

**MIKROPROPAGASI IN VITRO OF ORANGE KUOK
(*Citrus nobilis* Lour) BY USING HORMONES 2,4-D AND TDZ AS
BIOLOGY LEARNING MODULE DESIGN IN SMA (SENIOR
HIGH SCHOOL)**

Firman Syah¹, Imam Mahadi², Darmawati³

sfirman472@gmail.com 082284500458, i_mahadi@yahoo.com, Darmawati_msi@yahoo.com

Study Program of Biology Education
Faculty of Teacher Training and Education
University of Riau

Abstract: *Sweet fruits Kuok is a name which is pinned by community of citrus 9lemon) that was developed in Kampar ,Riau . A study to determine the effect of 2,4-D and TDZ(thidiazuron) on the growth of fruit Kuok explanations (citur nobilis Lour) as learning module was designed by high school which is conducted in May and June 2016 in labolatory of agriculture UIR. This study used an experimental method with a completely andom design (CRD) with two factors, the first factor (D) is 2,4-D and the second (T) is TDZ consisting of 25 treatments, each treatment was repeated three time until three are 75 experimental units . These results indicate the effect of 2,4-D and TDZ significantly affect the growth of jeruk Kuok explanation. The percentage of time that the fastest growing explanations D4T2 100%, D4T2 treatment plant height 3.0 cm, number of leaves D4T2 5.3 bh treatment, the number of root treatment D4T2 7.0 bh. From the data generated will be developed as a learning module design in high school biology in Biotechnology modren material.*

Key Words: *Mikropropagasi, Fruits Kuok, 2,4-D, TDZ, Modern Material*

**MIKROPROPAGASI IN VITRO JERUK KUOK (*Citrus Nobilis*
Lour) MENGGUNAKAN HORMON 2,4-D DAN TDZ
(THIDIAZHURON) SEBAGAI RANCANGAN MODUL
PEMBELAJARAN BIOLOGI DI SMA**

Firman Syah¹, Imam Mahadi², Darmawati³

sfirman472@gmail.com 082284500458, i_mahadi@yahoo.com, Darmawati_msi@yahoo.com

Program Studi Pendidikan Biologi
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universitas Riau

Abstrak: Limau manis Kuok adalah sebuah nama yang disematkan oleh masyarakat terhadap jeruk (limau) yang dikembangkan di Kab. Kampar, Riau. Dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh 2,4-D dan TDZ (Thidiazuron) terhadap pertumbuhan eksplan jeruk Kuok (*Citrus nobilis* Lour) sebagai rancangan modul pembelajaran siswa SMA yang dilakukan pada Mei hingga Juni 2016 di laboratorium pertanian UIR. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 2 faktor. Faktor pertama (D) adalah 2,4-D dan faktor ke dua (T) adalah TDZ yang terdiri dari 25 perlakuan, setiap perlakuan diulang sebanyak tiga kali sehingga terdapat 75 unit percobaan. Hasil penelitian ini menunjukkan pengaruh 2,4-D dan TDZ secara signifikan mempengaruhi pertumbuhan eksplan Jeruk Kuok. Persentase saat tumbuh eksplan tercepat yaitu pada perlakuan D₄T₂ yaitu 4,7 (HSK) hal ini juga terjadi pada parameter lainnya yaitu persentase tumbuh eksplan perlakuan D₄T₂ 100% ,tinggi batang perlakuan D₄T₂ 3.0 cm, jumlah daun perlakuan D₄T₂ 5.3 bh, jumlah akar perlakuan D₄T₂ 7.0 bh. Dari data yang dihasilkan akan dikembangkan sebagai rancangan Modul pembelajaran biologi di SMA pada materi Bioteknologi modern.

Kata Kunci: *Mikropropagasi, Jeruk Kuok, 2,4-D, TDZ, Modul Pembelajaran*

PENDAHULUAN

Limau manis Kuok adalah sebuah nama yang disematkan oleh masyarakat terhadap jeruk (limau) yang dikembangkan di Kab. Kampar, Riau Nama manis disematkan karena buahnya memiliki rasa yang manis meskipun warna kulitnya masih hijau. Selanjutnya nama “Kuok” diambil dari nama sebuah daerah sentra produksinya di Kabupaten Kampar. Di Provinsi Riau, jeruk siam yang terkenal adalah jeruk siam asal Kampar. Jeruk siam asal Kampar memiliki rasa yang manis dan harum sehingga diminati oleh masyarakat Riau dan memiliki kulit buah yang tipis sehingga menjadi ciri khas yang membedakannya dari jenis jeruk manis yang lain.

Pada tahun 1970-an Kampar sempat menjadi sentra produksi jeruk yang cukup besar sehingga memberikan keuntungan bagi para petani karena menjadi sumber penghasilan yang meningkatkan perekonomian, akan tetapi pada tahun 1980-an terjadi kemunduran akibat serangan penyakit CVPD (*Citrus Vein Phloem Degeneration*) dan Phythopthora yang menyebabkan seluruh kebun jeruk yang ada di wilayah tersebut mati sehingga produksinya terhenti Dalam upaya pengembangan tanaman jeruk siam tersebut, di perlukan peningkatan bibit jeruk kuok yang berkualitas dalam jumlah yang banyak melalui mikropropagasi. Mikropropagasi adalah usaha menumbuhkan bagian tanaman dalam media aseptis kemudian memperbanyak bagian tanaman tersebut sehingga dihasilkan tanaman sempurna dalam jumlah banyak perbanyak dari galur tanaman yang terpilih melalui teknik kultur jaringan. Tujuan utamanya adalah memproduksi tanaman dalam jumlah besar dan waktu yang singkat.

Keberhasilan kultur jaringan juga tidak lepas dari pengaruh Zat Pengatur Tumbuh (ZPT) yang diberikan. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk meningkatkan pertumbuhan kalus adalah dengan penambahan hormon. Dalam kultur jaringan biasanya menggunakan dua hormon untuk mendapatkan pertumbuhan yang baik yaitu hormon Auksin digunakan untuk menginduksi pembelahan sel dan pembentukan kalus. Senyawa yang sangat sering digunakan serta sangat efektif adalah 2,4-D konsentrasi 2,4-D pada tanaman dikotil yang menunjukkan pertumbuhan kalus adalah 0,001-2,0 mg/L (George dan Sherrington, 1984 dalam Imam Mahadi 2014) menurut peneliti sebelumnya yang dilakukan Yeni Sari (2016) , mengatakan pengaruh penambahan 2,4-D dalam media ternyata efektif untuk meningkatkan laju pertumbuhan eksplan Semakin tinggi konsentrasi 2,4-D yang ditambahkan semakin meningkatkan laju pertumbuhan eksplan. Dan untuk kelompok sitokinin biasanya menggunakan Zat pengatur tumbuh TDZ (Thidiazuron) paling banyak digunakan untuk memacu penggandaan tunas karena mempunyai aktivitas yang kuat.

Pada jenjang pendidikan di sekolah, pembahasan mengenai kultur jaringan di pelajari dalam materi bioteknologi konsep bioteknologi modern di kelas XII pada semester 2 terdapat masalah permasalahan yang terjadi di sekolah adalah minimnya pengetahuan peserta didik dalam memahami konsep bioteknologi khususnya tentang kultur jaringan. Penelitian ini nantinya akan dijadikan sebagai rancangan di dalam pembuatan modul Dalam proses pembelajaran biologi modul merupakan segala bentuk bahan yang digunakan untuk membantu guru atau instruktur dalam melaksanakan kegiatan belajar mengajar di kelas

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Bioteknologi Fakultas Pertanian Universitas Islam Riau Pekanbaru. Kegiatan penelitian ini di mulai dari bulan April hingga Mei 2016. Penelitian ini terdiri dari dua tahap, yaitu tahap pertama, mikropropagasi jeruk Kuok (*Citrus nobilis* Lour) dan tahap kedua yaitu rancangan Modul sebagai sumber belajar biologi di SMA. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan rancangan acak lengkap (RAL) pola faktorial dengan 2 faktor. Faktor pertama (D) adalah 2,4-D dan faktor ke dua (T) adalah TDZ yang terdiri dari 25 perlakuan, setiap perlakuan diulang sebanyak tiga kali sehingga terdapat 75 unit percobaan. Rancangan Modul dilakukan berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh pada tahap pertama. Hasil penelitian tersebut disesuaikan dengan salah satu Kompetensi Dasar pada mata pelajaran biologi di Sekolah Menengah Atas (SMA). Rancangan Modul dilakukan dengan tahap analisis potensi dan desain (*design*) modul.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian mikropropagasi in vitro jeruk Kuok dapat di lihat dari parameter yang telah di tentukan.

Saat Tumbuh Eksplan

Hasil pengamatan saat tumbuh eksplan yang di amati hari setelah penanaman:
Tabel 1. Persentase saat tumbuh eksplan jeruk Kuok (*Citrus nobilis* Lour) dengan kombinasi perlakuan 2,4-D dan TDZ

Tabel 4.1 Rerata saat tumbuh eksplan pada Jeruk Kuok (*Citrus nobilis* Lour) dengan kombinasi perlakuan 2,4-D dan TDZ (HSK)

2,4 D (D)	TDZ (T)				
	T ₀ (mg/l)	T _{0,5} (mg/l)	T ₁ (mg/l)	T _{1,5} (mg/l)	T ₂ (mg/l)
D ₀ (mg/l)	13	12	12.7	13	8.3
D ₁ (mg/l)	8.3	8.7	9.7	10	7.3
D ₂ (mg/l)	7.3	7.0	7	8.0	6.7
D ₃ (mg/l)	6.7	6	5.7	5.7	5.3
D ₄ (mg/l)	5.7	5.3	5.3	5.0	4.7

Data yang diperoleh menunjukkan bahwa perlakuan untuk setiap tingkat kombinasi konsentrasi antara 2,4-D dan TDZ yang diuji memberikan laju pertumbuhan eksplan yang berbeda nyata. Laju pertumbuhan eksplan dapat ditingkatkan dengan jalan mengatur komposisi media tumbuh yang digunakan, salah satunya dengan penambahan zat pengatur tumbuh. Dari tabel 1. diatas, dapat dilihat rerata saat tumbuh eksplan berkisar antara 13 HSK hingga 4,7 HSK. Semakin tinggi kombinasi konsentrasi zat pengatur tumbuh yang ditambahkan dalam medium menyebabkan laju pertumbuhan eksplan semakin tinggi. Rerata saat muncul tumbuh eksplan yang paling tinggi terdapat

pada perlakuan D₀T₀ dan D₀T₂ yaitu 13 , ini berarti eksplan tumbuh pada waktu yang lama hal ini dikarenakan pada perlakuan merupakan perlakuan control yang tidak di berikan perlakuan dan pada D₀T₂ hanya menggunakan TDZ pada konsentrasi 2mg/saja, sehingga belum optimal untuk meningkatkan laju pertumbuhan eksplan . Untuk melihat saat tumbuh eksplan tercepat dapat dilihat pada gambar 1:



Gambar 1. Mikropropagasi jeruk Kuok saat tumbuh eksplan tercepat yaitu pada perlakuan D₄T₂.

Pada Gambar 1. Terlihat tunas pertama muncul yang ditunjukkan oleh tanda panah. Tunas ini diawali dengan munculnya benjolan putih kehijauan. Saat muncul tunas dipengaruhi oleh tiga faktor yaitu faktor eksplan, media, dan lingkungan (Mante dan Tepper *dalam* Nisa dan Rodinah, 2005).

Persentase Tumbuh Eksplan

Hasil persentase hidup eksplan didapatkan dari jumlah eksplan yang tumbuh secara keseluruhan. Hasil Analisis Varians persentase hidup eksplan menunjukkan bahwa pemberian hormon 2,4-d dan TDZ berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan eksplan.

Tabel 2. Rerata persentase tumbuh eksplan jeruk Kuok (*Citrus nobilis* Lour) dengan kombinasi perlakuan 2,4-D dan TDZ

Tabel 4.2 Persentase tumbuh eksplan pada Jeruk Kuok (*Citrus nobilis* Lour) dengan kombinasi perlakuan 2,4-D dan TDZ (HSK)

2,4 D (D)	TDZ (T)				
	T ₀ (mg/l)	T _{0,5} (mg/l)	T ₁ (mg/l)	T _{1,5} (mg/l)	T ₂ (mg/l)
D ₀ (mg/l)	50b	50b	50b	67b	67b
D ₁ (mg/l)	50b	83b	83b	83b	100a
D ₂ (mg/l)	67b	100a	100a	100a	100a
D ₃ (mg/l)	100a	100a	100a	100a	100a
D ₄ (mg/l)	100a	100a	100a	100a	100a

Dari tabel 4.2 Dapat dilihat bahwasanya perlakuan konsentrasi 2,4-d dan TDZ memberikan pengaruh lajunya pertumbuhan eksplan sehingga menghasilkan data yang berbeda nyata. Hal ini dikarenakan konsentrasi hormon yang berbeda pada setiap perlakuan. Dapat dilihat dari tabel 2. Perlakuan pada D₄T₂ menunjukkan hasil tertinggi pada persentase tumbuh eksplan sedangkan pada terendah yaitu D₀T₀ . Pada perlakuan

D₀T₀, D₀T_{0,5}, D₀T₁, D₀T_{1,5}, D₀T₂, D₂T₀, memiliki pertumbuhan terlambat bila dibandingkan dengan perlakuan yang lain nya maka dari itu semua perlakuan tidak berbeda nyata, hal ini disebabkan karena pada perlakuan tersebut memiliki konsentrasi hormon kontrol, yang mana pada perlakuan Kontrol D₀T₀ tidak menggunakan sama sekali ZPT hal ini yang menyebabkan lambatnya pertumbuhan dan perkembangan pada tanaman jeruk Kuok yaitu 50%-67% tumbuh eksplan. Berbeda hal nya dengan perlakuan D₁T₂, D₂T_{0,5}, D₂T₁, D₂T_{1,5}, D₂T₂, D₃T₀, D₃T_{0,5}, D₃T₁, D₃T_{1,5}, D₃T₂, D₄T₀, D₄T_{0,5}, D₄T₁, D₄T_{1,5}, D₄T₂. Yang mana pada perlakuan ini memiliki persentase tumbuh eksplan yang mencapai 100% yang mana menyebabkan pada perlakuan ini tidak berbeda nyata. Hal ini sesuai dengan pendapat Wiendi *et al* (1991), mengemukakan bahwa pertumbuhan dan morfogenesis tanaman secara *in-vitro* dikendalikan oleh keseimbangan dan interaksi dari ZPT yang terdapat dalam eksplan yang bersifat endogen maupun eksogen dan konsentrasi dari ZPT itu sendiri.

Tinggi Batang

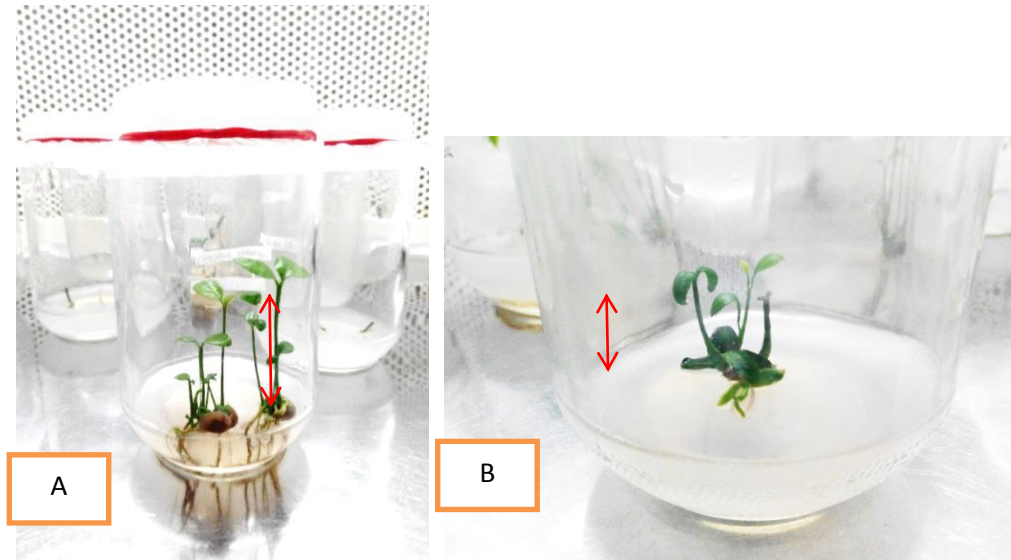
Rerata tinggi batang eksplan biji jeruk kasturi dengan perlakuan 2,4-d dan TDZ disajikan pada berikut tabel 3 ini :

Tabel 4.3 Rerata tinggi batang jeruk Kuok (*Citrus nobilis* Lour) dengan kombinasi perlakuan 2,4-D dan TDZ

2,4 D (D)	TDZ (T)				
	T ₀ (mg/l)	T _{0,5} (mg/l)	T ₁ (mg/l)	T _{1,5} (mg/l)	T ₂ (mg/l)
D ₀ (mg/l)	1.1a	1.2a	1.2a	1.3a	1.3a
D ₁ (mg/l)	1.1a	1.2a	1.3a	1.3a	1.4a
D ₂ (mg/l)	1.4a	1.7a	1.7a	1.8a	1.8a
D ₃ (mg/l)	1.5a	1.7a	2.1b	2.3b	2.5b
D ₄ (mg/l)	1.5a	2.3b	2.6b	2.9c	3.0c

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian 2,4-d dan TDZ berpengaruh nyata terhadap tinggi batang eksplan biji jeruk Kuok. Pada Tabel 4.3 terlihat bahwa rerata tinggi batang eksplan jeruk Kuok yang tertinggi pada perlakuan D₄T₂ dan D₄T_{1,5} yaitu 3.0 hal ini menyebabkan antara dua perlakuan ini tidak saling berbedanya, bila dibandingkan dengan perlakuan D₀T₀, D₀T_{0,5}, D₀T₁, D₀T_{1,5}, D₀T₂, D₁T₀, D₁T_{0,5}, D₁T₁, D₁T_{1,5}, D₁T₂, D₂T₀, D₂T_{0,5}, D₂T₁, D₂T_{1,5}, D₂T₂, D₃T₀, D₃T_{0,5}. Akan tetapi dilihat pada perlakuan D₄T₀ berbeda nyata terhadap perlakuan D₄T₂, D₄T_{1,5}, ini disebabkan karena konsentrasi 2,4-D lebih besar dibandingkan dengan konsentrasi TDZ yang hanya sebagai kontrol, sehingga perlakuan ini lebih dominan pada hormone 2,4-D dan menghambat pertumbuhan dari tinggi batang jeruk Kuok. Dengan demikian pemberian 2,4-d 4 ppm dan TDZ 2 ppm mampu memberikan pengaruh terhadap tinggi batang jeruk Kuok. Auksin merupakan salah satu hormon tanaman yang dapat mendukung proses fisiologi seperti pertumbuhan, pembelahan dan diferensiasi sel serta sintesa protein (Darnell *et al.*, 1986).

Untuk melihat perbandingan tinggi batang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Rerata tinggi batang tertinggi perlakuan D_4T_2 (A) dan Persentase hidup eksplan terendah perlakuan D_0T_0 (B)

Dari gambar 2. Dapat dilihat bahwasanya pada gambar A perlakuan D_4T_2 memiliki jumlah batang tertinggi bila dibandingkan dengan perlakuan lainnya ini merupakan pembuktian bahwasanya pemeberian hormone pada setiap perlakuan mempengaruhi tinggi batang dari tiap-tiap perlakuan. Hal ini disebabkan oleh pemberian hormon yang seimbang antara 2,4-D dan TDZ sehingga berpengaruh kepada pertumbuhan dan perkembangan pada tanaman jeruk Kuok.

Jumlah Daun

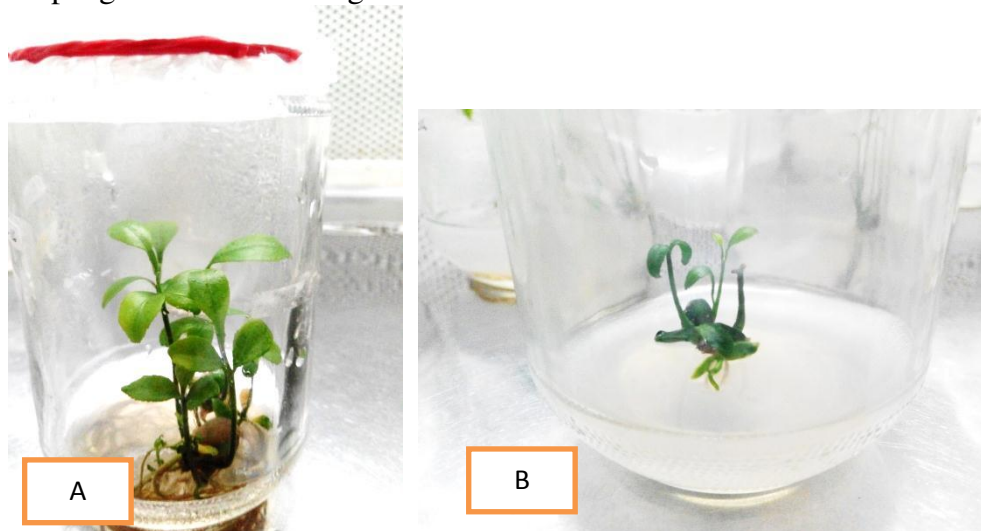
Banyak daun dihitung pada akhir penelitian dengan cara menghitung daun yang muncul pada batang eksplan. Berikut adalah Rerata banyak daun eksplan biji jeruk Kuok dengan perlakuan 2,4-d dan TDZ disajikan pada berikut ini :

Tabel 4.4 Rerata jumlah daun jeruk Kuok (*Citrus nobilis* Lour) dengan kombinasi perlakuan 2,4-D dan TDZ

2,4 D (D)	TDZ (T)				
	T_0 (mg/l)	$T_{0,5}$ (mg/l)	T_1 (mg/l)	$T_{1,5}$ (mg/l)	T_2 (mg/l)
D_0 (mg/l)	2.0a	2.0a	2.3a	3.0b	3.3b
D_1 (mg/l)	2.3a	2.7a	3.0b	3.0b	3.7b
D_2 (mg/l)	2.3a	3.3b	3.7b	4.0c	4.0c
D_3 (mg/l)	2.7a	3.7b	4.0c	4.3c	4.7c
D_4 (mg/l)	3.0b	4.3c	4.7c	5.0d	5.3d

Dari tabel 4.4 Dapat dilihat bahwasanya antara D_0T_0 berbeda nyata terhadap perlakuan D_4T_2 . Hal ini di sebabkan oleh pengaruh pemeberian hormone 2,4-D dan TDZ , pada perlakuan D_0T_0 dapat dilihat memiliki jumlah daun yang paling sedikit yaitu 2.0 dan juga terjadi pada perlakuan $D_0T_{0.5}$, D_0T_1 , $D_0T_{1.5}$, D_3T . Hal ini terjadi dikarenakan

pemberian hormon pada masing-masing perlakuan masih kurang berpengaruh terhadap pertumbuhan jumlah daun jeruk Kuok di karenakan kurangnya konsentrasi yang diberikan ,sedangkan pada perlakuan $D_4T_{0,5}$ dan D_4T_2 adalah perlakuan yang mana memiliki jumlah daun terbanyak yaitu 5.0 dan 5.3 ini dikarenakan pemberian hormone pada perlakuan ini memiliki konsentrasi tertinggi di bandingkan dengan perlakuan yang lain sehingga menyebabkan pertumbuhan yang sangat berpengaruh . Menurut Santoso dan Nursandi (2004), arah perkembangan kultur ditentukan oleh interaksi dan perimbangan antara zat pengatur tumbuh yang diproduksi oleh sel tanaman secara endogen, sebab di dalam eksplan itu sendiri se-benarnya sudah ada zat pengatur tumbuh endo-gen, tapi dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman secara in vitro zat pengatur tumbuh eksogen masih ditambahkan.



Gambar 3. Rerata jumlah daun terbanyak pada perlakuan D_4T_2 (A) dan jumlah daun tersikit pada perlakuan D_0T_0 (B)

Dari gambar 3. Dapat dilihat bahwasanya pada perlakuan D_4T_2 pada gambar A jumlah daun lebih banyak bila dibandingkan dengan perlakuan D_0T_0 pada gambar B. Ini disebabkan pemberian hormon 2,4-D yang aman apabila diberikan dalam jumlah konsentrasi tinggi akan berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

Jumlah Akar

Jumlah akar dihitung pada akhir penelitian dengan cara menghitung akar yang tumbuh pada eksplan. Rerata jumlah akar eksplan biji jeruk Kuok dengan perlakuan 2,4-D dan TDZ disajikan pada tabel 5. Berikut:

Tabel 4.5 Rerata jumlah akar jeruk Kuok (*Citrus nobilis* Lour) dengan kombinasi perlakuan 2,4-D dan TDZ

2,4 D (D)	TDZ (T)				
	T ₀ (mg/l)	T _{0,5} (mg/l)	T ₁ (mg/l)	T _{1,5} (mg/l)	T ₂ (mg/l)
D ₀ (mg/l)	1.3a	1.7a	2.0a	2.7b	3.0c
D ₁ (mg/l)	1.3a	2.3b	2.7b	3.3c	3.7c
D ₂ (mg/l)	2.3b	3.7c	4.3c	4.7c	6.0d
D ₃ (mg/l)	3.0c	4.7d	5.0d	6.0d	6.0d
D ₄ (mg/l)	4.0c	5.3d	5.7d	6.0d	7.0d

Dari tabel 4.5 Dapat dilihat bahwasanya pada berbeda nyata pada tiap perlakuan yaitu pada perlakuan D₀T₀ dan D₄T₂ menunjukan berbeda nyata antar beberapa perlakuan . Pada perlakuan D₀T₀, D₀T_{0,5}, D₀T₁ merupakan perlakuan yang dimana memiliki jumlah akar yang paling sedikit yang mana hanya 1 akar yang muncul sedangkan pada perlakuan D₄T₂ memiliki konsentrasi yang paling banyak jumlah akar yaitu 7 akar. thidiazuron (TDZ) dapat menginduksi pembentukan tunas adventif dan proliferasi tunas aksilar. Diduga thidiazuron mendorong terjadinya perubahan sitokinin ribonukleotida menjadi ribonukleosida yang secara biologis lebih aktif (Capella et al. dalam imam mahadi 1993). Thidiazuron merupakan senyawa organik yang banyak digunakan dalam perbanyakan in vitro karena aktivitasnya menyerupai sitokinin.

Berdasarkan hasil penelitian Mikropropagasi Jeruk Kuok maka selanjutnya akan dirancang sebuah modul pembelajaran di SMA. Tahap pertama pada merancangan Modul adalah tahap:

1. Analisis Potensi

Langkah yang dilakukan pada tahap ini adalah menganalisis kurikulum untuk melihat tuntutan kurikulum dan kenyataan di lapangan. Analisis kurikulum yang dilakukan adalah analisis KI dan KD yang sesuai dengan hasil penelitian yang telah dilakukan. Adapun KI dan KD yang dipilih dapat dilihat pada silabus mata pelajaran Biologi

2. Desain Modul Pembelajaran

Pada tahap *Design* dilakukan perancangan konsep materi yang berkaitan dengan data penelitian, merancang indikator, tujuan pembelajaran yang ingin dicapai dan merancang butir soal objektif untuk mengevaluasi mahasiswa yang mengacu pada tujuan pembelajaran. Data-data hasil penelitian dihubungkan dengan konsep Bioteknologi modern pada mata pelajaran Biologi SMA. Indikator yang dapat dicapai (1) Memahami konsep bioteknologi modern melalui teknik kultur jaringan (2) Mendeskripsikan prinsip kerja bioteknologi modern melalui kultur jaringan (3) Menjelaskan pengaruh zat pengatur tumbuh terhadap kultur jaringan.

3. Development (Pengembangan)

Setelah dilakukan *design* (perancangan) modul, langkah selanjutnya adalah *development* (pengembangan). Adapun langkah yang dilakukan pada tahap ini adalah mengembangkan struktur isi modul. Secara umum modul yang dikembangkan mengenai konsep pencemaran air yang terintegrasi dengan hasil penelitian. Modul pembelajaran ini juga dilengkapi dengan soal latihan, rangkuman, test formatif, kunci jawaban test formatif, umpan balik dan tindak lanjut. Tahap pengembangan bertujuan untuk menghasilkan Modul Pembelajaran yang valid dan layak untuk digunakan.

1. Pengembangan RPP

RPP dikembangkan sesuai dengan yang telah dirancang. Pengembangan RPP dilakukan pada Kompetensi Dasar 3.10. Memahami tentang prinsip-prinsip bioteknologi yang menerapkan bioproses dalam menghasilkan produk baru untuk meningkatkan kesejahteraan manusia dalam berbagai aspek kehidupan. pokok kultur jaringan 2 pertemuan atau 2 JP.

2. Hasil Pengembangan Modul Pembelajaran

Tahapan terakhir yaitu pengembangan terhadap Modul Pembelajaran dilakukan untuk mengembangkan struktur isi Modul Pembelajaran. Penulisan modul ini secara garis besar memuat materi mengenai kultur jaringan.

SIMPULAN DAN REKOMENDASI

Interaksi 2,4-D dan TDZ berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan eksplan biji jeruk Kuok. Sehingga pemberian konsentrasi yang tepat pada setiap perlakuan memberikan perbedaan di setiap perlakuan. Rancangan modul pembelajaran di SMA dapat dikembangkan dan diterapkan di dalam proses pembelajaran Biologi pada materi Bioteknologi Modern. Saran untuk penelitian ini perlu dilakukan penelitian kembali dengan menggunakan media arang di keenakan belum ada yang memakai media arang untuk penelitian mikropropagasi jeruk kuok.

REKOMENDASI

Perlu dilakukan penelitian lanjutan menggunakan kultur jaringan menggunakan media arang aktif serta Perlu dilakukan penelitian lanjutan tentang rancangan modul pembelajaran menggunakan kurikulum KTSP.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin Z. 1982. *Dasar – dasar Pengetahuan Tentang Zat Pengatur Tumbuh*. Angkasa. Bandung.
- Addarwida Omar. 2014. *Pengaruh Naftalen Acetyl Acid (NAA) dan Benzyl Amino Purin (BAP) Terhadap Pembentukan Kalus Tanaman Rosella (Hibiscus Sabdariffa) sebagai Sumber Belajar Konsep Bioteknologi Bagi Siswa SMA*. Skripsi tidak dipublikasikan. FKIP Universitas Riau. Pekanbaru.
- Adinda Tri Purwitasari,dkk. 2012. Pengaruh Konsentrasi Zat Pengatur Tumbuh (Asam-2,4- Diklorofenoksiasetat) Terhadap Pertumbuhan *Nannochloropsis oculata* . *Journal of Marine and Coastal Science*, 1(2), 61 – 70, 2012.
- Akhmad Sudrajat. 2004.D. *Pedoman Merancang Sumber Belajar*. Depdiknas.Jakarta
- Ali Husni,dkk.2010. Regenerasi Jeruk Siam melalui Embriogenesis Somatik. *Jurnal AgroBiogen* 6(2):75-83
- Annisa Daniar Palupi, Solichatun,Soerya Dewi Marlina.2004. Pengaruh Asam 2,4-Diklorofenoksiasetat (2,4-D) dan Benziladenin (BA) terhadap Kandungan Minyak Atsiri Kalus Daun Nilam (*Pogostemon cablin* Benth.). *BioSMART ISSN: 1411-321X Volume 6, Nomor 2 Oktober 2004 Halaman: 99-103*
- Anonim. 2009. Jendela Informasi Riau.<http://www.riauonline.com/berita/print/balitbang-bappeda-siap-kembangkan-jeruk-carizzo-dan-siam-kampar.html>. [Tanggal akses: 02 Maret 2012].
- Avivi, S dan Ikrarwati.2004. Mikropropagasi Pisang Abaca (*Musa Textillis* Nee) Melalui Teknik Kultur Jaringan . [www.Agrisci.ugm.ac.id/vol II-2/no 3-propabaca.pdf](http://www.Agrisci.ugm.ac.id/vol%20II-2/no%203-propabaca.pdf). Ilmu Pertanian Vol 11 No2, Diakses 20 Desember 2014
- Bambang Soelarso. 1996. *Budi Daya Jeruk Bebas Penyakit*. Kanisius. Yogyakarta.
- Depdiknas. 2008. *Panduan Pengembangan Bahan Ajar*. Departemen Pendidikan Nasional. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Atas. Jakarta.
- Evi Suryawati, Yustini Yusuf, dan Husein Arief. 2011. *Pengembangan Program Pembelajaran Biologi*.Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Riau. Pekanbaru.

- Gunawan. 1992. *Tekhnik Kultur Jaringan*. Laboratorium Kultur Jaringan Tanaman. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Herwim Enggar Pratiwi,dkk.2013. *Pengembangan Modul Pembelajaran Biologi Berbasis Hybrid Learning Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Dan Hasil Belajar Siswa Kelas Xi*. Universitas Negeri Malang, Jl.Semarang No.5, Malang, Indonesia.
- Imam Mahadi, Wan Syafi'I Dan Suci Agustiani. 2014. Kultur Jaringan Jeruk Kasturi (*Citrus Microcarpa*) Dengan Menggunakan Hormone Kinetin Dan Naftalen Acetyl Acid (NAA). *Jurnal Dinamika Pertanian* 30(1) :37-44
- Imam Mahadi .2012. Induksi Kalus Kenerak (*Goniothalamus umbrosus*) Berdasarkan Jenis Eksplan Dengan Menggunakan Metode In Vitro. *Jurnal Agroteknologi Tropika*. 1(1) : 18-22
- Kurniawan M. 2011.<http://riaupos-forus.blogspot.com/2011/12/si-manis-dari-kuok.html> [24 September 2012]
- Kurniasih Dwi. 2012. *Pengembangan Modul Pembelajaran Biologi Keanekaragaman Tumbuhan Sebagai Bahan Ajar Alternative Untuk Mengajar Siswa Tuna Netra Di Sekolah Inklusif Man Maguwoharjo Yogyakarta*.Universitas Islam Negri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
- Lestari Endang G.2011. Peranan Zat Pengatur Tumbuh dalam Perbanyakkan Tanaman melalui Kultur Jaringan. *Jurnal AgroBiogen* 7(1):63-68
- Mariska Ika.2002. Perkembangan Penelitian Kultur In Vitro pada Tanaman Industri, Pangan, dan Hortikultura. *Buletin AgroBio* 5(2):45-50
- Maryani, Yekti dan Zamroni .2005. *Penggandaan Tunas Krisan Melalui Kultur Jaringan*. Ilmu Pertanian Vol. 12 No.1, 2005: 51-55
- Nisa dan Rodinah. 2005. Kultur Jaringan Beberapa Kultivar Buah Pisang (*Musa paradisiaca* L.) Dengan Pemberian Campuran NAA dan Kinetin. *Bioscientiae*. 2(2), 23-26