahan obat yang mampu mendorong perkembangan bidang farmasi di Indonesia dalam memproduksi obat-obatan modern. Langkah awal untuk memperoleh senyawa gonotalamin ialah kultur kalus. Untuk mendorong keberhasilan kultur kalus diperlukan fitohormon dengan konsentrasi yang tepat, guna menghasilkan kalus bersifat embriogenik yang digunakan sebagai bahan kultur suspensi sel.

Materi bioteknologi modern dan topik kultur jaringan dibelajarkan pada kelas XII SMA semester II yang tertuang dalam kurikulum 2013 yakni pada KD 3.10 dan 4.10. Kebutuhan akan media pembelajaran mengenai topik kultur jaringan juga diperlukan untuk menunjang keefektifan proses belajar mengajar disekolah. Dalam hal ini untuk membantu guru dan memudahkan siswa dalam memahami materi serta merangsang proses berfikir siswa diperlukan bantuan media pembelajaran. Salah satu media pembelajaran yang mampu memberikan informasi, konsep dan pesan yang singkat juga jelas adalah poster. Media poster merupakan media kecil dan praktis yang dapat menyampaikan informasi dan konsep pembelajaran dengan singkat, padat dan jelas sehingga memungkinkan siswa untuk lebih mudah memahami konsep yang sulit dipahami, serta penyajian menggunakan gambar dan keseimbangan warna pada poster dapat menarik perhatian siswa sehingga siswa tidak merasa bosan saat belajar. Agar dapat dimanfaatkan dalam pembelajaran daring penulis tertarik untuk membuat poster digital. Perbedaan poster cetak dengan poster digital adalah penggunaan yang lebih praktis karena memanfaatkan teknologi dan mengurangi penggunaan kertas sehingga lebih ramah lingkungan dan dapat meminimalisir biaya serta poster digital dapat digunakan dimana saja dan kapan saja.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di laboratorium bioteknologi UIR dan di kampus pendidikan biologi UR pada bulan Desember 2021 - Februari 2022. Penelitian ini terdiri dari dua tahapan yaitu: tahap I kultur kalus tanaman gajah beranak (*Goniothalamus* sp) menggunakan metode eksperimen dengan rancangan acak lengkap (RAL) faktorial 6x2 dengan 3 ulangan. Faktor pertama adalah penambahan hormon auksin 2,4-D dengan konsentrasi 0,1,2,3,4 dan 5 mgL⁻¹. Faktor kedua adalah penambahan hormon sitokinin BAP dengan konsentrasi 0 mgL⁻¹ dan 0,5 mgL⁻¹. Parameter yang diamati ialah waktu muncul kalus (HSK), persentase jumlah kalus (%), lebar kalus (cm) dan tekstur kalus. Data hasil penelitian waktu muncul kalus (HSK), persentase jumlah kalus (%), dan lebar kalus (cm) dianalisis menggunakan ANAVA dan diuji lanjut menggunakan uji lanjut DMRT pada taraf 5%. Data hasil penelitian tekstur kalus dianalisis secara

deskriptif dengan mengamati morfologi kalus yang dihasilkan. Penelitian tahap II adalah perancangan media pembelajaran poster digital yang bersumber dari data primer hasil penelitian yang dilakukan pada tahap I. Perancangan media poster digital dikembangkan dengan model pengembangan ADDIE yang disederhanakan menjadi 3 tahapan yaitu: *Analysis, Design* dan *Development*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengaruh Pemberian Fitohormon Pada Kultur Kalus Tanaman Gajah Beranak (*Goniotalamus* sp.)

Berdasarkan data hasil *analysis of variances* (ANOVA) dan uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) taraf 5% menunjukkan bahwa pemberian fitohormon 2,4-D dan BAP berpengaruh nyata terhadap laju pertumbuhan dan pembentukan kalus pada tanaman gajah beranak (*Goniotalamus* sp.). Adapun data hasil penelitian dapat dilihat pada Tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil kultur kalus tanaman Gajah beranak (*Goniotalamus* sp)

Kombinasi perlakuan 2,4-D dan BAP (mg/l)	Rerata waktu muncul kalus (HSK)	Rerata persentase jumlah kalus (%)	Rerata lebar kalus (cm)	Tekstur dan warna kalus
D ⁰ B ⁰ (kontrol)	-	-	-	-
D ⁰ B ^{0.5}	-	-	-	-
D ¹ B ⁰	-	-	-	-
D ¹ B ^{0.5}	-	-	-	-
D ² B ⁰	40,67 a	58,33 c	0,56 f	Kompak, kehijauan
D ² B ^{0.5}	39,00 b	75,00 b	0,70 e	Kompak, kekuningan
D ³ B ⁰	37,67 c	83,33 ab	0,70 e	Semi remah, kekuningan
D ³ B ^{0.5}	35,67 d	100,00 a	0,76 d	Semi remah, putih kehijauan
D ⁴ B ⁰	33,67 e	100,00 a	0,83 c	Remah, putih kekuningan
D ⁴ B ^{0.5}	32,33 f	100,00 a	0,90 b	Remah, putih kehijauan
D ⁵ B ⁰	30,33 g	100,00 a	0,90 b	Remah, putih kehijauan
D ⁵ B ^{0.5}	27,33 h	100,00 a	1,03 a	Remah, putih kekuningan

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan beda nyata pada uji DMRT taraf 5%. D = 2,4-D, B = BAP.

Waktu Muncul Kalus

Data hasil uji *analysis of variances* (ANOVA) waktu muncul kalus pada eksplan tanaman gajah beranak (*Goniotalamus* sp.) menunjukkan bahwa pemberian konsentrasi fitohormon 2,4-D dan BAP berpengaruh nyata terhadap waktu muncul kalus. Berdasarkan data yang terdapat pada Tabel 1 tersebut, dapat dilihat bahwa rerata waktu muncul kalus berkisar pada 27,33 HSK – 40,67 HSK.

Waktu muncul kalus paling lambat adalah pada perlakuan dengan kombinasi fitohormon 2 mgL^{-1} hormon 2,4-D tanpa penambahan hormon BAP, ini berarti bahwa waktu muncul kalus pada perlakuan tersebut membutuhkan waktu yang lama untuk membentuk kalus yaitu 40,67 HSK. Hal ini terjadi karena konsentrasi fitohormon yang diberikan sedikit dan belum mampu memicu laju pertumbuhan kalus dengan cepat pada eksplan tanaman gajah beranak, sehingga dibutuhkan konsentrasi fitohormon yang lebih tinggi dengan kombinasi yang sesuai agar eksplan dapat membentuk kalus dengan cepat.

Menurut Mahadi *et al* (2021:251) lajunya pertumbuhan kalus dipengaruhi oleh tingginya konsentrasi zat pengatur tumbuh yang diberikan secara kombinasi antara 2,4-D dan BAP ke dalam media perlakuan, kombinasi perlakuan zat pengatur tumbuh yang semakin tinggi mempengaruhi laju pertumbuhan kalus. Menurut Maya dan Mayta (2021:12) Cepat atau lama munculnya kalus dipengaruhi oleh kerja hormon auksin dan sitokinin endogen dan eksogen yang saling berkorelasi. Hal ini diperkuat dengan hasil penelitian Yulianti *et al* (2019:3) menunjukkan bahwa pembentukan kalus menjadi lebih lambat pada tanaman cengkeh dengan konsentrasi fitohormon (1,5 – 3,0 ppm 2,4-D) yakni rata-rata 6,33 - 11,33 MST.

Pada perlakuan dengan kombinasi fitohormon 5 mgL^{-1} 2,4-D dan penambahan $0,5 \text{ mgL}^{-1}$ BAP yang merupakan perlakuan dengan kombinasi fitohormon paling sesuai dibandingkan perlakuan lainnya karena mampu menginduksi kalus dengan rerata waktu yang paling cepat yaitu 27,33 HSK. Hal ini disebabkan karena fitohormon yang dikombinasikan dapat lebih cepat merangsang pembentukan kalus, dimana pengaruh fitohormon sebanyak 5 mgL^{-1} 2,4-D dengan penambahan $0,5 \text{ mgL}^{-1}$ BAP dalam media ternyata efektif untuk meningkatkan laju pertumbuhan kalus. Hormon auksin 2,4-D bekerja dalam pembelahan sel, perpanjangan dan diferensiasi sel, sementara hormon sitokinin mendorong proses diferensiasi pada sel serta berperan dalam pertumbuhan sel sehingga kombinasi dari kedua fitohormon tersebut bekerja lebih efektif dalam pembentukan kalus tanaman gajah beranak. Selaras dengan Sitinjak *et al.* (2015:37) yang menyatakan bahwa pemberian auksin sering menjadi lebih efektif saat dikombinasikan dengan sitokinin, termasuk dalam memacu pembentukan dan pertumbuhan sel-sel pada pembentukan kalus.

Dari semua data yang terdapat pada Tabel 4.1 dapat diketahui bahwa Semakin tinggi konsentrasi 2,4-D yang diberikan kedalam medium tumbuh kultur semakin cepat pula terbentuknya kalus pada eksplan tanaman gajah beranak (*Goniothalamus* sp.). Konsentrasi fitohormon 2,4-D tunggal dengan konsentrasi yang semakin tinggi berpengaruh dalam laju pertumbuhan kalus pada tanaman gajah beranak (*Gonithalamus* sp) yang ditandai dengan semakin cepatnya waktu kalus muncul. akan tetapi, konsentrasi fitohormon 2,4-D yang dikombinasikan dengan hormon BAP lebih sesuai dan lebih cepat dalam merangsang pembentukan kalus pada eksplan.

Persentase Jumlah Kalus

Berdasarkan hasil analisis varian dapat dilihat data yang terdapat pada Tabel 1, Dari data tersebut diketahui persentase jumlah kalus pada eksplan tanaman gajah beranak (*Goniothalamus* sp.) berkisar antara 58 % - 100%. Perlakuan dengan persentase jumlah kalus terendah yaitu 58,33% pada kombinasi fitohormon 2 mgL^{-1} 2,4-D tanpa penambahan hormon BAP. Hal ini terjadi karena konsentrasi pada fitohormon yang ditambahkan kedalam media tumbuh sedikit dan diberikan tanpa penambahan

hormon BAP sehingga hormon belum mampu mempercepat laju pembentukan kalus pada eksplan tanaman gajah beranak (*Goniothalamus* sp.). hal ini juga dipengaruhi oleh hormon endogen yang terkandung didalam eksplan tidak diketahui jumlahnya secara pasti sehingga eksplan membutuhkan penyesuaian lebih lama untuk membentuk kalus.

Sama halnya yang terjadi pada penelitian yang dilakukan oleh Maya dan Mayta (2021:10) yang menyatakan bahwa penggunaan 2,4-D tunggal menunjukkan bahwa penambahan auksin dalam konsentrasi rendah belum mampu meningkatkan persentase pembentukan kalus eksplan daun *T. chantrieri*. Menurut Abidin (1985:52) zat pengatur tumbuh dalam kondisi tertentu (dalam hal ini dapat berupa tinggi atau rendahnya konsentrasi maupun sifat ZPT itu sendiri) mampu menghambat kerja hormon endogen dan mengganggu pertumbuhan dan perkembangan sel. Sehingga dapat dikatakan bahwa jenis, cara penggunaan fitohormon dan taraf konsentrasi yang akan ditambahkan ke dalam medium kultur menjadi salah satu faktor penting yang harus dipertimbangkan dengan baik agar menghasilkan jumlah kalus yang baik serta banyak. Namun, masih banyak faktor yang mempengaruhi persentase kalus yang dihasilkan.

Sementara pada perlakuan 3 mgL^{-1} hingga 5 mgL^{-1} 2,4-D dengan penambahan $0,5 \text{ mgL}^{-1}$ BAP menunjukkan bahwa persentase tumbuh kalus maksimal pada eksplan mencapai 100%. Ini berarti bahwa terdapat pengaruh penambahan hormon sitokinin BAP pada eksplan tanaman gajah beranak. Maka dapat dikatakan bahwa terdapat interaksi antara fitohormon 2,4-D dan BAP yang jika diberikan secara bersamaan dengan konsentrasi yang seimbang dapat meningkatkan pembelahan pada sel sehingga membentuk kalus yang lebih banyak. Hal ini terjadi karena kombinasi fitohormon berfungsi untuk meningkatkan laju pertumbuhan pada kalus. Kombinasi fitohormon yang sesuai akan menghasilkan laju pertumbuhan kalus yang tinggi dan membentuk kalus dengan cepat pada eksplan.

Menurut Asra *et al* (2020:30) Kerja dari auksin dan sitokinin dapat menyebabkan konsentrasi zat pengatur tumbuh endogen didalam sel menjadi meningkat sebab kedua hormon tersebut merupakan faktor pemicu dalam proses pertumbuhan dan perkembangan suatu jaringan.

Lebar Kalus

Berdasarkan data pada Tabel 1 rerata lebar kalus pada tanaman gajah beranak (*Goniothalamus* sp.) menunjukkan perolehan hasil berkisar dari 0,56 cm - 1,03 cm. Perbedaan lebar kalus yang diperoleh menjadi salah satu indikasi yang menandakan bahwa masing-masing konsentrasi fitohormon yang diberikan ke dalam media tumbuh memberikan dampak yang berbeda terhadap perkembangan sel pada kalus.

Perlakuan dengan konsentrasi 2 mgL^{-1} 2,4-D tanpa penambahan BAP menghasilkan rerata lebar kalus paling rendah yaitu 0,56 cm. Hal ini terjadi karena kurangnya konsentrasi fitohormon yang diberikan ke dalam media sehingga tidak dapat merangsang dan mendorong sel untuk membelah dan juga di pengaruhi oleh kemampuan dari masing-masing eksplan dalam beradaptasi dengan lingkungannya. Artinya kombinasi 2 mgL^{-1} 2,4-D tanpa penambahan BAP belum mampu mendorong proses pembelahan sel dengan cepat pada eksplan tanaman gajah beranak sehingga diameter lebar kalus yang dihasilkan kecil dan sedikit. Diperkuat dengan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Mahadi *et al* (2016:86) pada penggunaan konsentrasi fitohormon 2 mgL^{-1} 2,4-D tanpa penambahan BAP yang menunjukkan lebar kalus yang dihasilkan yaitu 0,67 cm pada eksplan tanaman jeruk kasturi.

Berdasarkan uji lanjut DMRT 5% pada perlakuan dengan konsentrasi 2 mgL⁻¹ 2,4-D dengan penambahan 0,5 mgL⁻¹ BAP tidak berbeda nyata (sama) dengan konsentrasi 3 mgL⁻¹ 2,4-D tanpa BAP. Hal ini terjadi karena kemampuan masing-masing eksplan dalam merespon lingkungan sekitarnya berbeda. Selaras dengan Heryati *et al* (2015:16) yang menyatakan setiap tanaman yang berbeda-beda mempunyai respon dan kecepatan tumbuh kalus yang berbeda pula dalam menginduksi kalus. Yulianti *et.al* (2019:3) menyatakan bahwa kesehatan eksplan juga sangat mempengaruhi kondisi fisiologis sel dan proses-proses biologis yang ada di dalamnya. Eksplan yang sehat memiliki proses fisiologis dan biologis yang baik.

Rerata lebar kalus paling tinggi terdapat pada perlakuan dengan konsentrasi 5 mgL⁻¹ 2,4-D dengan penambahan 0,5 mgL⁻¹ BAP yaitu 1,03 cm. Hal ini terjadi karena pemberian fitohormon dengan kombinasi 5 mgL⁻¹ 2,4-D yang ditambahkan 0,5 mgL⁻¹ BAP mampu mempercepat pembelahan sel dan mendorong diferensiasi sel pada eksplan. Efektifitas dari fitohormon dapat dilihat selama pengamatan yang menunjukkan pertumbuhan sel secara signifikan sehingga menghasilkan diameter kalus yang paling tinggi. Diperkuat dengan hasil penelitian Mahadi *et al* (2016:85) yang menyatakan konsentrasi 2,4-D dengan konsentrasi <5 mgL⁻¹ pada tanaman dikotil dapat merangsang induksi kalus dan menstimulasi pembelahan sel pada tanaman jeruk kasturi.

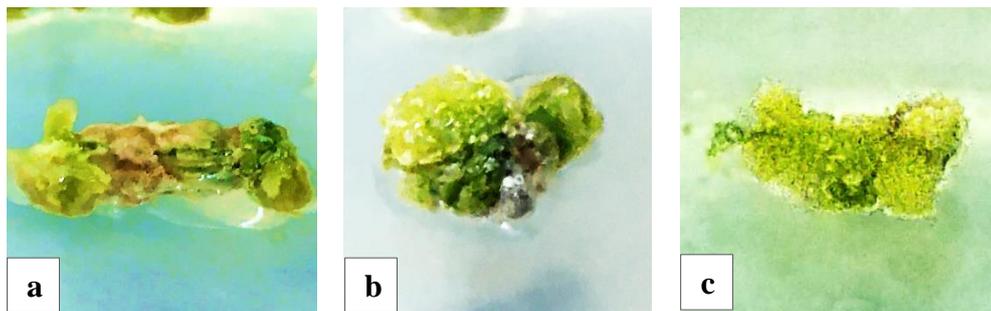
Peranan 2,4-D paling efektif untuk memacu terbentuknya kalus pada eksplan sedangkan BAP merupakan zat pengatur tumbuh golongan sitokinin eksogen yang mampu merangsang pembelahan sel dan melakukan proses dediferensiasi untuk membentuk kalus lebih cepat. Pemberian konsentrasi 2,4-D yang dikombinasikan dengan BAP dalam keseimbangan yang sesuai (Maya dan Mayta, 2021:10). Menurut Robles *et al.* (2016:186) menyatakan bahwa penggunaan auksin jenis 2,4-D dapat mempercepat pertumbuhan kalus, menaikkan tekanan osmotik meningkatkan permeabilitas sel terhadap air, pengurangan tekanan pada dinding sel, meningkatkan sintesis protein, meningkatkan plastisitas, dan pengembangan dinding sel.

Pengembangan sel disebabkan oleh meningkatnya kadar gula dalam vakuola sel sehingga tekanan osmosisnya meningkat. Selain itu juga menyebabkan turunnya pH sel sehingga susunan dinding sel menjadi lebih teratur akibatnya dinding sel menjadi lebih elastis. Hal ini dapat dijelaskan melalui hipotesis pertumbuhan-asam, yaitu auksin akan mengeluarkan H⁺ dan ion ini akan menurunkan pH sehingga terjadi pengenduran dinding sel. Dari hasil studi tentang pengaruh auksin terhadap perkembangan sel, menunjukkan bahwa terdapat indikasi yaitu auksin dapat menaikkan tekanan osmotik, meningkatkan permeabilitas sel terhadap air, menyebabkan pengurangan tekanan pada dinding sel, meningkatkan sintesis protein, meningkatkan plastisitas dan pengembangan dinding sel. Dalam hubungannya dengan permeabilitas sel, kehadiran auksin meningkatkan difusi masuknya air ke dalam sel. Hal ini terjadi karena auksin mendukung peningkatan permeabilitas masuknya air ke dalam sel (Wiradmaja,2017:10).

Tekstur Kalus

Tekstur dan warna kalus dapat menjadi salah satu indikator yang dapat digunakan untuk menilai kualitas suatu kalus. Berdasarkan data hasil pengamatan morfologi tekstur kalus diatas dapat dilihat bahwa kalus yang dihasilkan pada eksplan

tanaman gajah beranak (*Goniothalamus* sp.) dengan pemberian kombinasi fitohormon 2,4-D dan BAP pada konsentrasi berbeda memperoleh terktur kalus yang beragam.



Gambar 1. Tekstur kalus a.) kompak, b.) semi remah dan c.) remah

Pada perlakuan dengan konsentrasi 2 mgL^{-1} 2,4-D dengan atau tidak penambahan $0,5 \text{ mgL}^{-1}$ BAP menghasilkan kalus yang bertekstur kompak. Hal ini terjadi karena pengaruh fitohormon yang diberikan mendorong transfortasi sel sehingga zat hara dan fitohormon masuk ke dalam sel yang menyebabkan sel dapat lebih banyak menyerap air yang mempengaruhi potensial sel sehingga tekstur kalus yang dihasilkan padat dan keras. Kalus yang kompak memiliki ikatan sel yang padat. Menurut Mahadi *et al.* (2016:87) tekstur kalus kompak disebabkan oleh proses lignifikasi sehingga kalus tersebut mempunyai tekstur lebih keras yang disebabkan oleh efek dari zat pengatur tumbuh (dan fitohormon) yang turut berperan dalam transport zat hara. Dwi *et al.* (2012:398) menyatakan bahwa tekstur kompak merupakan efek dari sitokinin dan auksin yang mempengaruhi potensial air dalam sel. Hal ini menyebabkan penyerapan air dari medium ke dalam sel meningkat, sehingga sel menjadi lebih kaku.

Pada perlakuan dengan konsentrasi 3 mgL^{-1} 2,4-D tanpa penambahan BAP dan 3 mgL^{-1} 2,4-D dengan penambahan $0,5 \text{ mgL}^{-1}$ BAP menghasilkan kalus yang memiliki tekstur semi remah (*intermediet*). Tekstur semi remah (*intermediet*) merupakan gabungan dari kalus yang memiliki tekstur kompak dan remah. Dimana kalus yang terbentuk memiliki sebagian tekstur yang kompak dan sebagiannya lagi bertekstur remah. Menurut Yulianti *et al* (2019:4) Terbentuknya kalus yang bertekstur kompak diduga karena tingginya konsentrasi auksin (2 - 3 ppm 2,4-D) yang diberikan sehingga mempengaruhi peningkatan konsentrasi auksin endogen. Sementara adanya tekstur kalus yang sebagiannya remah adalah dampak dari penambahan sitokinin yang mendorong pertumbuhan sel sehingga terjadi diferensiasi sel.

Pada perlakuan dengan konsentrasi 4 mgL^{-1} dan 5 mgL^{-1} 2,4-D dengan penambahan $0,5 \text{ mgL}^{-1}$ BAP menghasilkan kalus yang memiliki tekstur remah. Kalus remah merupakan tektur kalus terbaik yang bisa digunakan sebagai bahan baku suspensi sel. Kalus remah terdiri dari sel-sel embriogenik yang masih aktif membelah dan mudah terurai. Tekstur kalus yang remah dianggap baik karena memudahkan dalam pemisahan menjadi sel-sel tunggal pada kultur suspensi, di samping itu akan meningkatkan aerasi oksigen antar sel (Tia *et al*,2019:128). Menurut Yulianti *et al* (2019:56) kalus yang bertekstur remah dikategorikan baik karena mudah dalam memisahkannya menjadi sel-sel tunggal pada kultur suspensi, disamping itu akan meningkatkan aerasi oksigen antar sel. Dengan demikian, kalus yang bertekstur remah akan memudahkan upaya perbanyakan jumlah (massa) kalus melalui kultur suspensi sel.

B. Analisis Potensi Rancangan Poster Digital dari Hasil Penelitian

Hasil penelitian yang diperoleh dari penelitian pengaruh konsentrasi fitohormon pada kultur kalus tanaman gajah beranak (*Goniothalamus* sp.) dapat digunakan sebagai data primer dalam rancangan poster digital biologi materi bioteknologi modern pada kelas XII SMA. Menurut Rizki dan Ayu (2021) perancangan poster digital terdiri dari tiga tahapan yang meliputi output, input dan file. Tataan elemen-elemen grafis yang harus diperhatikan pada perancangan poster digital berupa bentuk dan gambar, tataan huruf, komposisi warna dan layout (Suhartono,2015:90). Adapun tahap perancangannya adalah sebagai berikut:

a. Tahap analisis

Tahap analisis adalah tahap menganalisis kurikulum, KI dan KD, silabus, dan RPP yang umum digunakan pada sekolah sebagai tahapan awal untuk mengetahui konteks yang akan ditulis pada media poster digital. Selanjutnya dilakukan analisis materi pembelajaran untuk mengetahui materi dan data yang berkaitan dengan materi pembelajaran bioteknologi modern. Analisis dilakukan dengan tujuan agar perancangan perangkat pembelajaran yang akan digunakan sesuai dengan tujuan pembelajaran sehingga penggunaan media poster digital pada materi bioteknologi modern sub topik kultur jaringan dapat digunakan sebagai media yang dapat memotivasi dan meningkatkan hasil belajar siswa pada materi sub topik kultur jaringan.

b. Tahap desain

Pada tahapan desain dilakukan perancangan pada perangkat pembelajaran dan perancangan poster digital, sebagai berikut:

1. Perancangan Perangkat Pembelajaran

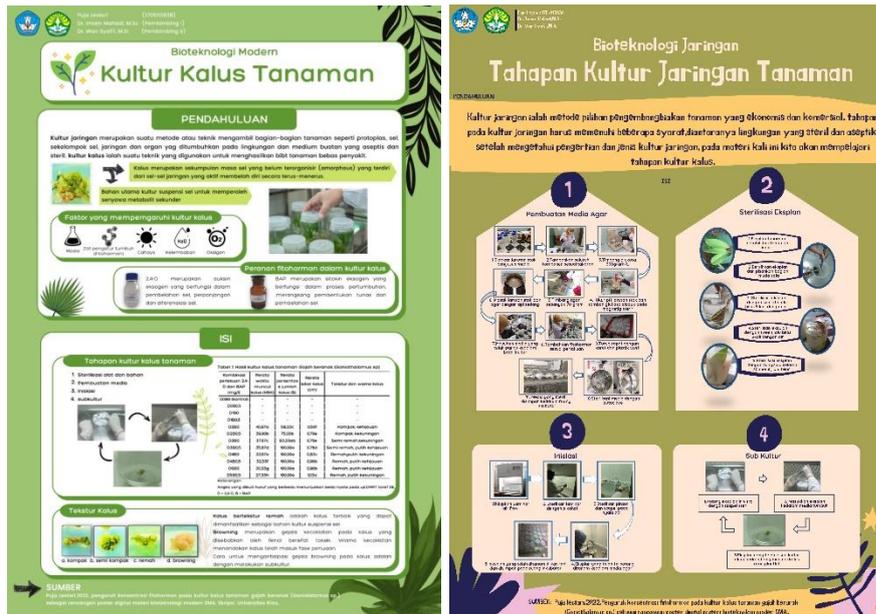
Perangkat pembelajaran yang dirancang meliputi silabus, RPP dan instrumen penilaian yang akan digunakan dalam proses pembelajaran pada materi bioteknologi modern disekolah. Silabus yang akan digunakan telah disesuaikan dengan ketentuan kurikulum 2013 berdasarkan permendikbud 2018 tentang pedoman model silabus mata pelajaran.

2. Perancangan Media Pembelajaran Poster Digital

Setelah dilakukan perancangan silabus dan perangkat pembelajaran selanjutnya dilakukan perancangan design terhadap poster digital yang nantinya akan dikembangkan sebagai media pembelajaran pada materi bioteknologi.

c. Tahap Development

Tahap pengembangan pada poster digital ini berupa realisasi rancangan produk pada tahap sebelumnya. Pada tahapan ini produk akan dikembangkan sesuai dengan perancangan pada design. Pada penelitian ini pengembangan rancangan design poster digital menggunakan aplikasi *Adobe photosop CS6* dengan tahapan pengembangan sebagai berikut:



Gambar 2. Hasil rancangan poster digital

Setelah design diterapkan sesuai dengan rancangan produk selanjutnya dilakukan tahapan digitalisasi menggunakan *Wibsite Blog*. Design poster yang sudah di upload ke dalam *Wibsite Blog* akan dapat diakses menggunakan link akses <https://posterpembelajaran.blogspot.com/2022/04/poster-digital-kultur-kalus-tanaman.html>. Tahapan digitalisasi pada produk ini diharapkan memberi kemudahan dalam penggunaan media poster dalam pembelajaran. Efektivitas media poster digital dalam pembelajaran dapat dilihat dari hasil penelitian yang terdahulu dimana menurut penelitian yang dilakukan Ahmad (2019:170) menunjukkan bahwa poster digital secara signifikan mampu meningkatkan pemahaman membaca dan keterlibatan mahasiswa. Menurut Silvia *et.al* (2021:39) media poster digital mampu meningkatkan kemampuan berbicara dan menciptakan ruang belajar yang lebih aktif. Kelebihan poster digital adalah dapat memberikan informasi dengan cara yang lebih interaktif, mudah untuk digunakan, mempunyai tampilan yang menarik, meminimalisir biaya percetakan dan dapat meminimalisir penggunaan ruangan dalam hal penyimpanan poster. Adapun keuntungan lainnya yang dimiliki poster digital menurut Ahmad (2019:171)

Poster digital dapat dibaca dalam sebuah media elektronik yang dapat menampilkan poster tersebut misalnya: komputer, televisi, smartphome dan proyektor. Selain itu, membuat desain poster yang diunggah melalui jaringan internet dapat memudahkan siswa dalam mengaksesnya. Hal tersebut mendorong motivasi siswa untuk dapat membuat poster yang dapat diunggah agar bisa saling berbagi pengetahuan yang mereka miliki (Mahmud, 2017:89).

SIMPULAN DAN REKOMENDASI

Simpulan

Pemberian konsentrasi fitohormon berpengaruh nyata terhadap pembentukan kalus tanaman gajah beranak (*Goniothalamus* sp.). dan hasil penelitian dapat dimanfaatkan sebagai rancangan media pembelajaran berupa poster digital pada materi bioteknologi modern bagi siswa SMA.

Rekomendasi

Hasil penelitian ini dapat dijadikan pedoman dalam penggunaan konsentrasi fitohormon 2,4-D dan BAP pada kultur kalus tanaman dan guru juga dapat menjadikan poster digital dari hasil penelitian ini sebagai media pembelajaran dalam mendukung proses pembelajaran pada materi bioteknologi modern kelas XII SMA terkhusus topik kultur jaringan.

DAFTAR PUSTAKA

- Azimah, H. L. P, Johson, S & Laily, D. 1998. Nonsteroid Reseptor-Mediated Antiproliferative Activity of Styrylpyrone Derivative in Human Breast Cancer Cell Lines. *Anticancer Research* 18: 1739 – 1744.
- Ahmad, Samah Zakareya. 2019. Digital Poster To Engage EFL Students And Develop Their Reading Comprehension. *Journal Of Education And Learning*. 8(4):169-184. ISSN 1927-5250
- Asra R, Samarlina RA, dan Silalahi M. 2020. *Hormon Tumbuhan* Cet. 1. UKI Press. Jakarta.
- Abidin, Z. 1985. *Dasar-Dasar Pengetahuan Tentang Zat Pengatur Tumbuh*. Angkasa. Bandung.
- Dwi Hapsoro, Yustina. 2018. *Kultur Jaringan-Teori dan Praktik*. Andi Offset. Yogyakarta.
- Fetmi Silvina, Isnaini, Widya Ningsih. 2021. Induksi Kalus Daun Binahong Merah (*Basella Rubra* L.) Dengan Pemberian 2,4-D Dan Kinetin. *Jurnal Agro* 8(2):274-285. ISSN:2407-7933. DOI: <https://doi.org/10.15575/14273>
- Haryati B, Muslimin, dan I Nengah Suwastika. 2017. Induksi Kalus Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.) Pada Media Ms Dengan Penambahan Berbagai Konsentrasi

BAP (Benzyl Amino Purin) DAN 2,4-D (Dichlorophenoxy Acetic Acid). *Journal Biocelbes* 11(1): 46-60. ISSN: 1978-6417.

Imam Mahadi, Wan Syafi'i, Yeni Sari. 2016. Induksi Kalus Jeruk Kasturi (*Citrus Microcarpa*) Menggunakan Hormon 2,4-D Dan BAP Dengan Metode *In Vitro*. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia (JPII)*. 21(2): 84-89. ISSN : 0853-4217

Imam Mahadi, Sri Wulandari, Wan Safii, Irda Sayuti. 2021. Kultur Suspensi Sel Tanaman Gajah Beranak (*Goniothalamus Tapis Miq*) Terhadap Kandungan Zat Goniothalamine. *Jurnal Agro* 8(2):247-261. ISSN: 2407-7933. <https://doi.org/10.15575/14710>

Jewers, K, Dougan, J.B, Manchandra, A.H, Blunem, G. Kyi, A. & Wetchapinan, S. 1972. Goniothalamine And Its Distribution in Four Goniothalamus Species. *Phytochemistry* 11 : 2025 – 2030.

Mahmud Nursalam. 2017. Pengembangan Media Pembelajaran E-Poster Berbasis Website Untuk Meningkatkan Hasil Belajar IPA Materi Sumber Energi Dan Kegunaannya Siswa Kelas Iii Sd Islam Al Madina Semarang. *Skripsi* tidak dipublikasikan. Universitas Negeri Semarang. Semarang.

Maya Sari dan Mayta Novaliza Isda. 2021. Respon Pembentukan Kalus Daun Tacca Chantrieri dengan Berbagai Konsentrasi 2,4-D dan BAP Secara *In Vitro*. *Jurnal Biologi Universitas Andalas* 9(1):1-17. ISSN: 2655-9587. DOI: 10.25077/jbioua.9.1.8-17.2021

Rizki Multi, Kadek Ayu Melyana Febrianti. 2021. Perancangan Poster Digital Pada Objek Wisata Untuk Promosi Taman Edelweis Dimasa Pandemi Covid-19. *Prosiding Seminar*. 15 februari 2021. Institut Seni Indonesia Denpasar. Bali.

Robles-Martinez M, Barba-de la Rosa AP, Gueroud F, Negre-Salvayre A, Rossognol M, Santos-Diaz MS. 2016. Establishment of callus and cell suspensions of wild and domesticated *Opuntia* Species: Study on their potential as a source of metabolite production. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*. 124(1): 181189. <http://doi.org/bpqq>

Suhartono. 2015. Pengembangan Media Poster Digital Terhadap Hasil Belajar Mata Pelajaran IPS Materi Konektivitas Antar Ruang Dan Waktu Pada Siswa Kelas VII SMP YOS Sudarso Sidoarjo. *Jurnal Buana Pendidikan*. 11(21):89-94. ISSN 1693-8585

Silvia Djonnaidi, Nini Wahyuni, Fitri Nova. 2021. Pengaruh Media Poster Digital Dalam Pembelajaran Daring Di Masa Pandemi Terhadap Kemampuan Berbicara Mahasiswa. *Jurnal Inovasi Teknologi Pembelajaran* 8 (1):38-46. ISSN: 2654-7953

Sitinjak, M. A., M. N. Isda dan S. Fatonah. 2015. Induksi kalus dari eksplan daun *in vitro* keladi tikus (*Typhonium sp.*) dengan perlakuan 2,4-D dan kinetin. *Al Kaunyah Jurnal Biologi*. 8(1): 32-39. <https://doi.org/10.15408/kaunyah.v8i1.2703>

Tia Setiawati, Alma Ayalla, Anandira Witri.2019. Induksi Kalus Krisan (*Chrysanthemum morifolium* Ramat.) dengan Penambahan Berbagai Kombinasi Zat Pengatur Tumbuh (ZPT). *Jurnal EduMatSains*, 3 (2) :119-132.ISSN :2527-7235.

Wiratmaja, I Wayan . 2017. *Zat Pengatur Tumbuh Auksin Dan Cara Penggunaannya Dalam Bidang Pertanian*.Universitas Udayana. Denpasar. Bali

Yulianti Rasud , Zainuddin Basri , Nirwan Sahiri. 2019. Induksi Kalus Cengkeh Dari Ekspan Daun Menggunakan 2,4-D Secara In Vitro. *J-PEN Borneo: Jurnal Ilmu Pertanian*2(2):52-59.ISSN:2599-2872.DOI <https://doi.org/10.35334/jpen.v2i3.1533>